53
Е637

А.С.Енохович

ФИЗИКА

ТЕХНИКА

ПРОИЗВОДСТВО

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК

189187

53(083)
Е 637

А. С. ЕНОХОВИЧ

ФИЗИКА ТЕХНИКА ПРОИЗВОДСТВО

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ
СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

129187

БИБЛИОТЕКА
Сам. СХИ
гор. Самарканд

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
Москва 1962

ВВЕДЕНИЕ

Задача настоящего справочника — оказать помощь учителю в преподавании физики, в его работе по осуществлению тесной связи курса физики с жизнью, с трудом, с практикой коммунистического строительства.

Пособие предназначено для учителя, и поэтому оно не является обычным техническим справочником или справочником по физике, рассчитанным на специалистов, работающих в той или иной области физики, техники или производства. В нем не содержится подробных, исчерпывающих сведений по каждому техническому или производственному вопросу, техническому объекту или области народного хозяйства. В справочнике приведены лишь те данные, которые представляют наибольший интерес для учителя физики с точки зрения возможности использования их в процессе учебной или внеклассной работы с учащимися.

Книга состоит из трех частей. В первой части даны сведения о мерах, единицах измерений, системах единиц, а также об условных графических изображениях в различных схемах электротехники, радиотехники и теплотехники. Во второй части помещены таблицы по физике и технике. Третья часть содержит сведения по истории науки и техники.

Вторая часть справочника имеет три раздела. В первом из них подобраны главным образом таблицы физических величин и таблицы с данными о числовых значениях различных физических величин в технике, природе, быту. Эти таблицы сгруппированы в соответствии с последовательностью расположения тем и вопросов программы. Во втором разделе книги приведены сведения о наиболее распространенных машинах, технических устройствах, сооружениях, приборах, научные принципы устройства и действия которых рассматриваются в школьном курсе физики. В этом разделе даны также сведения о некоторых технологических процессах (резание металлов, электрическая сварка, электролитическое получение металлов и др.), современных методах промышленного контроля (гамма- и рентгенодефектоскопия, спектральный анализ и др.), в основе которых лежат физические законы и явления, изучаемые в школе. Третий раздел содержит таблицы с данными, характеризующими важнейшие отрасли народного хозяйства и перспективы их развития (энергетика, машиностроение, строительство, металлургия, транспорт и др.), а также отдельные направления развития современного производства (электрификация, механизация, автоматизация, теплофикация).

В таблицах справочника отражены новейшие достижения науки и техники. Особое внимание обращено на достижения в области ракетной и реактивной техники, атомной энергетики, электроники, автоматизации производственных процессов.

Обозначения основных физико-технических величин, условные графические изображения в схемах и т. п. даны в соответствии с действующими ГОСТами, а при отсутствии последних — с применяющимися в научной и технической литературе обозначениями.

Автор с благодарностью примет все замечания, советы, предложения по содержанию и структуре справочника, которые просит направлять по адресу: Москва, Б-64, ул. Макаренко, д. 5/16, Институт общего и политехнического образования, сектор обучения физике.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТАБЛИЦ СПРАВОЧНИКА

Чтобы познакомиться с методикой использования таблиц справочника, рассмотрим конкретный пример их применения при изложении какой-либо темы программы, например темы «Тепловые двигатели», имеющей важное общеобразовательное и политехническое значение.

В восьмилетней школе эта тема изучается в описательном плане. Физические же основы работы тепловых двигателей различных типов рассматриваются в одиннадцатилетней школе. Теоретические сведения, которые в связи с этим сообщаются на уроках, полнее и глубже усваиваются учащимися только в том случае, если изложение их сопровождается рассмотрением конкретных примеров и если на уроках используется иллюстративный технический материал.

Изучение темы «Тепловые двигатели» начинается обычно с указания на огромную роль тепловых двигателей в народном хозяйстве страны, причем приводятся некоторые данные, показывающие развитие теплосиловых установок в СССР. В настоящее время, например, большая часть электрической энергии в стране (83%) производится на электростанциях, первичные двигатели которых — паровые турбины.

Сельское хозяйство получает ежегодно большое количество различных тепловых двигателей, установленных на тракторах, автомобилях, комбайнах (табл. 530, 531); транспорт — железнодорожный, водный и воздушный — также основывается на применении тепловых двигателей.

Из тепловых двигателей первым изучается паровая машина. Она применяется на транспорте (паровоз, пароход) и в сельском хозяйстве (локомобиль, легкая паросиловая установка). Поэтому, рассматривая схему устройства и принцип действия паровой машины (§ 127 стабильного учебника), полезно конкретизировать рассказ некоторыми данными. Можно, например, указать на давление пара, поступающего из котла в цилиндр той или иной машины, размер (диаметр) поршня, длину хода поршня — это даст представление о работе современной паровой машины (табл. 298—300). Полезно подсчитать величину силы давления, действующую на поршень при впуске пара в цилиндр. Для паровоза Л эта сила равна:

$$F = Sp = \frac{13266{,}5}{4} \cdot 15 = 49749{,}4\ кГ \text{ (табл. 324).}$$

Паровые машины не экономичны. Машина Уатта имела коэффициент полезного действия 2,8% (табл. 302). Увеличение его шло весьма медленно, и даже у лучших современных паровых машин к. п. д. не

превышает 15—18% (табл. 117). Еще ниже к. п. д. паровозов, он равен 7—8% (табл. 333). Низкий коэффициент полезного действия паровых машин, наличие в их конструкции больших масс, находящихся в возвратно-поступательном движении, приводят к постепенной замене во многих областях производства паровых машин другими типами двигателей. Так, например, в области энергетики первое место занимает паровая турбина. Устранение в ней кривошипно-шатунного механизма позволило сконцентрировать большие мощности в одном агрегате, достигнуть большой быстроходности и равномерности вращения.

При рассмотрении следующего параграфа учебника «Паровые котлы» можно одним-двумя примерами конкретизировать содержащиеся в книге такие понятия, как «паропроизводительность котла», «поверхность нагрева». Современные паровые котлы (табл. 289, 290) производят в час до 230—1000 *т* пара; поверхность нагрева котла паровозного типа (дымогарного) достигает 290 и более квадратных метров (табл. 324).

Паровые котлы большой производительности — огромные сооружения, они достигают высоты восьмиэтажного дома (т. е. более 25 *м*) и весят более 1000 *т* (табл. 289). Более компактны прямоточные котлы (табл. 290). Учащимся можно привести и другие данные из перечисленных таблиц, относящиеся к современным паровым котлам.

Рассматривая вопрос о паровых турбинах, важно сказать о том, что уже изготовлены турбины большой единичной мощности — в 100, 150, 200 и 300 тыс. *квт* и что в текущей семилетке будут созданы еще более мощные турбины в 500 и 600 тыс. *квт* (табл. 294—296). Кроме этого, полезно рассказать об увеличении к. п. д. паротурбинных электрических станций при использовании, во-первых, пара высоких параметров и, во-вторых, при теплофикации.

Значение применения пара высоких параметров в теплоэнергетике можно показать учащимся при рассмотрении величины к. п. д. идеальной паровой турбины, работающей на паре различных начальных параметров. Так как температура конденсирующегося пара в конденсаторах мощных турбин примерно одинакова и равна 30° (табл. 121), то простой расчет к. п. д. турбины показывает, что использование пара средних параметров 35 *ат*, 435° (табл. 488) дает для к. п. д. значение:

$$\eta_{ср} = \frac{708 - 303}{708} = 0{,}57.$$

При использовании в турбине пара, имеющего начальную температуру 480° (90 *ат*, пар высокого давления) и 550° (170 *ат*, пар сверхвысокого давления), значения к. п. д. составляют соответственно:

$$\eta_в = \frac{753 - 303}{753} = 0{,}60, \quad \eta_{св} = \frac{823 - 303}{823} = 0{,}63.$$

Таким образом, с повышением разности температур нагревателя и холодильника (т. е. с повышением начальных параметров пара) увеличивается и к. п. д. идеальной (а значит, и реальной) турбины или другой паросиловой установки. Для повышения к. п. д. тепловых машин следует переходить к более высоким температурам и давлениям. Об этом свидетельствует табл. 190, в которой приведены данные о величине к. п. д. паротурбинных электростанций в зависимости от рабочих параметров пара.

Для того чтобы учащимся было понятно, почему в нашей стране придается большое значение теплофикации, необходимо привести по-

сколько цифр, характеризующих к. п. д. теплоэлектроцентрали по сравнению с к. п. д. конденсационных электростанций (табл. 117), указать на экономию топлива, которую дает теплофикация, рассказывают о темпах ее развития в стране (табл. 546). Только при изложении конкретного материала по вопросу теплофикации учащиеся поймут важность использования вторичных энергетических ресурсов в народном хозяйстве страны.

Рассмотрев принципы действия и устройства паросиловых установок, учитель рассказывает о том, что стремление к высоким скоростям передвижения и к созданию легких и компактных двигателей привело к изобретению двигателей внутреннего сгорания. Чтобы изучение принципов их устройства и действия не просто повторяло в том же описательном плане сведения, которые излагались в VII классе, а углубляло понимание работы двигателей, полезно характеризовать такты рабочего процесса числовыми величинами. Так, при всасывании горючей смеси в карбюраторных двигателях (или воздуха в дизелях) в цилиндрах создается разрежение порядка 0,8 $\frac{кГ}{см^2}$; в конце такта сжатия максимальное давление в цилиндре двигателя достигает 12 и 40 $\frac{кГ}{см^2}$ (соответственно для карбюраторного и дизельного), температура — 480 и 630°. Максимальное давление в конце сгорания — 45 и 80 $\frac{кГ}{см^2}$, а температура — 2530 и 1830°. Отработавшие газы покидают цилиндр двигателя при температуре 830 и 530° (табл. 124). Такие конкретные данные знакомят учащихся с реальными значениями физических величин, встречающихся в технике.

Указание на высокие температуры, которые развиваются в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания при его работе, позволяет подчеркнуть как необходимость непрерывного охлаждения двигателя, так и неизбежность потерь энергии, связанных с охлаждением (табл. 117). Приведенные выше данные о величинах давлений в цилиндрах дают возможность показать огромную величину сил, возникающих при рабочем такте в двигателе внутреннего сгорания. В табл. 284 указано, что диаметр цилиндра двигателя (поршня) трактора С-80 равен 145 *мм*, т. е. его площадь — 165 *см*². Пользуясь данными табл. 78 о максимальном давлении в конце сгорания в дизельных двигателях нетрудно определить величину силы давления, действующей на поверхность одного поршня:

$$F = Sp = 165 \cdot 80 = 13200\ кГ.$$

Эти же данные позволяют определить к. п. д. идеального двигателя внутреннего сгорания. Расчет рекомендуется провести в том случае, если не определялся к. п. д. паросиловой установки (см. стр. 6). Температуру сгорания топлива можно считать температурой нагревателя T_1, а температуру отработавших газов — температурой охладителя T_2.

Тогда для дизеля

$$\eta_д = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{2103 - 803}{2103} \approx 0{,}62,$$

а для карбюраторного двигателя

$$\eta_к = \frac{2803 - 1103}{2803} = 0{,}60.$$

В действительности к. п. д. двигателей внутреннего сгорания значительно ниже. В дизельных двигателях он достигает 35—37%, а у двигателей карбюраторного типа — 24—27% (табл. 117). Дизели расходуют значительно меньше топлива на 1 *л. с.*, чем карбюраторные двигатели (примерно на 30%), причем они расходуют более дешевое топливо (табл. 277), что ведет к экономии дорогих (светлых) сортов горючего (бензина, керосина). Поэтому двигатели с самовоспламенением нашли широкое применение в народном хозяйстве страны (тракторы, строительные машины, дизельные автомобили, тепловозы, теплоходы). С 1956 г. на всех тракторах, выпускаемых в СССР, ставятся дизельные двигатели.

Числовые примеры, которыми полезно воспользоваться при изучении реактивных двигателей, могут относиться к мощности, скорости реактивного самолета (табл. 53, 351, 358), скорости струи газа, вытекающего из сопла двигателя, и к скорости вращения газовой турбины (табл. 60, 307, 309).

Учащимся указывается, что достижения современной науки и техники позволили создать мощные жидкостно-реактивные двигатели для метеорологических ракет и ракет для исследования высоких слоев атмосферы.

В области ракетостроения Советский Союз намного опередил зарубежные страны. Если первая отечественная ракета имела максимальную высоту полета 4,5 *км* (табл. 364), то сейчас наша страна располагает мощными двигателями для запуска межконтинентальных баллистических ракет, искусственных спутников Земли и Солнца, кораблей-спутников (табл. 361, 362).

При изучении последнего вопроса темы «Применение тепловых двигателей в промышленности, сельском хозяйстве и на транспорте» необходимо показать большое значение тепловых двигателей, а также разнообразные применения их в народном хозяйстве. Для этого цифры, приводившиеся в начале изучения темы, можно дополнить некоторыми новыми данными и познакомить учащихся с огромной ролью тепловых двигателей в осуществлении грандиозных задач, намеченных Коммунистической партией. Важно, например, отметить, что мощное развитие электрификации страны, предусмотренное «Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 годы» и новой Программой КПСС, будет в основном базироваться на производстве электроэнергии крупными тепловыми электростанциями.

Следует подчеркнуть учащимся, что строительство тепловых электростанций в ближайшие годы будет ускорено, и объяснить, с чем связано это важное направление в развитии отечественной энергетики (табл. 540).

На уроке можно отметить, что в выработке электроэнергии в нашей стране непрерывно и быстро увеличивается роль электростанций с установками высокого давления* (табл. 489). Уже несколько лет эксплуатируется Черепетская ГРЭС, на которой используется пар сверхвысоких параметров и которая имеет весьма высокий к. п. д., сравнимый с к. п. д. лучших дизельных двигателей (табл. 117, 492).

В СССР ведутся исследования, направленные на внедрение в теплоэнергетику пара сверхкритического давления. В частности, еще в 1949 г. был создан опытный паровой котел, который впервые в мире стал давать пар, давление которого 320 *ат* (табл. 292).

---

* Содержание понятия «высокое давление» с течением времени меняется. Сейчас высокими параметрами пара можно считать давление 130—140 *ат* и температуру 550—565° С. Параметры 170 *ат*, 550° С и выше принято считать сверхвысокими.

Построены турбины мощностью 200 и 300 тыс. *квт*. разрабатываются турбины мощностью 600 тыс. *квт* (табл. 295, 296, 490).

Основным двигателем в сельском хозяйстве является тепловой двигатель. Его применение играет решающую роль в механизации важнейших сельскохозяйственных работ. Таблица 529 показывает, что у нас в стране почти полностью механизированы наиболее трудоемкие работы, например посев зерновых культур, подъем паров и зяби.

Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. предусматривается дальнейший рост парка тепловых двигателей в сельскохозяйственном производстве. За 1959—1965 гг. колхозы и совхозы страны получат более 1,6 млн. современных тракторов, 600 тыс. зерновых комбайнов. В 1965 г. заводы страны выпустят примерно 750—856 тыс. автомобилей (табл. 518).

Тепловые двигатели получили широкое применение и в железнодорожном транспорте, где основным типом локомотива в течение более ста лет был паровоз. В настоящее время роль паровой тяги уменьшается. С 1957 г. прекращен выпуск магистральных паровозов с их крайне низким к. п. д. (табл. 117). Все более широкое распространение получают тепловозы и электровозы: за семь лет (1959—1965) железные дороги получат 3105 новых магистральных тепловозов и электровозов. Более высокий к. п. д. (24—28%), большие пробеги без набора воды и топлива обеспечивают тепловозу серьезные преимущества по сравнению с паровозами (табл. 333).

Иллюстрирование рассказа учителя некоторыми цифровыми данными, указанными выше, позволит показать учащимся широкое применение и огромную роль тепловых двигателей в различных отраслях нашего народного хозяйства.

Учебная экскурсия по физике для осмотра того или иного теплового двигателя, проводимая в конце изучения темы, даст возможность глубже усвоить материал темы, обобщить его.

При подготовке и проведении такой экскурсии (например, для осмотра трактора, автомобиля, локомобиля, паросиловой установки и др.) учитель может воспользоваться техническими данными, помещенными в соответствующих таблицах.

Материал таблиц справочника можно использовать также и при изучении других тем и вопросов курса физики VI—XI классов. Остановимся на некоторых из них.

Сила и ее измерение. Среди различных примеров числовых значений сил учитель приводит на уроке ряд таких, которые характеризуют тяговые усилия машин, хорошо известных учащимся. К числу таких машин относятся прежде всего тракторы, а также некоторые транспортные машины, например локомотивы. Соответствующие конкретные данные о величинах тяговых усилий, о величинах сил в различных случаях могут быть заимствованы из табл. 70—72, 90, 324, 326—328.

Давление. В процессе изучения давления тел можно использовать некоторые числовые примеры из табл. 75, 76, 80, 284 (величина давления автомобиля и трактора на грунт) и из других таблиц, характеризующих величины давления рабочего тела в машинах (пара в паровых котлах паровозов, локомобилей, в промышленных паровых котлах, табл. 289, 290, 299, 324; газа в различных двигателях внутреннего сгорания, табл. 78, 79 и т. д.) В табл. 75, 389 можно найти данные о давлении воздуха в пневматических устройствах различных транспортных машин (в тормозных системах локомотивов, вагонов метро, в шинах автомобилей и др.), а в табл. 386, 387, 390 — давление воздуха в некоторых пневматических инструментах, газопроводах, а также давления,

создаваемые компрессорами. В табл. 81 приведены величины атмосферного давления в зависимости от высоты подъема, а в табл. 75, 77— величины давлений и разрежений, встречающиеся в технике и природе.

Силы, действующие на тела, погруженные в жидкость и газ. Изучение названной темы должно сопровождаться рассмотрением примеров, иллюстрирующих использование закона Архимеда в водном транспорте и воздухоплавании. Полезно назвать водоизмещения различных современных судов (табл. 342—344), размеры и подъемную силу воздухоплавательных аппаратов (аэростатов, стратостатов, дирижаблей, табл. 355—357), рассчитать величину подъемной силы по размерам этих аппаратов и т. п. При рассказе о подводных лодках учащимся можно назвать некоторые данные из табл. 345, в которой приведена техническая характеристика современной подводной лодки.

Механическое движение. Инерция. Сложение и разложение сил. Данные, относящиеся к скорости равномерного прямолинейного движения той или иной машины, механизма, можно найти или в таблицах, характеризующих технические объекты, или в таблицах скоростей, встречающихся в технике, природе, быту (табл. 47, 48 и др.). Характеристики равнопеременного движения помещены в табл. 65—69.

При изучении трения учитель указывает, что один из главных способов его уменьшения — это замена трения скольжения трением качения. Во многих современных машинах широко используются подшипники качения (табл. 287, 379).

Наша промышленность ежегодно выпускает сотни миллионов шариковых и роликовых подшипников (табл. 521), обеспечивая тем самым огромную экономию энергии в народном хозяйстве страны. Интересным примером замены трения скольжения трением качения может служить перевод подвижного состава железных дорог с подшипников скольжения на подшипники качения. Это мероприятие имеет большое народнохозяйственное значение.

Не следует ограничиваться на уроке лишь рассказом о введении на железнодорожном транспорте роликовых букс. Будет более правильным, если учитель коснется количественной стороны этого мероприятия, подчеркнув тем самым его экономическую важность. Это можно сделать, использовав из табл. 87 некоторые цифры (экономия 10% топлива, шестикратное уменьшение силы сопротивления подвижного состава движению).

На уроках нужно рассказать не только о вредной, но и о полезной роли трения в технике. Среди других примеров, показывающих положительную роль силы трения, можно назвать разработанный в СССР способ сварки чугуна и стали при помощи трения. Данные об этом способе сварки, применяющемся в производстве, приведены в табл. 462.

Значение коэффициентов трения скольжения и качения указаны в табл. 82—86, 94. Рекомендуется обратить внимание учащихся на сравнительно большое числовое значение коэффициента трения специальных материалов, применяемых для фрикционных и тормозных устройств (феродо, райбест, асботекстолит).

Кроме этого, полезно рассказать о широком использовании в технике различных пластмасс, одни из которых обладают весьма незначительным коэффициентом трения и поэтому с успехом применяются в качестве антифрикционных материалов в подшипниках скольжения; другие, наоборот, имеют большой коэффициент трения и находят применение в качестве тормозных и фрикционных материалов (табл. 84, 94).

Взаимодействие тел. При прохождении этой темы можно использовать табл. 47, 309 (скорость реактивного самолета, скорость вытекающей струи), а также табл. 312, в которой содержатся данные о современных мощных реактивных гидротурбинах.

Механическая энергия. При рассмотрении на уроках вопросов, входящих в эту тему, учитель может воспользоваться целым рядом данных справочника. Техническая характеристика мощного гидравлического пресса приведена в табл. 384. В таблицах 95, 284, 326, 327, 339, 350 и других содержатся данные о мощностях, развиваемых различными машинами и двигателями.

При изучении вопроса о мощности полезно разобрать зависимость между силой тяги двигателя машины и развиваемой им скоростью. Соответствующие данные могут быть заимствованы из табл. 48, 71, 326—328.

При изучении потенциальной энергии могут быть указаны величины напоров, создаваемых плотинами гидроэлектростанций (табл. 497, 498 и др.), величины давлений в паровых котлах (табл. 289, 290, 298—300 и др.), а при изучении кинетической энергии — данные о ветросиловых установках (табл. 323), паровых и гидравлических турбинах (табл. 291, 294, 295, 310, 312, 314, 315), давлениях, развиваемых в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания (табл. 78).

Криволинейное движение. Вращательное движение. Изучение этой темы сопровождается рассмотрением числовых примеров, иллюстрирующих понятия линейной и угловой скорости, и примеров, показывающих скорости вращения, встречающиеся в технике.

В табл. 327 приведены числа зубьев на шестернях, находящихся в зацеплении, или передаточные числа ряда машин и механизмов. Некоторые из этих данных могут быть приведены в качестве примера при рассмотрении вопроса о зубчатой передаче.

Звук. При изучении вопроса «Распространение звука» учащимся дается представление о звукопроводности плохих и хороших проводниках звука. Количественную характеристику звукопроводности можно найти в табл. 109, где приведены значения коэффициента звукопоглощения некоторых материалов. Конечно, нет необходимости вводить на уроке понятие об этом коэффициенте и указывать его числовые значения. Данные таблицы 109 следует использовать лишь для сравнительной характеристики звуковых свойств материалов, когда говорится о хорошей или плохой звукопроводности.

Скорости распространения звука в различных газообразных, жидких и твердых средах даны в табл. 103—105. Табл. 112 помогает составить конкретное представление о величине силы звука в различных случаях. При изучении вопроса «Запись и воспроизведение звука» могут оказаться полезными сведения об изготовлении патефонных пластинок (табл. 472). Данные об одной из основных акустических характеристик помещений — реверберации — приведены в табл. 110, 111.

Сведения об ультразвуке и о его широком применении в различных областях техники имеются в табл. 114, 486; основные данные о слуховом аппарате человека собраны в табл. 113.

Движение жидкостей и газов. Справочные сведения по отдельным программным вопросам, входящим в указанные темы (устройство турбины, энергия движущейся воды, энергия ветра, ветродвигатели), содержатся в табл. 310, 312, 314, 315, 323.

Числовые значения коэффициентов внутреннего трения (вязкости) для твердых тел, жидкостей и газов указаны в табл. 98, 99, 100.

В качестве иллюстративного материала можно использовать на уроках данные, касающиеся парашютного прыжка и парашюта (табл. 51, 52, 359), современных самолетов (табл. 349—352), а также данные, характеризующие обтекаемость автомобилей и мотоциклов (табл. 101, 102).

Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества. Явление диффузии служит одним из опытных доказательств молекулярно-кинетической теории. На уроке полезно отметить и практическое применение этого явления. В технике широко используется насыщение поверхностных слоев изделий углеродом (цементация), азотом (азотирование) и др. Эти процессы основаны на явлении диффузии; в табл. 461 приведена их характеристика. Данные о молекулах и их движении помещены в табл. 57, 115, 116.

Тепловое расширение тел. Передача теплоты. Измерение количества теплоты. При изучении этих тем учащиеся знакомятся со многими приборами, широко применяемыми в технике, рассматривают тепловые свойства тел, физические явления и понятия, с которыми они будут встречаться и в быту, и на производстве. В справочнике по этим вопросам есть значительное число данных.

Характеристики основных типов термометров и областей их применения помещены в табл. 391—393. В табл. 118—120 указаны температурные точки, используемые при градуировании термометров.

Значения коэффициента объемного расширения твердых и жидких тел, коэффициента линейного расширения помещены в табл. 127, 128.

Программа курса физики не предусматривает знакомства учащихся с коэффициентом теплопроводности. Поэтому данные таблиц о значениях этого коэффициента следует использовать для сравнительной характеристики теплопроводности различных материалов (при изложении вопроса о применении хороших и плохих проводников теплоты, а также при рассказе о применении плохих проводников теплоты в технике, природе, быту). Например, из табл. 147 видно, что сухая земля обладает значительно лучшими теплоизоляционными свойствами, чем сырая земля, это же можно сказать и относительно пористого и обычного кирпича.

Величины удельной теплоемкости различных веществ указаны в табл. 129—134.

Ископаемое топливо играет сейчас важнейшую роль в энергетике. Рекомендуется обратить внимание учащихся на то, что в текущем семилетии в топливном балансе страны значительно возрастет удельный вес таких удобных и экономичных видов топлива, как нефть и газ, за счет более дорогого каменного угля. Если производство природного газа за семилетие возрастет примерно в пять раз, нефти — в два с лишним раза, то добыча каменного угля увеличится на 21—23% (табл. 516). Несколько таблиц характеризуют теплоту сгорания различных видов топлива (табл. 151—155).

При сравнении величин теплоты сгорания топлива нужно учитывать, что оно требует для своего горения окислитель. Например, для сгорания 1 *кг* керосина требуется около 3,4 *кг* кислорода, 1 *кг* спирта — 2 *кг* кислорода и т. д. Поэтому понятно, почему в числовых значениях величины теплоты сгорания топлив (табл. 151, 155) заметна большая разница. В табл. 151 количество калорий, получаемых при сгорании, относится к 1 *кг* горючего, а в табл. 155 — к 1 *кг* смеси горючего и окислителя. 1 *кг* керосина дает при сгорании 10 260 *ккал*, а 1 *кг* смеси керосина с кислородом — всего лишь 2200 *ккал*.

Калорийная ценность различных пищевых продуктов, расход энергии человеком при различной его деятельности, а также калорийность научно обоснованных норм суточного питания человека указаны в табл. 156—159.

Данные о добыче топлива в СССР, топливном балансе страны, мировых запасах энергетических ресурсов и об использовании энергии отражены в табл. 516, 525, 527, 528.

При подготовке к урокам по названным выше темам учитель может использовать и сведения из табл. 122 (температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения различных веществ), табл. 145, 150 (теплостойкость некоторых материалов).

Теплота и работа. Примерные тепловые балансы некоторых энергетических установок отражены в табл. 117. Сведения о превращении одного вида энергии в другой, например о превращении механической энергии во внутреннюю при резании металла, имеются в табл. 460.

Свойства газов. Величина давления газов при различных процессах и в различных аппаратах приведена в табл. 75, 78, 386—390, давление воздуха на различных высотах — в табл. 77, 81. Рассказ учителя об изменении температуры газа при его сжатии можно проиллюстрировать цифрами табл. 160. Данные о различных типах компрессоров содержатся в табл. 386—388, данные о применении сжатых газов в технике и о пневматических инструментах соответственно в табл. 389, 390.

Свойства твердого тела. В этой теме учащиеся получают представление о таких важных в политехническом отношении вопросах, как деформация тел, прочность, твердость и др. Табл. 172 содержит данные о пределах прочности широко применяемых в технике и быту материалов, табл. 174 — о величинах запаса прочности, табл. 463 — о применяемых в технике методах определения твердости металлов.

Рассказ учителя о твердости металлов, описание метода ее определения (метода Бринелля) полезно конкретизировать данными, содержащимися в табл. 175, 465. Данные о модуле упругости и твердости различных сплавов можно найти в табл. 170, 175, 180. Механические свойства пластмасс охарактеризованы в табл. 177. Подробные сведения об использовании пластических свойств металлов в технике собраны в табл. 467.

Изменения агрегатного состояния вещества. Изучение этого раздела связано с необходимостью использовать на уроках цифровой материал, характеризующий многие физические величины. Например, температуру плавления и кипения, удельную теплоту плавления и парообразования (табл. 135—143). При прохождении этой темы учащимся дается представление о химическом составе и свойствах сплавов (табл. 180, 181).

Табл. 468, 469 содержат материал о современных прогрессивных методах литья металлов — центробежном и под давлением.

Данные о сжиженных газах и их применении, а также о способах получения низких температур приведены в табл. 186, 188.

Электрический ток. Ток, сопротивление и напряжение. Постоянный электрический ток.

С химическими источниками тока учащиеся знакомятся еще в восьмилетней школе, где дается первое представление о гальванических элементах и аккумуляторах. Сведения об основных электрических параметрах (разрядный ток, емкость и др.) гальванических батарей и различных типов аккумуляторов собраны в табл. 396—399.

В этой же теме изучаются многие физические явления и законы (например, законы Фарадея, Джоуля — Ленца), которые составляют научную основу технологических процессов и даже целых областей

техники. Так, например, электрическая дуга, электролиз, термоток, электрическая искра широко используются в современной технике. Достаточно указать на различные области применения электрической дуги (сварка, электрометаллургия), электролиза (гальваностегия и гальванопластика, электролитическое получение алюминия, рафинирование меди). По всем этим вопросам в справочнике имеются сведения, которые позволяют конкретизировать на уроке изложение учебного материала. Различные виды электрической сварки металлов рассмотрены в табл. 470, ее роль в современном производстве — в табл. 471, использование электрической дуги в электрометаллургии — в табл. 477, разнообразные применения электролиза в технике — в табл. 472—476. Термоэлектрическому току, его применениям и термоэлементам посвящены табл. 211, 212, 434—437, а явлению прохождения тока через разреженные газы — табл. 442. Параметры электроискрового станка приведены в табл. 385.

При изучении темы «Постоянный электрический ток», как и при изучении многих других тем раздела электричества, приходится иллюстрировать излагаемый учебный материал числовыми значениями величин тока или напряжения в различных аппаратах, устройствах, процессах (табл. 195, 321, 322, 326, 327). Значения удельного сопротивления электролитов приведены в табл. 205, а различных проводниковых и изоляционных материалов соответственно в табл. 198, 204. Изучение вопроса о зависимости сопротивления проводника от температуры можно проиллюстрировать данными табл. 202, 393, в которых содержатся характеристики электрических термометров сопротивления.

Энергия и мощность тока. При изучении этой темы важно привести примеры, знакомящие учащихся с величинами мощностей различных машин, установок, встречающихся в промышленном и сельскохозяйственном производстве, на транспорте (табл. 207, 311, 313). Это поможет лучше усвоить такое понятие, как мощность, а также в какой-то мере конкретизирует величину единиц для ее измерения. Например, указание на то, что для электропривода веялки необходима мощность 0,15 *квт*, позволяет ученику представить и «оценить» указанную величину, выраженную в электрических единицах.

При изучении устройства электрических ламп накаливания учитель может рассказать о том, что для наполнения ламп все шире начинает использоваться криптон. При этом следует также отметить преимущества новых ламп перед обычными газополными. Сведения об обычных и криптоновых лампах накаливания содержатся в табл. 220, 440, 441.

Электромагнитные явления. Переменный электрический ток.

Сведения об электромагнитных подъемных кранах, их размерах, величине подъемной силы, токе, проходящем через катушки электромагнита, сообщенные учащимся, помогут им получить более ясное представление о современных электромагнитных кранах, применяемых в производстве (табл. 371).

Основные данные по устройству различных полупроводниковых выпрямителей, получивших широкое применение в технике, технические показатели некоторых из них приведены в табл. 410, 411, 413, 414. Параметры электронных ламп, применяемых в качестве выпрямителей, помещены в табл. 403.

Рассмотрение вопроса о тепловых и гидроэлектрических станциях полезно сопровождать указанием на широкое развитие строительства электростанций в СССР, назвав мощности отдельных электростанций и агрегатов, установленных на них (табл. 209, 313, 497, 498).

В заключение изучения вопроса о передаче и распределении электрической энергии важно познакомить учащихся с некоторыми параметрами (напряжение, протяженность и т. п., передаваемая мощность и др.): высоковольтной линии передачи Волжская ГЭС имени В. И. Ленина — Москва (табл. 501), а также сказать им о передаче энергии постоянного тока (табл. 503, 504).

В табл. 318, 319 имеются данные о мощных повышающих и понижающих трансформаторах, которые можно использовать при рассмотрении устройства и действия трансформаторов.

Изучение генераторов и электродвигателей постоянного и переменного тока также всегда сопровождается изложением некоторых конкретных данных, знакомящих учащихся с важнейшими параметрами электрических агрегатов (мощность, напряжение, число оборотов и др.). Например, электродвигатели постоянного тока используются на транспорте: в электровозах, трамваях, троллейбусах, соответствующие данные о таких двигателях можно найти в табл. 327, 337, 339, 341.

При изучении вопросов, связанных с электрификацией СССР, применением электрической энергии в народном хозяйстве и с перспективами развития электроэнергетики в нашей стране, можно использовать материал таблиц 515, 532—540.

Электромагнитные колебания и волны. Радио сейчас применяется во многих областях науки и техники. Оно прочно вошло в жизнь и быт людей. Ежегодно в нашей стране выпускаются миллионы радиоприемников. Параметры многих батарейных и сетевых радиоприемников, выпущенных или выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. 418—420.

Для конкретизации изучения программных вопросов «Электронная лампа как генератор», «Электронная лампа как усилитель» собраны сведения об используемых в современной радиотехнике электронных лампах (табл. 403—409).

Классификация электромагнитных волн, применяемых в различных областях радиотехники, дана в табл. 219.

Очень большое значение в жизни и технике приобрели и такие области радио, как телевидение, радиолокация. В табл. 424, 425 можно найти характеристику телевизоров наиболее распространенных марок. В табл. 426 помещены основные данные, характеризующие судовые радиолокационные станции (радиус действия, обнаруживающая способность, длина волны и др.); их можно использовать при объяснении вопроса о радиолокации и ее применении.

Распространение света. Отражение и преломление света.

В табл. 222, 225 можно найти данные о силе света некоторых источников света, в табл. 229, 230 указаны нормы освещенности производственных и других помещений, рабочих мест. В связи со все более широким применением люминесцентного освещения в эти таблицы включены нормы освещенности в тех случаях, когда источником света служат люминесцентные лампы. Среди других показателей в табл. 447, 450—452 можно найти данные о величинах фокусных расстояний различных оптических систем, в табл. 453, 454 указаны размеры крупнейших линз и сферических зеркал телескопов, а в табл. 444, 445 есть сведения о применении зеркал в прожекторах.

Оптические приборы. В табл. 446—448, 450—454 даны важнейшие характеристики оптических приборов (фотоаппаратов, объективов фотоаппаратов, микроскопов, телескопов), а также данные о школьных телескопах и о крупнейших рефлекторах и рефракторах мира.

При изучении физики глаза могут быть использованы некоторые обобщенные данные о нем, содержащиеся в табл. 243.

Волновые свойства света. Закономерности и явления, изучаемые в этой теме, имеют разнообразные технические применения. Достаточно, например, указать на спектральный анализ, на использование в промышленности и медицине рентгеновских лучей или на технические применения таких составных частей спектра, как ультрафиолетовые и инфракрасные лучи.

Явление интерференции служит одним из наиболее важных доказательств волновых свойств света. Вместе с тем оно широко применяется в технике. Учитель часто говорит на уроке, например, об использовании интерференции в светотехнике. Речь идет о просветлении оптики, осуществляемой сейчас почти во всех сложных оптических системах, имеющих большое число стеклянных поверхностей (объективы фотоаппаратов, оптика перископов и др.). Табл. 245 показывает преимущества, которые имеет просветленная оптика по сравнению с обычной, непросветленной.

Сведения о наиболее важных областях применения инфракрасных лучей приведены в табл. 483, а ультрафиолетовых в табл. 484. В этих же таблицах есть краткие сведения о некоторых технических устройствах или приборах, с помощью которых получают названные излучения. Несколько таблиц характеризуют один из современных методов физического исследования — спектральный анализ и приборы, применяемые для его проведения. Некоторые данные, приведенные в этих таблицах, могут быть использованы при изложении вопросов: «Спектроскоп», «Спектральный анализ», «Применение спектрального анализа в науке и технике». Рассказывая о сущности спектрального анализа, о его преимуществах перед другими видами анализа (высокая чувствительность, быстрота, точность и др.), об областях его применения, полезно воспользоваться данными табл. 487. В табл. 456, 457 можно найти материал для иллюстрации рассказа об устройстве спектроскопа и других современных спектральных аппаратов, табл. 247 содержит данные, которые показывают роль спектрального анализа в истории развития науки.

Применение рентгеновских лучей в современном производстве и медицине освещается в табл. 480—482. Цифры, характеризующие рентгеновские установки, позволяют конкретнее рассказать о новых важных областях применения рентгеновских лучей (например, для анализа однородности различных металлических, пластмассовых и других деталей и изделий), отметить возможности рентгеновских установок (глубину просвечивания).

Изучение темы заканчивается обзором спектра электромагнитных волн. В табл. 248 все виды этих волн сведены воедино и дана их классификация.

Действие света. В табл. 428—431 приведены основные технические показатели различных фотоэлементов, а также указаны области их применения. Эти таблицы дают ряд сведений для конкретизации учебного материала по некоторым вопросам темы (фотореле, звуковое кино, люксметры), изложение которых связано с рассказом о фотоэлементах различных типов. О практическом применении явления люминесценции и об устройствах, в которых используется это явление, сказано в табл. 438, 484.

Строение атома. Теоретическое изучение вопросов, входящих в названную тему, заканчивается обычно рассказом учителя о практическом применении атомной энергии в мирных целях, о широких перспективах

ее использования в ближайшем будущем. При этом могут оказаться полезными сведения о ядерных реакциях (табл. 256), радиоактивных изотопах и областях их применения в современном производстве и медицине (табл. 257), об использовании гамма-излучения в технике, медицине и об аппаратах, применяемых при этом (табл. 485). Иллюстрируя на уроках рассказ о применении атомной энергии в мирных целях, следует привести еще ряд данных, которые могут быть взяты из таблиц, характеризующих первую атомную электростанцию (табл. 495), тепловой баланс атомной станции (табл. 117), атомный ледокол (табл. 344) и развитие атомных электростанций (табл. 496).

Сведения, содержащиеся в таблицах справочника, можно использовать не только на уроках при изучении ряда тем курса физики в VI—XI классах, но и для составления физических задач с жизненным практическим содержанием. В таких задачах входящие в них величины заимствуются из повседневной практики людей, из окружающей действительности. Особый интерес представляют физические задачи с техническим содержанием. К этим задачам следует отнести такие, в которых данные берутся из различных областей техники и отражают реальные количественные отношения, характеризующие тот или иной технический объект, его действие и т. п.

Значение решения таких задач в процессе изучения физики общеизвестно. Они заинтересовывают учащихся, хорошо вскрывают связь физики с техникой, позволяют прививать учащимся навыки расчетов, нужных в практической жизни и для технических целей, показывают успехи нашего коммунистического строительства.

129187

Так как в справочнике имеется значительное количество таблиц из области энергетики, транспорта, строительного дела, сельскохозяйственной техники, то это позволяет во многих случаях отказаться от решения задач с устаревшими данными, заменив последние современными. Возможно, что такая замена устаревших или нереальных, но специально «подогнанных» данных новыми данными иногда несколько усложнит расчет, однако при хорошей математической подготовке учащихся это не вызовет затруднений и будет оправдано пользой, которую извлекут учащиеся, встречаясь с практикой, с реальными величинами, т. к. в жизни не приходится иметь дела с идеальными схемами, со специально подобранными данными.

Рассмотрим отдельные примеры того, как может быть использован справочник при составлении задач. (Естественно, что приводимые ниже задачи не составляют какой-либо системы и могут рассматриваться лишь как примерные.)

Весовые и габаритные параметры машин или их частей, размеры сооружений, ширина захвата рабочей части ряда сельскохозяйственных машин и орудий и многие другие показатели, содержащиеся в таблицах, позволяют составить упражнения, связанные с закреплением знаний метрических мер и умений свободно и безошибочно ими пользоваться (пример: определение часовой или дневной выработки комбайна по ширине захвата и скорости; выражение какой-либо величины в различных единицах меры).

Определение величины давления p по силе давления F и площади опоры S, силы давления — по давлению и площади опоры, площади опоры — по силе давления и давлению $\left(p = \frac{F}{S}\right)$ может быть произведено в задачах, составленных по табл. 78, 80, 367. В числовых характеристиках почти всех машин приведены скорости их движения (или

БИБЛИОТЕКА
Сам. ОХИ
гор. Самарканд

скорости движения отдельных узлов машин). Эти данные, а также данные, содержащиеся в специальных таблицах скоростей, позволяют составить необходимое число задач по вычислению любой из трех величин, входящих в формулу равномерного движения $s = vt$, а также использовать помещенные в таблицах значения скоростей для построения графиков пути и скорости равномерного движения.

Для составления задач по теме «Равномерно-переменное движение» в характеристиках транспортных машин помещены значения ускорения ряда машин (табл. 61, 63, 331, 337) и другие показатели, характеризующие равномерно-переменное движение (табл. 64—69). Эти данные позволяют составить ряд задач по расчету различных физических величин, входящих в формулы

$$v_t = v_0 \pm at; \quad v_t = at; \quad s = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}; \quad s = \frac{at^2}{2}; \quad v_t^2 = 2as \text{ и др.},$$

а также построены графики скоростей равномерно-переменного движения.

Примеры. 1. Автомобиль ГАЗ-51, трогаясь с места и двигаясь с ускорением, проходит 200 *м* за 28 *сек*. Найти величину ускорения (табл. 65).

2. Среднее замедление троллейбуса МТБ-82 при торможении равно $1 \frac{м}{сек^2}$. Определить, какое время потребуется троллейбусу, движущемуся со скоростью 36 $\frac{км}{ч}$, для полной остановки и какой путь с начала торможения он пройдет (табл. 337).

3. В автомобиле «Победа», движущемся со скоростью 50 $\frac{км}{ч}$, выключают двигатель. До полной остановки он проходит по горизонтальной дороге расстояние 455 *м*. Сколько времени автомобиль двигался по инерции? (табл. 68).

Важными расчетами в технике являются расчеты, связанные с применением коэффициента трения. Это объясняется тем, что коэффициент трения определяет величину тяги различных машин и механизмов. Особенно важными следует считать тяговые расчеты, относящиеся к транспортным средствам (локомотивам, автомобилям и др.). Определение силы тяги производится по формуле $F = kP$, где k — коэффициент трения скольжения между движителем (например, колесами, гусеницами) и поверхностью дороги или рельсов, а P — сцепной вес машины. В табл. 89, 91, 93, 276, 284, 326 можно найти значения коэффициентов трения скольжения (его при тяговых расчетах часто называют коэффициентом сцепления) для автомобилей, тракторов, локомотивов, а также величину сцепного веса. Эти данные позволяют составить задачи, связанные с расчетом предельных тяговых усилий, развиваемых той или иной машиной.

Пусть, например, требуется определить наибольшую силу тяги, которую могут развить колеса автомобиля «Победа» при движении по грунтовой горизонтальной дороге. В табл. 89, 276 находим, что нагрузка на ведущие колеса автомобиля (т. е. его сцепной вес*) состав-

* *Сцепной вес* — сила, с которой вращаемые двигателем колеса прижаты к поверхности дороги или к рельсам, т. е. та часть веса паровоза, автомобиля, трактора, которая падает на ведущие колеса. Для гусеничного трактора сцепной вес равен весу трактора.

ляет 955 *кГ*, а коэффициент сцепления равен 0,5. Наибольшая сила тяги на ободах ведущих колес автомобиля при этих условиях может достичь:

$$F_{\text{макс. тяга}} = kP_{\text{сцепл.}} = 0{,}5 \cdot 955 = 477{,}5\ кГ.$$

Аналогично определяется предельная сила тяги для различных локомотивов, тракторов.

Для подсчета величины сопротивления движению транспортных средств, т. е. силы тяги, необходимой для их передвижения по горизонтальному пути, нужно знать следующие величины: силу сопротивления качению, силу сопротивления воздуха, силу сопротивления разгону. Величину первой силы легко найти, зная коэффициент сопротивления качению и полный вес экипажа.

Например, автомобилю «Победа» при равномерном движении с полной нагрузкой по грунтовой горизонтальной дороге нужно преодолевать силу сопротивления качению, равную:

$$F_к = Pk_{\text{сопр.}} = 1835 \cdot 0{,}025 \approx 45{,}9\ кГ \text{ (табл. 90,276).}$$

Так как коэффициент сопротивления качению при небольших скоростях $\left(\text{до } 100\ \frac{км}{ч}\right)$ постоянен, то сила сопротивления качению при изменении скорости в широких масштабах остается также практически постоянной (для нашего примера она равна 45,9 *кГ*). Следует, однако, иметь в виду, что величина мощности, идущая на преодоление сопротивления качению, при увеличении скорости увеличивается.

Точно так же находится и сила тяги, необходимая для передвижения железнодорожных составов, тракторов, мотоциклов.

Большие возможности для составления физических задач с реальными данными появляются при изучении (а также и при повторении) тем и вопросов: «Сила», «Законы Ньютона», «Механическая энергия». Данные о тяговых усилиях тракторов и локомотивов (табл. 70, 71) и соответствующих им скоростях (табл. 48), тяговых сопротивлениях прицепных сельскохозяйственных орудий (табл. 73), сопротивлениях, преодолеваемых резцами токарных станков, и скоростях вращения шпинделей (табл. 381), мощностях различных двигателей и развиваемых ими силах и многие другие позволяют составить ряд задач, решение которых связано с применением следующих формул:

$$F = ma;\quad A = Fs;\quad N = Fv;\quad N = \frac{Fv}{\eta};\quad T = \frac{mv^2}{2} \text{ и др.}$$

Возвращаясь к рассмотренному выше примеру движения автомобиля «Победа», можно найти силу сопротивления воздуха и силу сопротивления разгону автомобиля. При скорости движения 72 $\frac{км}{ч}$ сила сопротивления воздуха будет равна:

$$F_в = kSv^2 = 0{,}023 \cdot 2{,}16 \cdot 400 \approx 19{,}9\ кГ \text{ (табл. 101).}$$

Величину силы, сообщающей ускорение автомобилю (т. е. силы сопротивления разгону), можно найти по второму закону Ньютона. Определим, например, эту силу для случая, когда «Победа», трогаясь с места, движется с ускорением $a = 1{,}73\ \frac{м}{сек^2}$ (табл. 63):

$$F_у = ma = \frac{P}{g} \cdot a = \frac{1835 \cdot 1{,}73}{9{,}8} = 323{,}9\ кГ.$$

Для прямолинейного движения автомобиля по горизонтальной дороге максимальная тяговая сила ведущих колес автомобиля (см. стр. 19) должна быть больше суммы сил сопротивления качению, сопротивления воздуха и сопротивления разгону. При равномерном движении $F_y = 0$.

Пользуясь формулой $N = Fv$, нетрудно подсчитать величины мощностей, идущих на преодоление различных сопротивлений движению автомобиля.

Выше были рассмотрены некоторые возможности использования данных, помещенных в справочнике, для составления задач по динамике автомобиля. Приведем еще несколько примеров задач, в содержании которых использованы данные из других областей техники.

Примеры. 1. Чему равна наибольшая сила тяги двухсекционного тепловоза ТЭ-3 при скорости 21 $\frac{км}{ч}$ и мощности на ободе колес 3150 *л. с.*? (табл. 326).

2. Скорость самолета ИЛ-14 в конце разбега 42 $\frac{м}{сек}$. Какую мощность развивают двигатели самолета при разбеге, если вес самолета 17 200 *кГ*, коэффициент сопротивления качению 0,018, а длина разбега 500 *м*? Сопротивление воздуха в расчет не принимать (табл. 88, 349).

3. Определить к. п. д. гидротурбины, которая при напоре 3,5 *м* имеет мощность 223 *квт*; расход воды через турбину 7,4 $\frac{м^3}{сек}$ (табл. 310).

4. Найти силу, необходимую для торможения автомобиля «Москвич-401» (вес 1150 *кГ*), движущегося со скоростью 50 $\frac{км}{ч}$, если тормозной путь при этой скорости равен 11,6 *м* (табл. 67).

Решение. При торможении совершается работа A против сил трения F за счет кинетической энергии T движущегося автомобиля:

$$A = Fs; \quad T = \frac{mv^2}{2} = \frac{P \cdot v^2}{2g}; \quad A = T;$$

откуда

$$F = \frac{P \cdot v^2}{2gs} \approx \frac{1150 \cdot 14^2}{2 \cdot 10 \cdot 11{,}6} = 971{,}6 \text{ кГ}.$$

При характеристике вращающихся частей машин наряду со скоростью вращения в таблицах приводятся данные о размерах вращающихся тел, что позволяет использовать такие данные для составления задач по определению линейной и угловой скоростей этих тел, по определению числа оборотов.

Примеры. 1. Рабочее колесо турбины Цимлянской ГЭС имеет диаметр 6,6 *м* и делает 88,3 $\frac{об}{мин}$. Какова линейная скорость точек колеса, наиболее удаленных от его оси? (табл. 312).

2. Пассажирский тепловоз ТЭ-3 движется со скоростью 100 $\frac{км}{ч}$. Диаметр ведущих колес 1050 *мм*. Определить угловую скорость колес (табл. 326).

3. Маховик локомобиля П-75 (диаметр 1,6 *м*) делает 280 $\frac{об}{мин}$. Найти скорость вращения ротора генератора, соединенного ременной

передачей с маховиком, если шкив ротора имеет диаметр 600 *мм* (табл. 299).

Решение задач с техническим содержанием служит, в частности, одной из важных форм установления связи курса физики с жизнью, практикой, с производительным трудом учащихся, является одной из форм осуществления межпредметных связей.

Например, при повторении вопросов кинематики поступательного движения, при изучении вращательного движения, газовых законов представляет интерес решение задач, связывающих знания, получаемые на уроках физики и машиноведения. К числу таких задач относятся те, которые содержат данные о передаточных числах механизмов машин и станков, о скоростях движения и ускорениях отдельных узлов машин, о тепловых процессах в работающих двигателях внутреннего сгорания и др.

Примеры. 1. Якорь тягового двигателя моторвагонной секции делает 1100 $\frac{об}{мин}$. Зубчатое колесо якоря имеет 19 зубьев, а зубчатое колесо движущей оси секции — 70. Диаметр колес секции — 1050 *мм* (табл. 331). Определить скорость движения секции.

2. Коленчатый вал двигателя автомобиля ЗИЛ-110 вращается со скоростью $n_к = 2000\ \frac{об}{мин}$. Найти число оборотов ведущих колес на первой передаче и скорость движения автомобиля.

Решим вторую задачу. Передаточное число первой передачи автомобиля — 2,43, а передаточное число главной передачи — 4,36 (табл. 278). Следовательно, общее передаточное число силовой передачи при движении на первой скорости равно:

$$i = 2{,}43 \cdot 4{,}36 = 10{,}6.$$

Число оборотов ведущих колес:

$$n = \frac{n_к}{i} = \frac{2000}{10{,}6} \approx 189\ \frac{об}{мин} = 3{,}1\ \frac{об}{сек}.$$

Скорость движения автомобиля на первой передаче:

$$v = 2\pi Rn = 6{,}28 \cdot 0{,}38 \cdot 3{,}1 \approx 7{,}4\ \frac{м}{сек}$$

(R — радиус качения колеса, табл. 276).

3. Найти среднюю скорость движения поршня в цилиндре двигателя автомобиля «Москвич-407», если известно, что ход поршня 75 *мм* и коленчатый вал делает 4300 $\frac{об}{мин}$ (табл. 277).

Решение. В течение одного оборота коленчатого вала поршень совершает два хода. Следовательно, за 1 *мин* поршень пройдет путь:

$$s = 2ln = 2 \cdot 0{,}075 \cdot 4300 = 645\ м.$$

Средняя скорость движения поршня:

$$v_{ср} = \frac{s}{t} = \frac{645}{60} \approx 10{,}8\ \frac{м}{сек}.$$

Большой интерес у учащихся вызывают задачи, связанные с запуском искусственных спутников Земли, с космическими полетами.

Например, задача на расчет скорости ракеты-носителя, которую она должна приобрести для вывода спутника Земли на орбиту определенной высоты. В табл. 362 указано, что первый корабль-спутник был выведен на круговую орбиту, высота которой над Землей 320 *км*. Определим для этого случая конечную скорость ракеты-носителя корабля-спутника (величина этой скорости равна скорости движения спутника по орбите вокруг Земли). Для упрощения задачи будем считать, что сопротивление на большой высоте невелико и им можно пренебречь.*

При полете спутника центростремительная сила, удерживающая его на орбите, равна весу спутника на данной высоте: $P = F$.

Вес корабля-спутника определяется формулой: $P = \gamma \frac{mM}{R^2}$, где R — расстояние от центра Земли до спутника, M — масса Земли. Величина центростремительной силы равна: $F = \frac{mv^2}{R}$, где v — скорость движения спутника по орбите (т. е. конечная скорость, сообщенная ракетой спутнику), m — масса спутника:

$$\frac{mv^2}{R} = \gamma \frac{mM}{R^2}, \text{ откуда } v = \sqrt{\gamma \frac{M}{R}}. \quad (1)$$

В табл. 31 находим числовое значение постоянной всемирного тяготения $\left(\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-8} \frac{см^3}{г \cdot сек^2}\right)$, в табл. 260, 266 — величину массы Земли ($M = 5{,}98 \cdot 10^{24}\ г = 5{,}98 \cdot 10^{27}\ г$) и радиуса Земли ($R \approx 6374\ км$). Высота полета корабля-спутника над Землей 320 *км*. Подставляя в формулу (1) соответствующие значения, получим:

$$v = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{27}}{6691 \cdot 10^5}} \approx 7{,}7 \frac{км}{сек}.$$

Данные, характеризующие процесс изменения состояния газа при работе двигателя внутреннего сгорания, позволяют составить ряд задач по теме «Свойства газов». В частности, пользуясь уравнением состояния газа, можно определить любую из величин, входящих в это уравнение (p_1, V_1, t_1, p_2, V_2, t_2), заимствовав из таблиц значения остальных величин. Для примера рассмотрим процесс сжатия воздуха в цилиндре дизеля и найдем температуру воздуха в конце такта сжатия.

Примем температуру воздуха, поступившего в цилиндр в конце такта впуска, $t_1 = 40°$ (табл. 124). В табл. 78 находим, что до сжатия давление $p_1 = 0{,}8$ *ат*. Положим, что степень сжатия равна 15 (табл. 284), т. е. $V_1 = 15\,V_2$; давление воздуха в конце сжатия $p_2 = 35$ *ат* (табл. 78). Определим температуру сжатого воздуха:

$$\frac{p_1 V_1}{273 + t_1} = \frac{p_2 V_2}{273 + t_2}; \quad \frac{0{,}8 \cdot 15 V_2}{273 + 40} = \frac{35 \cdot V_2}{273 + t_2};$$

$$\frac{313 \cdot 35 V_2}{0{,}8 \cdot 15 V_2} = 273 + t_2;$$

$$t_2 = \frac{313 \cdot 35}{0{,}8 \cdot 15} - 273 = 913 - 273 = 640°.$$

* Данные о плотности земной атмосферы, полученные в результате запуска геофизических ракет и искусственных спутников, показывают, что высота круговой орбиты порядка 300 *км* уже достаточна для того, чтобы спутник в своем движении не испытывал заметного аэродинамического сопротивления и существовал бы в течение нескольких недель.

Работая в мастерских, на производстве, имея дело со станками, учащиеся сталкиваются с вычислением скорости и мощности резания, силы резания, числа оборотов деталей и пр.

Навыки подобных вычислений можно привить учащимся при решении задач.

Например, ученику, работающему на токарном станке, при обработке детали заданного размера иногда нужно настроить станок на такое число оборотов шпинделя, чтобы получить требуемую скорость резания. Решение в классе задачи примерно такого содержания: Какое число оборотов должен делать валик диаметром... *мм* при скорости резания... $\frac{м}{мин}$? — поможет ученику в производственных условиях увереннее найти нужную величину. Приведем в качестве примеров еще несколько задач, которые можно решить при изучении вращательного движения (табл. 380, 381).

1. Определить скорость резания, если диаметр обрабатываемой поверхности детали равен 60 *мм*, а шпиндель делает 300 $\frac{об}{мин}$.

2. Какое число оборотов в минуту делает деталь диаметром 50 *мм*, если скорость резания 47,1 $\frac{м}{мин}$?

3. Найти толщину детали, если ее просверлили спиральным сверлом диаметром 10 *мм* за 12 *сек*. Подача сверла 0,3 $\frac{мм}{об}$, скорость резания 20,1 $\frac{м}{мин}$.

Подобного рода задачи, связывающие знания физики с производственными вопросами, следует решать и при изучении других тем курса. Например, при изучении и повторении темы «Механическая энергия» полезно решить несколько задач на определение силы резания на токарном станке, мощности резания при заданных подаче, глубине и коэффициенте резания. При изучении же темы «Теплота и работа» — задачу на определение количества теплоты, выделяющейся при резании металла.

Примеры (табл. 74, 381). 1. Определить силу резания при обработке валика из легированной конструкционной стали (коэффициент резания 236 $\frac{кГ}{мм^2}$), если глубина резания 4 *мм*, а подача — 0,5 $\frac{мм}{об}$.

2. Чему равна мощность при точении (в *квт*), если сила резания 950 *кГ*, скорость резания 30 $\frac{м}{мин}$, а к. п. д. станка 80%?

3. Какую мощность должен иметь электродвигатель станка, чтобы на нем можно было обтачивать деталь диаметром 30 *мм* при скорости вращения шпинделя 420 $\frac{об}{мин}$? Глубина резания 3 *мм*, подача 0,4 $\frac{мм}{об}$, коэффициент резания 200 $\frac{кГ}{мм^2}$. К. п. д. станка 70% (табл. 381).

Решение. Подставляя в формулу

$$N = \frac{P_z v}{102\eta} \ (квт)$$

значения скорости резания $v = \frac{\pi Dn}{1000 \cdot 60} \left(\frac{м}{сек}\right)$ и силы резания $P_z = kSt$ $(кГ)$, получаем:

$$N = \frac{\pi DnkSt}{1000 \cdot 60 \cdot 102\eta} = \frac{3{,}14 \cdot 30 \cdot 420 \cdot 200 \cdot 0{,}4 \cdot 3}{1000 \cdot 60 \cdot 102 \cdot 0{,}7} \approx 2{,}2 \text{ } квт.$$

4. Сечение чугунной стружки, снимаемой резцом, 3 $мм^2$, скорость резания 26 $\frac{м}{мин}$, коэффициент резания 100 $\frac{кГ}{мм^2}$. Считая, что вся затрачиваемая на резание механическая энергия превращается во внутреннюю, определить количество теплоты, образующейся при резании за 2 *мин*.

Таблицы, характеризующие различные электрические машины и устройства, содержат, как правило, данные, относящиеся к мощности, рабочей величине тока или напряжению, что дает возможность использовать эти данные для составления расчетных задач на закон Ома для участка цепи, на закон Джоуля — Ленца, на вычисление мощности и работы электрического тока.

Примеры. 1. Мощность тягового электродвигателя электровоза ВЛ-22^м — 400 *квт*. Определить напряжение на коллекторе двигателя, если ток, протекающий в цепи двигателя, равен 290 *а* (табл. 327).

2. Определить падение напряжения в линии электропередачи Кашира — Москва. Длина линии 112 *км*, ток 150 *а*, площадь сечения токоведущей алюминиевой жилы $\left(\rho = 0{,}029 \frac{ом \cdot мм^2}{м}\right)$ кабеля 150 $мм^2$ (табл. 503).

Решение. $U = IR = I\rho \frac{l}{S}$. Линия имеет два одножильных кабеля, поэтому $l = 2 \cdot 112 = 224$ *км*:

$$U = \frac{150 \cdot 0{,}029 \cdot 224000}{150} = 6496 \text{ } в.$$

Таким образом, падение напряжения в линии при токе 150 *а* составляет примерно 3% от напряжения электропередачи.

Ряд задач может быть составлен на расчет коэффициента полезного действия той или иной машины или установки.

Пользуясь, например, данными о часовом расходе топлива двигателем на одну лошадиную силу, нетрудно предложить задачи примерно следующего содержания.

Двигатель трактора С-80 расходует на 1 *л. с.* в час 215 *г* дизельного топлива (теплота сгорания 10 180 $\frac{кал}{г}$). Определить к. п. д. двигателя (табл. 152, 284).

В табл. 326 приведены данные о новом тепловозе серии ТЭ-3. Из нее мы узнаем, что силовая установка каждой из двух секций состоит из дизеля мощностью 2000 *л. с.* Соединенный с дизелем главный генератор имеет напряжение 550 *в* при токе 2455 *а*. Соответственно указанным данным можно определить к. п. д. установки дизель-генератор. В той же таблице указано, что главный генератор питает током шесть тяговых электродвигателей мощностью по 206 *квт* каждый. Это дает возможность в свою очередь найти величину к. п. д. установки генератор-электродвигатель.

Данные, содержащиеся в пособии, можно использовать также для составления задач, знакомящих учащихся с элементами сельскохозяйственной техники. Это важно сделать потому, что в задачниках подобных задач содержится мало.

Почти все таблицы, характеризующие автомобили и тракторы, являются источником числовых данных для составления задач. В разделе, посвященном двигателям и генераторам, большое число таблиц содержит параметры технических объектов, применяемых в сельском хозяйстве. К числу таких объектов относятся локомобили, паросиловая установка ЛПУ-1, ветродвигатели, некоторые дизели, различные сельскохозяйственные машины и орудия. Это позволяет почти по всем темам раздела «Механика» составить задачи. Особенно полезны будут решения этих задач по таким темам, как «Механическая энергия», «Сложение и разложение сил», «Криволинейное движение. Вращательное движение».

В сельскохозяйственном производстве многие расчеты связаны с теми знаниями по физике, которые даются учащимся в этих темах. Табл. 48, 71 (тяговые усилия и скорости тракторов), табл. 73 (тяговые сопротивления сельскохозяйственных машин) и другие таблицы могут послужить источником для подбора задач по определению работы, выполняемой различными тракторами, развиваемой ими мощности или преодолеваемого сопротивления и т. д.

Примеры. 1. Определить мощность трактора С-80, развиваемую на крюке при скорости 9,65 $\frac{км}{ч}$ и тяговом усилии 1500 $кГ$, и величину работы, выполненной за 2 $ч$ (табл. 48, 71).

2. Мощность трактора ДТ-54 на крюке составляет 37 $л.\ с.$ Можно ли прицепить к пятилемешному плугу, который он тянет, борону БД-3,4? Тяговое сопротивление плуга 1500 $кГ$, бороны 600 $кГ$. Скорость движения должна быть 6,28 $\frac{км}{ч}$ (табл. 73, 284).

3. Мощность двигателя трактора КД-35 37 $л.\ с.$ Какова мощность трактора на крюке, если он движется по свежевспаханному полю (коэффициент сопротивления качению 0,1) на пятой передаче $\left(9{,}17\frac{км}{ч}\right)$? Вес трактора 3880 $кГ$ (табл. 48, 80, 92, 284).

Таблицы, характеризующие многие сельскохозяйственные машины (табл. 372—374), содержат данные, относящиеся к вращающимся частям этих машин, что дает возможность находить в задачах различные величины, определяющие вращательное движение.

Нет необходимости рассматривать большее число примеров на составление физических задач с техническим содержанием. В зависимости от потребности в таких задачах и в зависимости от изучаемой темы учитель сумеет подобрать необходимое их количество. Следует лишь отметить, что во всех таких задачах должно быть обеспечено полное соответствие их содержания тем знаниям, которые приобретаются учащимися на уроках, и что на первый план должна выдвигаться физическая сущность задач, так как работа по их составлению не является самоцелью.

Остановимся далее на вопросе использования таблиц, помещенных в книге, при подготовке и проведении с учащимися экскурсий к техническим объектам.

Необходимое условие успешного проведения любой экскурсии — серьезное изучение учителем тех технических объектов, к которым она

проводится. В практике преподавания эта работа нередко затрудняется тем, что под рукой не оказывается нужной литературы, которая знакомила бы не только с общими принципами действия и устройства, но и давала бы характеристику данного конкретного технического объекта (например, локомобиля конкретной марки, трактора и т. д.). Работа учителя на экскурсии не может ограничиваться лишь качественным описанием объекта, не содержащим никаких числовых характеристик. Это и понятно, т. к. экскурсия должна дать некоторый материал для элементарных расчетов, связанных с ее проведением (например, определение по весу трактора, длине и ширине его гусениц — давления, по расходу горючего и развиваемой мощности — к. п. д. двигателя и т. п.). Кроме того, отсутствие в рассказе учителя количественных характеристик объекта значительно уменьшает учебное значение экскурсии, затрудняет понимание и усвоение пояснений учителя, т. к. в этом случае сообщаемые знания ничем не конкретизируются, не подтверждаются соответствующими данными. Поэтому учитель должен не только хорошо знать экскурсионный объект с «физической стороны», но и помнить некоторые параметры его основных узлов.

В связи с этим в пособии помещены таблицы о многих широко применяющихся в народном хозяйстве страны машинах, технических устройствах, которые часто служат объектами экскурсий по физике.

Естественно, что в настоящем пособии не могли быть собраны сведения обо всех решительно машинах и устройствах, которые могут служить такими объектами. Однако подбор таблиц и отбор данных для них сделан так, что учитель найдет ряд нужных ему справочных сведений для проведения наиболее важных производственных экскурсий.

При проведении, например, экскурсий для осмотра автомобиля или трактора учитель из таблиц раздела «Автомобили, мотоциклы, мотороллеры» или раздела «Тракторы» может использовать необходимые ему общие сведения об этих машинах, сведения о двигателе (число цилиндров, мощность и т. п.), о некоторых динамических качествах машин и ряд других сведений, обычно сообщаемых учащимся во время экскурсии (скорость, грузоподъемность, расход топлива и др.).

Учебную экскурсию по физике на местную электростанцию следует считать одной из наиболее важных в общей системе экскурсий. В связи с этим, а также в связи с быстрым развитием сельской электрификации в справочнике отведено большое место основным характеристикам гидротурбин и гидрогенераторов сельских электростанций (табл. 310, 311). Эти характеристики помогут подготовить и провести экскурсию на местную ГЭС.

Данные, содержащиеся в таблицах, дают основные сведения и о многих других технических устройствах, которые могут служить объектами для экскурсий. Среди них можно назвать такие машины и установки, как подъемные краны, экскаваторы, паровозы, электровозы, тепловозы, трамваи, троллейбусы, ветродвигатели, локомобили, компрессоры, молотилки, стационарные дизели и другие.

Кроме того, содержащиеся в справочных таблицах сведения помогут учителю при проведении экскурсий в железнодорожное депо, трамвайный и троллейбусный парки, парк сельскохозяйственных машин, на тепловую электростанцию, механизированную животноводческую ферму и на многие другие технические и производственные объекты.

Во время проведения экскурсий, а также на уроках учитель освещает вопросы, связанные с историей техники (постройка первого самолета, изобретение паровой машины и др.). Поэтому в справочнике,

помимо особой его части «Памятные даты истории науки и техники», есть таблицы, характеризующие некоторые машины, технические устройства и сооружения, представляющие исторический интерес. Во многих случаях полезно и весьма поучительно сопоставить перед учащимися параметры современной машины с теми параметрами, которые имела первая такая же машина (например, сравнить давление пара в первых паровых машинах и в современных машинах, сравнить мощность, скорость и т. п.) Подобные сравнения хорошо иллюстрируют огромный прогресс науки и техники, убедительно показывают современные технические достижения.

Наконец, необходимо указать на возможность использования справочника в целях формирования у учащихся навыка, важного для практической деятельности; — навыка самостоятельной работы со справочной литературой. Квалифицированному работнику любой отрасли промышленного или сельскохозяйственного производства, транспорта, строительства, связи нужны сведения и данные как для пополнения своих знаний, так и для решения различных вопросов, возникающих в процессе труда. В соответствии с этим в школе следует обратить серьезное внимание на то, чтобы учащиеся приобретали навыки пользования энциклопедиями и различного рода справочниками. Для этого нужна длительная тренировка. Методика формирования указанного навыка сводится к постепенному ознакомлению, а затем и к обучению учащихся пользованию справочником.

Вначале учащихся рекомендуется познакомить с тем, что имеется специальная литература, в которой собраны данные, относящиеся к той или иной области науки, техники, производства. Рассказывая, например, о механическом движении, называя числовые значения физических величин (скорость, средняя скорость, ускорение и т. п.), учитель пользуется справочником, приводит оттуда цифры, характеризующие числовое значение соответствующих физических величин применительно к различным машинам, станкам, устройствам. Оттуда же берутся данные для простых упражнений, например, такого типа: максимальная скорость автомобиля (паровоза, самолета и т. п.) «Волга» — 130 $\frac{км}{ч}$. Выразить эту скорость в $\frac{м}{сек}$.

При опросе учащихся учитель предлагает ученику привести из справочника для иллюстрации своего ответа некоторые числовые характеристики (справочник дается ученику с указанием таблицы, которая содержит нужные данные).

Затем учитель включает в домашнее задание вопросы, связанные с самостоятельным использованием справочника: по таблице такой-то ознакомиться с числовым значением изученной величины на производстве, в технике, сравнить ее для различных случаев (например, сравнить значения коэффициентов трения — скольжения и качения, познакомиться с величинами сил — тяги трактора, силой резания и т. п.). Учащимся уже не указываются таблицы, в которых можно найти числовое значение той или иной величины, изученной на уроке, это они делают теперь самостоятельно. На уроках для иллюстрации своих ответов учащиеся пользуются данными, заимствованными из справочника (нормы освещенности, величины напряжения и токов в различных устройствах и т. п.). При решении задач учащиеся берут значения физических величин из таблиц справочника. Учитель при изучении отдельных вопросов (например, успехи электрификации в СССР, применение тепловых двигателей в промышленности, сельском хозяйстве и

на транспорте, ветряные двигатели, электрические станции, гидротурбины, трансформаторы и др.) рекомендует этот материал не только изучить по учебнику, но и использовать справочник, найдя в нем данные, относящиеся к этим вопросам. Так постепенно учащиеся будут вырабатывать один из необходимых в жизни навыков — навык самостоятельной работы с техническими справочниками.

В процессе подготовки и проведения занятий технических кружков и прежде всего таких кружков, в которых изучаются автомобиль, трактор, сельскохозяйственные машины и орудия, учитель — руководитель кружка — может найти в таблицах сведения, которые помогут ему в работе. Следует, однако, иметь в виду, что углубленное, детальное изучение той или иной машины, конечно, потребует более подробных и разнообразных сведений по сравнению с теми, которые даны в этом пособии. В таких случаях учитель должен будет обратиться к специальным техническим справочникам, содержащим исчерпывающие сведения по тому или иному техническому объекту.

Известную помощь может оказать настоящее пособие и при подготовке школьных вечеров, посвященных вопросам истории техники и физики или вопросам их развития, при составлении задач для олимпиад, при выпуске стенных газет, посвященных отдельным проблемам техники, ее успехам и достижениям, а также юбилейным датам.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

МЕРЫ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Латинский и греческий алфавиты

A a — а	*N n* — эн	Α α — альфа	Ν ν — ни (ню)
B b — бе	*O o* — о	Β β — бета	Ξ ξ — кси
C c — це	*P p* — пэ	Γ γ — гамма	Ο ο — омикрон
D d — де	*Q q* — ку	Δ δ — дельта	Π π — пи
E e — е	*R r* — эр	Ε ε — эпсилон	Ρ ρ — ро
F f — эф	*S s* — эс	Ζ ζ — дзета	Σ σ — сигма
G g — ге (же)	*T t* — тэ	Η η — эта	Τ τ — тау
H h — ха (аш)	*U u* — у	Θ θ — тэта	Υ υ — ипсилон
I i — и	*V v* — ве	Ι ι — иота	Φ φ — фи
J j — йот (жи)	*W w* — дубль-ве	Κ κ — каппа	Χ χ — хи
K k — ка	*X x* — икс	Λ λ — ламбда	Ψ ψ — пси
L l — эль	*Y y* — игрек	Μ μ — ми (мю)	Ω ω — омега
M m — эм	*Z z* — зет		

2. Римские цифры

I = 1; V = 5; X = 10; L = 50; C = 100; D = 500; M = 1000.

При помощи повторения указанных цифр записываются все натуральные числа. Если в числе большая цифра стоит перед меньшей, то они складываются, если же меньшая перед большей, то из большей вычитается меньшая, а разность между двумя цифрами суммируется с другими цифрами — слагаемыми. Последнее правило применяется только во избежание четырехкратного повторения одной и той же цифры.

MCMLXI = 1961

3. Часто встречающиеся латинские и греческие названия числительных

Цифры	Числительные количественные		Числительные порядковые		
	латинские	греческие	русские	латинские	греческие
1	уни-	моно-	первый	прим-	прото-
2	ду-; би-	ди-	второй	секунд-	девтеро-
3	три-	три-	третий	терци-	трито-
4	квадри-	тетра-	четвертый	кварт-	
5	квинква-	пента-	пятый	квинт-	
6	секса-	гекса-	шестой	секст-	
7	септуа-	гепта-	седьмой	септим-	
8	окто-	окта-			
9	нона-	эна-(нона-)			
10	деци-	дека-	русские	латинские	греческие
11	ундеци-	гендека-	дважды	бис-	дис-
12	дуодеци-	додека- *	трижды	тер-	трис-
20	вигинти-	икоса- **	простой	симпл-	
100	центи-	гекато- ***	двойной	дупл-	
1000	милли-	хилио- ***	много		поли-
10000		мирна-	Pro centum (%) — на сто Pro mille (‰) — на тысячу		

* 13 — тридека, 14 — тетрадека, 15 — пентадека и т. п.
** В следующих десятках окончание конта, например 30 — триконта, 40 — тетраконта, 70 — гептаконта и т. п.
*** Упрощены в гекто- и кило-.

4. Образование кратных и дольных единиц измерения

Кратные и дольные единицы образуются путем умножения или деления на степень числа 10. Их наименования получаются прибавлением указанных в таблице приставок к наименованиям основных и производных единиц.

Наименование приставки		Кратность и дольность	Сокращенные обозначения: русскими буквами	Сокращенные обозначения: латинскими, греческими буквами	Наименование приставки		Кратность и дольность	Сокращенные обозначения: русскими буквами	Сокращенные обозначения: латинскими, греческими буквами
Греч.	Тера	10^{12}	*Т*	T	Латин.	Деци	10^{-1}	*д*	d
	Гига	10^{9}	*Г*	G		Санти	10^{-2}	*с*	c
	Мега	10^{6}	*М*	M		Милли	10^{-3}	*м*	m
	Кило	10^{3}	*к*	k	Греч.	Микро	10^{-6}	*мк*	μ
	Гекто	10^{2}	*г*	h		Нано	10^{-9}	*н*	n
	Дека	10^{1}	*да*	da		Пико	10^{-12}	*п*	p

5. Буквенные обозначения основных физических и общетехнических величин

Наименования	Обозначения	
	основные	запасные
Амплитуда колебания	a, A*	
Вес атомный	A	
Вес	G	P, Q
Вес молекулярный	M	μ
Вес объемный	γ_V или $\gamma_{об}$	
Вес удельный	γ	
Влажность весовая	α	
Влажность относительная	φ	
Время	t	τ
Высота	H, h	
Газовая постоянная универсальная	R	
Грамм-атом	$г \cdot атом$	
Грамм-молекула	$г \cdot мол$	
Давление	p	
Диаметр	D, d	
Длина	L, l	
Длина волны	λ	
Емкость электрическая	C	
Запас прочности	n	
Заряд электрический; количество электричества	Q, q	
Заряд электрона	e	q
Индуктивность; коэффициент самоиндукции	L	
Индукция магнитная	B	
Индукция электрическая	D	
Квант энергии	ε	
Количество движения	κ	
Количество теплоты	Q	
Количество электричества	Q, q	
Коэффициент взаимной индукции	M	
Коэффициент вязкости	μ	η
Коэффициент линейного расширения	α	β
Коэффициент объемного расширения	β	α
Коэффициент отражения	ρ	
Коэффициент поверхностного натяжения	σ, α	
Коэффициент поглощения	α	
Коэффициент полезного действия	η	
Коэффициент преломления	n	
Коэффициент самоиндукции	L	
Коэффициент теплопроводности	λ	

* Амплитуды различных физических величин допускается обозначать буквой, применяемой для данной величины, с подстрочным нулевым индексом или индексом m (например, E_0 или E_m для напряженности электрического поля).

Продолжение

Наименования	Обозначения	
	основные	запасные
Коэффициент трения качения	k	
Коэффициент трения скольжения	f	μ
Коэффициент электрического сопротивления (температурный)	α	
Модуль упругости (Юнга)	E	
Момент силы	M	
Мощность	N или P	
Мощность активная	P	P_a
Мощность кажущаяся	S	P_k, P_i
Мощность мгновенная	p	
Мощность реактивная	Q	P_p, P_r
Напряжение (электрическое)	U, u	e
Напряженность магнитного поля	H	
Напряженность электрического поля	E	
Объем	V	
Освещенность	E	
Период колебания	T	τ
Плотность	ρ	
Плотность электрического заряда объемная	ρ	
Плотность электрического заряда поверхностная	σ	
Плотность электрического тока	δ	j
Площадь	S или F	
Показатель преломления	n, n_λ	
Постоянная Планка (квантовая постоянная)	h	
Постоянная Ридберга	R	
Постоянная Стефана-Больцмана	σ	
Потенциал векторный	A	
Потенциал скалярный	φ	
Поток магнитный	Φ	
Поток электрического смещения, поток электрической индукции	Ψ	N, Q
Поток световой	Φ	
Предел прочности	σ_b	
Предел упругости	σ_y	
Проводимость активная электрическая	g	
Проводимость магнитная	G	Λ
Проводимость полная электрическая	ν	
Проводимость удельная электрическая	γ	
Проницаемость диэлектрическая	ε	
Проницаемость магнитная	μ	
Путь	s	
Работа	A, L, W	
Радиус	R, r	ρ
Разность фаз напряжения и тока	φ	
Разность фаз двух колебаний одинакового периода (в оптике)	δ	

Продолжение

Наименования	Обозначения	
	основные	запасные
Разность хода двух световых лучей	Δ	
Световой поток	Φ	
Сила	P, F, Q, R	
Сила касательная	T	
Сила нормальная	N	
Сила оптическая	Φ	
Сила света	I	
Скорость звука	a	
Скорость линейная	v	w, u
Скорость света	c	
Скорость угловая	ω	
Смещение электрическое (индукция электрическая)	D	
Сопротивление магнитное	R	
Сопротивление электрическое, активное	r	
Сопротивление электрическое, полное	z	
Сопротивление электрическое, реактивное	x	
Сопротивление электрическое удельное	ρ	
Степень сжатия	ε	
Стрела прогиба	f	
Твердость	H	
Температура	t	t°, ϑ
Температура абсолютная	T	T°, θ
Теплоемкость при постоянном давлении	c_p	
Теплоемкость при постоянном объеме	c_v	
Теплоемкость удельная	c	
Теплопроводность	λ	
Теплота парообразования удельная	r	
Теплота плавления удельная	λ	
Теплота сгорания	Q	H
Ток	I, i	
Увеличение линейное	β	
Угол отклонения светового луча призмой	ε	
Угол падения светового луча	i	
Угол поворота	φ	
Угол преломления или отражения светового луча	i'	
Угол телесный	ω	
Удлинение абсолютное	Δl	
Удлинение относительное	ε	e
Ускорение линейное	a	j
Ускорение силы тяжести (ускорение свободного падения)	g	
Ускорение угловое	ε	
Фаза колебания	φ	
Фокус линзы, зеркала	F	

Продолжение

Наименования	Обозначения	
	основные	запасные
Фокусное расстояние	f	
Центр сферической поверхности	C	
Частота колебаний	f	ν
Число оборотов в единицу времени	n	
Ширина	B, b	
Эквивалент единицы работы, тепловой (эквивалент работы, тепловой)	A или $\frac{1}{E}$	
Эквивалент единицы теплоты, механический (эквивалент теплоты, механический)	E	
Электродвижущая сила	E, e	
Электрона масса	m_e	
Энергия	E	
Энергия внутренняя	U	
Энергия кинетическая	T	
Энергия потенциальная	Π	
Энтропия	S	
Яркость	B	

Примечание. Запасные обозначения, как правило, употребляются в тех случаях, когда применение основных обозначений может вызвать недоразумение вследствие обозначения одной и той же буквой разных величин. В качестве буквенных обозначений латинского алфавита могут быть применены строчные буквы вместо указанных прописных (и наоборот), если прописные (строчные) уже использованы и если такая замена не вызовет недоразумения.

6. Буквенные обозначения основных физических и общетехнических единиц измерений

Наименования	Сокращенные обозначения	
	латинские или греческие	русские
Ампер	A	*а*
Ампервиток	At	*ав*
Ампер-секунда	A · s	*а · сек*
Ампер-час	A · h	*а · ч*
Ангстрем	Å	
Ар	a	*а*
Атомная единица массы	a. m. u.	а. е. м.
Атмосфера техническая	at или $\frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}\left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right)$*	*ат* или $\frac{кГ}{см^2}\left(\frac{кгс}{см^2}\right)$

Наименования	Сокращенные обозначения	
	латинские или греческие	русские
Атмосфера физическая		*атм*
Бар	bar	*бар*
Бел	B	*б*
Ватт	W	*вт*
Ватт-час	W · h	*вт · ч*
Вебер	Wb	*вб*
Вольт	V	*в*
Гал	gal	*гал*
Гаусс	Gs	*гс*
Гектар	ha	*га*
Генри	H	*гн*
Герц	Hz	*гц*
Гильберт	Gb	*гб*
Градус (по абсолютной шкале)	°K, grad **	°K, *град* **
Градус (по международной шкале)	°C, grad **	°C, *град* **
Грамм (масса)	g	*г*
Грамм (сила)	G	*Г*
Джоуль	J	*дж*
Дина	dyn	*дин*
Диоптрия		*дптр*
Инерта		*и*
Калория	cal	*кал*
Карат	ct	
Килограммометр	kG · m	*кГ · м*
Кулон	C	*к*
Кюри		*с*
Литр	l	*л*
Лошадиная сила		*л. с.*
Люкс	lx	*лк*
Люмен	lm	*лм*
Максвелл	Mx	*мкс*
Метр	m	*м*
Микрон	μ	*мк*
Миллиметр водяного столба	mm H_2O	*мм вод. ст*
Миллиметр ртутного столба	mm Hg	*мм рт. ст.*
Миллимикрон	mμ	*ммк*
Минута (время)	min	*мин*
Нит	nt	*нт*
Ньютон	N	*н*
Оборот		*об*
Ом	Ω	*ом*
Пуаз	p	*пз*
Пьеза	pz	*пз*
Рад	rad	
Радиан	rad	*рад*

Наименования	Сокращенные обозначения	
	латинские или греческие	русские
Рентген	r	*р*
Сантиметр	cm	*см*
Свеча	cd	*св*
Секунда (время)	s	*сек*
Стен	sn	*сн*
Стерадиан	sr	*стер*
Стокс	st	*ст*
Сутки	d	*сут*
Тесла	T	*тл*
Тонна (масса)	t	*т*
Тонна (сила)	T	*Т, тс*
Тор	tor	*тор*
Фарада	F	*ф*
Центнер	q	*ц*
Час	h	*ч*
Электронвольт	eV	*эв*
Эрг	erg	*эрг*
Эрстед	Oe	*э*

* Различают два вида давления газа (пара), находящегося в каком-нибудь баллоне, — абсолютное (истинное), т. е. давление как параметр состояния газа (пара), и избыточное (манометрическое) — разность между абсолютным и атмосферным давлениями. Большинство приборов показывает избыточное давление. При измерении давления газа (пара) в технических атмосферах *(ат)* сокращенно записывают абсолютное давление *ата*, избыточное *ати*. Если газ (или пар) имеет давление меньше атмосферного, то рассматривается и измеряется только абсолютное давление.

** Числовое значение температуры должно сопровождаться только значком °К или °С. В сокращенных обозначениях производных тепловых единиц и в преобразованиях, относящихся к размерностям, должно применяться обозначение «*grad*» или «*grad*» (с 1.7 1962 г. — «*deg*», см. табл. 22а).

7. Метрические меры

Названия	Сокращенные обозначения		Отношение к основной единице
	русские	латинские (международные)	
Меры длины			
Микромикрон	*мкмк*	$\mu\mu$	10^{-12}
Миллимикрон	*ммк*	mμ	10^{-9}
Микрон	*мк*	μ	10^{-6}
Миллиметр	*мм*	mm	10^{-3}
Сантиметр	*см*	cm	10^{-2}

Продолжение

Названия	Сокращенные обозначения		Отношение к основной единице
	русские	латинские (международные)	
Дециметр	*дм*	dm	10^{-1}
Метр	*м*	m	1
Километр	*км*	km	10^{3}
Меры веса			
Миллиграмм	*мГ*	mG	10^{-6}
Грамм	*Г*	G	10^{-3}
Килограмм	*кГ (кгс)*	kG (kgf)	1
Тонна	*Т (тс)*	T	10^{3}
Меры массы			
Микрограмм*	*мкг*	μg или γ	10^{-9}
Миллиграмм	*мг*	mg	10^{-6}
Сантиграмм	*сг*	cg	10^{-5}
Дециграмм	*дг*	dg	10^{-4}
Грамм	*г*	g	10^{-3}
Декаграмм	*даг*	dag	10^{-2}
Гектограмм	*гг*	hg	10^{-1}
Килограмм	*кг*	kg	1
Центнер	*ц*	q	10^{2}
Тонна	*т*	t	10^{3}
Меры поверхности			
Миллиметр квадратный	$мм^2$	mm^2	10^{-6}
Сантиметр »	$см^2$	cm^2	10^{-4}
Дециметр »	$дм^2$	dm^2	10^{-2}
Метр »	$м^2$	m^2	1
Декаметр » (ар)	*а*	a	10^{2}
Гектометр » (гектар)	*га*	ha	10^{4}
Километр »	$км^2$	km^2	10^{6}
Меры объема			
Миллиметр кубический	$мм^3$	mm^3	10^{-9}
Сантиметр »	$см^3$	cm^3	10^{-6}
Дециметр »	$дм^3$	dm^3	10^{-3}
Метр »	$м^3$	m^3	1
Километр »	$км^3$	km^3	10^{9}

Продолжение

Названия	Сокращенные обозначения		Отношение к основной единице
	русские	латинские (международные)	
Меры емкости (вместимости)			
Миллилитр	*мл*	ml	10^{-3}
Сантилитр	*сл*	cl	10^{-2}
Децилитр	*дл*	dl	10^{-1}
Литр**	*л*	l	1
Декалитр	*дал*	dal	10
Гектолитр	*гл*	hl	10^2
Килолитр	*кл*	kl	10^3

* Распространенное название микрограмма — *гамма*.

** 1 *л* = 1,000028 $дм^3$ = 1000,028 $см^3$; 1 *мл* = 1,000028 $см^3$; 1 $см^3$ = = 0,999972 *мл*. Различие между метрическими мерами объема и мерами вместимости связано с тем, что первые являются производными от основной единицы длины — метра, а вторые — от основной единицы — литра — объема одного килограмма воды, взятого при 4° С и нормальном атмосферном давлении. Небольшое расхождение между объемами литра и кубического дециметра объясняется неточностями прототипов длины и массы и неточностями самих измерений. Во многих случаях, когда не требуется бо́льшей точности измерения, чем 0,01 %, литр принимается равным кубическому дециметру, миллилитр — кубическому сантиметру.

8. Системы механических единиц

Для измерения механических величин допускается применение трех систем единиц, указанных ниже*. Преимущественно должна применяться система МКС. Допускается и применение внесистемных единиц, являющихся кратными и дольными основных и производных единиц (табл. 9), а также единиц, приведенных в таблице 11.

Классификация систем по роду основных единиц		Классификация систем по величине основных единиц		Применяемое название системы
основные единицы системы	обозначение системы	основные единицы системы	обозначение системы	
Единицы длины L Единицы массы M Единицы времени T	LMT	Длины — 1 *м*; массы — 1 *кг*; времени — 1 *сек*.	МКС, или MKS	Практическая
		Длины — 1 *см*; массы — 1 *г*; времени — 1 *сек*.	СГС, или CGS	Физическая
Единицы длины L Единицы силы F Единицы времени T	LFT	Длины — 1 *м*; силы — 1 *кГ*; времени — 1 *сек*.	МКГСС, или MKGFS	Техническая

* В технической литературе встречаются единицы системы МТС. Поэтому в отдельных таблицах приведены некоторые единицы этой системы и указаны их соотношения с другими единицами, установленными стандартом.

9. Системы механических единиц.
Основные и производные единицы

Величины	Формулы размерностей	Наименование единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения		Размер единиц
			русские	латинские	
Система МКС (метр — килограмм — секунда)					
Основные единицы					
Длина	L	метр	*м*	m	См. стр. 43
Масса	M	килограмм	*кг*	kg	
Время	T	секунда	*сек*	s	
Важнейшие производные единицы					
Период	T	секунда	*сек*	s	(1 *сек*)
Частота	T^{-1}	герц	*гц*	Hz	(1) : (1 *сек*)
Угловая скорость	T^{-1}	—	$\frac{рад}{сек}$	$\frac{rad}{s}$	(1 *рад*) : (1 *сек*)
Угловое ускорение	T^{-2}	—	$\frac{рад}{сек^2}$	$\frac{rad}{s^2}$	(1 *рад*) : (1 *сек*)^2
Скорость	LT^{-1}	—	$\frac{м}{сек}$	$\frac{m}{s}$	(1 *м*) : (1 *сек*)
Ускорение	LT^{-2}	—	$\frac{м}{сек^2}$	$\frac{m}{s^2}$	(1 *м*) : (1 *сек*)^2
Площадь	L^2	квадратный метр	$м^2$	m^2	(1 *м*)^2
Объем	L^3	кубический метр	$м^3$	m^3	(1 *м*)^3
Плотность	$L^{-3}M$	—	$\frac{кг}{м^3}$	$\frac{kg}{m^3}$	(1 *кг*) : (1 *м*)^3
Сила	LMT^{-2}	ньютон	*н*	N	(1 *кг*) · (1 *м*) : (1 *сек*)^2

Продолжение

Величины	Формулы размерностей	Наименование единиц измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения: русские	Сокращенные обозначения единиц измерения: латинские	Размер единиц
Импульс силы и количество движения . .	LMT^{-1}	—	*н · сек*	N · s	(1 *кг*) · (1 *м*) : (1 *сек*)
Момент силы	$L^{-2}MT^{-2}$	—	*н · м*	N · m	(1 *н*) · (1 *м*)
Удельный вес	L^2MT^{-2}	—	$\frac{н}{м^3}$	$\frac{N}{m^3}$	(1 *н*) : (1 *м*)^3
Работа и энергия . . .	L^2MT^{-2}	джоуль	*дж*	J	(1 *н*) · (1 *м*)
Мощность	L^2MT^{-3}	ватт	*вт*	W	(1 *дж*) : (1 *сек*)
Напряжение (давление)	$L^{-1}MT^{-2}$	—	$\frac{н}{м^2}$	$\frac{N}{m^2}$	(1 *н*) : (1 *м*)^2
Система СГС (сантиметр — грамм — секунда)					
Основные единицы					
Длина	L	сантиметр	*см*	cm	См. стр. 43
Масса	M	грамм	*г*	g	
Время	T	секунда	*сек*	s	
Важнейшие производные единицы					
Период	T	секунда	*сек*	s	(1 *сек*)
Частота	T^{-1}	герц	*гц*	Hz	(1) : (1 *сек*)
Угловая скорость . .	T^{-1}	—	$\frac{рад}{сек}$	$\frac{rad}{s}$	(1 *рад*) : (1 *сек*)
Угловое ускорение . .	T^{-2}	—	$\frac{рад}{сек^2}$	$\frac{rad}{s^2}$	(1 *рад*) : (1 *сек*)^2
Скорость	LT^{-1}	*	$\frac{см}{сек}$	$\frac{cm}{s}$	(1 *см*) : (1 *сек*)

Ускорение	LT^{-2}	—	$\frac{см}{сек^2}$	$\frac{cm}{s^2}$	(1 *см*) : (1 *сек*)^2
Площадь	L^2	квадратный сантиметр	$см^2$	s^2	(1 *см*)^2
Объем	L^3	кубический сантиметр	$см^3$	s^3	(1 *см*)^3
Плотность	$L^{-3}M$	—	$\frac{г}{см^3}$	$\frac{g}{cm^3}$	(1 *г*) : (1 *см*)^3
Сила	LMT^{-2}	дина	*дин*	dyn	(1 *г*) · (1 *см*) : (1 *сек*)^2
Импульс силы и количество движения	LMT^{-1}	—	*дин · сек*	dyn · s	(1 *дин*) · (1 *сек*)
Момент силы	$L^{-2}MT^{-2}$	—	*дин · см*	dyn · cm	(1 *дин*) · (1 *см*)
Удельный вес	L^2MT^{-2}	—	$\frac{дин}{см^3}$	$\frac{dyn}{cm^3}$	(1 *дин*) : (1 *см*)^3
Работа и энергия	L^2MT^{-2}	эрг	*эрг*	erg	(1 *дин*) · (1 *см*)
Мощность	L^2MT^{-3}	—	$\frac{эрг}{сек}$	$\frac{erg}{s}$	(1 *эрг*) : (1 *сек*)
Напряжение (давление)	$L^{-1}MT^{-2}$	—	$\frac{дин}{см^2}$	$\frac{dyn}{cm^2}$	(1 *дин*) : (1 *см*)^2

Система МКГСС (метр — килограмм-сила — секунда)

Основные единицы

Длина	L	метр	*м*	m	См. стр. 43
Сила	F	килограмм-сила	*кгс*, или *кГ*	kgf, или kG	
Время	T	секунда	*сек*	s	

Важнейшие производные единицы

Период	T	секунда	*сек*	s	(1 *сек*)
Частота	T^{-1}	герц	*гц*	Hz	(1) : (1 *сек*)
Угловая скорость	T^{-1}	—	$\frac{рад}{сек}$	$\frac{rad}{s}$	(1 *рад*) : (1 *сек*)
Угловое ускорение	T^{-2}	—	$\frac{рад}{сек^2}$	$\frac{rad}{s^2}$	(1 *рад*) : (1 *сек*)^2

* Единицу скорости в системе СГС иногда называют *кин*.

Продолжение

Величины	Формулы размерностей	Наименование единиц измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения		Размер единиц
			русские	латинские	
Скорость	LT^{-1}	—	$\frac{м}{сек}$	$\frac{m}{s}$	$(1\ м):(1\ сек)$
Ускорение	LT^{-2}	—	$\frac{м}{сек^2}$	$\frac{m}{s^2}$	$(1\ м):(1\ сек)^2$
Площадь	L^2	квадратный метр	$м^2$	m^2	$(1\ м)^2$
Объем	L^3	кубический метр	$м^3$	m^3	$(1\ м)^3$
Масса	$L^{-1}FT^2$	*	$\frac{кГ\cdot сек^2}{м}$	$\frac{kG\cdot s^2}{m}$	$(1\ кГ)\cdot(1\ сек)^2:(1\ м)$
Удельный вес	$L^{-3}F$	—	$\frac{кГ}{м^3}$	$\frac{kG}{m^3}$	$(1\ кГ):(1\ м)^3$
Плотность	$L^{-4}FT^2$	—	$\frac{кГ\cdot сек^2}{м^4}$	$\frac{kG\cdot s^2}{m^4}$	$(1\ кГ)\cdot(1\ сек)^2:(1\ м)^4$
Работа и энергия . . .	LF	—	$кГ\cdot м$	$kG\cdot m$	$(1\ кГ)\cdot(1\ м)$
Мощность	LFT^{-1}	—	$\frac{кГ\cdot м}{сек}$	$\frac{kG\cdot m}{s}$	$(1\ кГ)\cdot(1\ м):(1\ сек)$
Напряжение (давление)	$L^{-2}F$	—	$\frac{кГ}{м^2}$	$\frac{kG}{m^2}$	$(1\ кГ):(1\ м)^2$
Импульс силы и количество движения . .	FT	—	$кГ\cdot сек$	$kG\cdot s$	$(1\ кГ)\cdot(1\ сек)$
Момент силы	LF	—	$кГ\cdot м$	$kG\cdot m$	$(1\ кГ)\cdot(1\ м)$

* Распространенное название единицы массы в системе МКГСС (*т. е. м.*) — *инерта* (*и*).

Метр. XI Генеральная конференция по мерам и весам 1960 г. приняла следующее определение:

Метр — длина, равная 1650763,73 длин волн излучения в вакууме, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона 86 *.

Новое определение метра введено ГОСТом 7664-61 с 1 июля 1961 г.

Сантиметр — одна сотая метра.

Килограмм. III Генеральная конференция по мерам и весам 1901 г. приняла следующее определение: Килограмм — единица массы — представлен массой международного прототипа килограмма.

Грамм — одна тысячная килограмма.

Секунда **. XI Генеральная конференция по мерам и весам 1960 г. приняла следующее определение:

Секунда — это 1/31556925,9747 часть тропического года для 1900 г. января 0 в 12 часов эфемеридного времени.

Килограмм-сила — сила, сообщающая массе, равной массе международного прототипа килограмма, ускорение, равное 9,80665 *м/сек*².

Определение метра, основанное на международном прототипе, — «метр определяется расстоянием, при 0° С, между осями двух средних штрихов, нанесенных на платино-иридиевом бруске, хранящемся в Международном бюро мер и весов и принятом в качестве прототипа метра I Генеральной конференцией по мерам и весам, при условии, что эта линейка находится при нормальном атмосферном давлении и поддерживается двумя роликами, диаметром не менее 1 *см*, расположенными симметрично в одной горизонтальной плоскости на расстоянии 571 *мм* один от другого», — было отменено XI конференцией.

Решение о новом определении метра конференция вынесла, принимая во внимание, что международный прототип не определяет метр с точностью, соответствующей требованиям современной метрологии, и что вместе с тем желательно принять естественный и неразрушимый эталон длины.

** До 1956 г. существовало определение секунды, связанное с периодом вращения Земли вокруг своей оси (одна секунда принималась равной $\frac{1}{86\,400}$ средних солнечных суток). В связи с тем что вращение Земли подвержено нерегулярным и не могущим быть учтенными колебаниям (например, с 1872 по 1903 г. средняя продолжительность суток увеличилась на 0,007 *сек*, а с 1903 по 1934 г. она уменьшилась на 0,005 *сек*, после чего вновь возрастает), было решено выбрать новый естественный эталон времени, обеспечивающий бо́льшую точность единицы измерения времени.

В 1956 г. Международный комитет мер и весов решил отказаться от прежнего определения секунды, связанного с движением Земли вокруг своей оси, и связать единицу времени с движением Земли по ее орбите вокруг Солнца. Это решение было утверждено XI Генеральной конференцией.

Новое определение не ведет к установлению новой единицы времени, так как новая секунда равна средней продолжительности старой секунды за последние три столетия.

Указание на 1900 г., содержащееся в новом определении секунды (ГОСТ 7664-61), связано с тем, что тропический год сам по себе не является постоянным и уменьшается примерно на 0,5 *сек* за столетие. Поэтому было необходимо исходить из одного определенного года. Дата «1900 г. января 0 в 12 часов» выражена в принятом астрономами порядковом счете времени и соответствует полудню 31 декабря 1899 г.

10. Размерности и единицы измерений механических величин

Измеряемые величины	Размерности в системах		Единицы измерений в системах		
	СГС и МКС	МКГСС	СГС	МКС	МКГСС
Длина	L	L	*см*	*м*	*м*
Площадь	L^2	L^2	$см^2$	$м^2$	$м^2$
Объем	L^3	L^3	$см^3$	$м^3$	$м^3$
Время	T	T	*сек*	*сек*	*сек*
Угол	нулевая размерность		*рад* (радиан)	*рад*	*рад*
Скорость	LT^{-1}	LT^{-1}	$\frac{см}{сек}$	$\frac{м}{сек}$	$\frac{м}{сек}$
Ускорение	LT^{-2}	LT^{-2}	$\frac{см}{сек^2}$	$\frac{м}{сек^2}$	$\frac{м}{сек^2}$
Угловая скорость	T^{-1}	T^{-1}	$\frac{рад}{сек}$	$\frac{рад}{сек}$	$\frac{рад}{сек}$
Угловое ускорение	T^{-2}	T^{-2}	$\frac{рад}{сек^2}$	$\frac{рад}{сек^2}$	$\frac{рад}{сек^2}$
Период	T	T	*сек*	*сек*	*сек*
Частота	T^{-1}	T^{-1}	*гц*	*гц*	*гц*
Масса	M	$L^{-1}FT^2$	*г*	*кг*	*и*
Сила	LMT^{-2}	F	*дин*	*н*	*кГ*
Импульс силы и количество движения	LMT^{-1}	FT	*дин · сек*	*н · сек*	*кГ · сек*
Работа и энергия	L^2MT^{-2}	LF	*эрг*	*дж* *	*кГ · м*
Мощность	L^2MT^{-3}	LFT^{-1}	$\frac{эрг}{сек}$	*вт*	$\frac{кГ \cdot м}{сек}$
Момент силы	L^2MT^{-2}	LF	*дин · см*	*н · м*	*кГ · м*
Давление	$L^{-1}MT^{-2}$	$L^{-2}F$	$\frac{дин}{см^2}$	$\frac{н}{м^2}$	$\frac{кГ}{м^2}$
Плотность	$L^{-3}M$	$L^{-4}FT^2$	$\frac{г}{см^3}$	$\frac{кг}{м^3}$	$\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$
Удельный вес	L^2MT^{-2}	$L^{-3}F$	$\frac{дин}{см^3}$	$\frac{н}{м^3}$	$\frac{кГ}{м^3}$

* В системе МКС джоуль определяется как работа силы в один ньютон при перемещении точки приложения силы на один метр по ее направлению (так называемый *абсолютный джоуль*). Первоначально джоуль был принят как единица электрической энергии — ампер · вольт · секунда (так называемый практический или *международный джоуль*).

11. Важнейшие внесистемные механические единицы

Наименования		Сокращенные обозначения единиц измерений		Размер единицы в единицах системы МКС
величины	единицы измерения	русские	латинские или греческие	
Длина	микрон	*мк*	μ	$1 \cdot 10^{-6}$ *м*
»	ангстрем	—	Å	$1 \cdot 10^{-10}$ *м*
»	единица X	—	X	$1 \cdot 10^{-13}$ *м*
Масса	тонна	*т*	t	$1 \cdot 10^{3}$ *кг*
»	центнер	*ц*	q	$1 \cdot 10^{2}$ *кг*
»	карат	—	ct	$2 \cdot 10^{-4}$ *кг*
Время	час	*ч*	h	3600 *сек*
»	минута	*мин*	min	60 *сек*
Площадь	ар	*а*	a	100 $м^2$
»	гектар	*га*	ha	$1 \cdot 10^{4}$ $м^2$
Объем	литр	*л*	l	$1{,}000028 \cdot 10^{-3}$ $м^3$
Угол поворота	оборот	*об*	—	2π *рад*
Угловая скорость	—	$\frac{об}{мин}$	—	$\frac{\pi}{30}\ \frac{рад}{сек}$
» »	—	$\frac{об}{сек}$	—	$2\pi\ \frac{рад}{сек}$

Продолжение

Наименования		Сокращенные обозначения единиц измерений		Размер единицы в единицах системы МКС
величины	единицы измерения	русские	латинские	
Сила	тонна-сила	*Т* или *тс*	—	$9{,}80665 \cdot 10^3$ *н*
Давление	бар	*бар*	bar	$10^5 \frac{н}{м^2}$
»	миллиметр ртутного столба *	*мм рт. ст.*	mm Hg	$133{,}322 \frac{н}{м^2}$
»	техническая атмосфера	*ат* или $\frac{кГ}{см^2}$	at или $\frac{kG}{cm^2}$	$9{,}80665 \cdot 10^4 \frac{н}{м^2}$
»	милиметр водяного столба	*мм вод. ст.*	mm H_2O	$9{,}80665 \frac{н}{м^2}$
Мощность	лошадиная сила	*л. с.*	—	735,499 *вт* $\left(75 \frac{кГ \cdot м}{сек}\right)$
Работа	ватт-час	*вт · ч*	W · h	$3{,}6 \cdot 10^3$ *дж*
Плоский угол	градус	°	°	$\frac{\pi}{180}$ *рад*
» »	минута	′	′	$\frac{\pi}{108} \cdot 10^{-2}$ *рад*
» »	секунда	″	″	$\frac{\pi}{648} \cdot 10^{-3}$ *рад*

* Единица давления, соответствующая 1 *мм рт. ст.*, называется *тором* (*тор*, tor).

12. Меры времени

Для измерения времени в науке, технике и быту применяются единицы среднего солнечного времени, основной единицей которого служат *средние солнечные сутки* — промежуток времени между двумя моментами последовательных одноименных кульминаций среднего экваториального Солнца. В астрономии и в некоторых смежных с нею областях применяются также и единицы звездного времени, основной единицей которого являются *звездные сутки*. Звездные сутки — это промежуток времени между двумя последовательными моментами верхних кульминаций точки весеннего равноденствия.

1 *тропический год* = 365,24219879 сут средн. солнечного времени = = 365 *сут* 5 *ч* 48 *мин* 45,98 *сек* средн. солнечного времени.

1 *сидерический год* = 365,2563604 *сут* средн. солнечного времени = = 365 *сут* 6 *ч* 9 *мин* 9,54 *сек* средн. солнечного времени.

1 *синодический месяц* = 29,5305882 *сут* средн. солнечного времени = 29 *сут* 12 *ч* 44 *мин* 2,82 *сек* средн. солнечного времени.

1 *сидерический месяц* = 27,3216610 *сут* средн. солнечного времени = 24 *сут* 7 *ч* 43 *мин* 11,51 *сек* средн. солнечного времени.

1 *средние солнечные сутки* = 24 средн. солнечных часа = = 86 400 средн. солнечных секунд = 1,002737909 звездных суток = = 24 *ч* 3 *мин* 56,5554 *сек* звездного времени.

1 *звездные сутки* = 0,997269566 средн. солнечных суток = 23 *ч* 56 *мин* 4,0905 *сек* средн. солнечного времени = 23,93 средн. солнечных часов = 86164 средн. солнечных секунд.

1 *средний солнечный час* = 3600 средн. солнечных секунд = = 60 средн. солнечных минут.

1 *звездный час* = $\frac{1}{24}$ звездных суток = 59,83 средн. солнечных минут = 3590 средн. солнечных секунд.

1 *средняя солнечная минута* = 60 средн. солнечным секундам = = $\frac{1}{1440}$ средн. солнечных суток.

1 *звездная минута* = $\frac{1}{1440}$ звездных суток.

1 *средняя солнечная секунда* = $\frac{1}{86\,400}$ средн. солнечных суток.

1 *звездная секунда* = $\frac{1}{86\,400}$ звездных суток.

Так как средние солнечные сутки на 3 *мин* 56 *сек* (с точностью до 1 *сек*) длиннее звездных, то 1 *ч*, 1 *мин*, 1 *сек* среднего солнечного времени длиннее соответственно 1 *ч*, 1 *мин*, 1 *сек* звездного времени.

Для перевода среднего солнечного времени в звездное его следует умножить на 1,2273791. Для обратного перевода звездное время умножается на 0,99726957.

13. Соотношение между единицами времени

	Микросекунд	Миллисекунд	Секунд	Минут	Часов
1 *мксек* . .	1	10^{-3}	10^{-6}	$1{,}67 \cdot 10^{-8}$	$2{,}78 \cdot 10^{-10}$
1 *мсек* . .	10^{3}	1	10^{-3}	$1{,}67 \cdot 10^{-5}$	$2{,}78 \cdot 10^{-7}$
1 *сек* . .	10^{6}	10^{3}	1	$1{,}67 \cdot 10^{-2}$	$2{,}78 \cdot 10^{-4}$
1 *мин* . .	$6 \cdot 10^{7}$	$6 \cdot 10^{4}$	60	1	$1{,}67 \cdot 10^{-2}$
1 *ч* . . .	$3{,}6 \cdot 10^{9}$	$3{,}6 \cdot 10^{6}$	$3{,}6 \cdot 10^{3}$	60	1

14. Соотношение между единицами массы

Названия	Грамм	Килограмм	Инерта	Тонна	Микрограмм	Атомная единица массы	Карат метрический
1 *г*	1	10^{-3}	$1{,}02 \cdot 10^{-4}$	10^{-6}	10^{6}	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	5
1 *кг*	10^{3}	1	0,102	10^{-3}	10^{9}	$6{,}02 \cdot 10^{26}$	$5 \cdot 10^{3}$
1 *т. е. м* = 1 *и*	$9{,}81 \cdot 10^{3}$	9,81	1	$9{,}81 \cdot 10^{-3}$	$9{,}81 \cdot 10^{9}$	$59{,}06 \cdot 10^{26}$	$49{,}05 \cdot 10^{3}$
1 *т*	10^{6}	10^{3}	102	1	10^{12}	$6{,}02 \cdot 10^{29}$	$5 \cdot 10^{6}$
1 *мкг* *	10^{-6}	10^{-9}	$1{,}02 \cdot 10^{-10}$	10^{-12}	1	$6{,}02 \cdot 10^{17}$	$5 \cdot 10^{-6}$
1 а. е. м.	$1{,}66 \cdot 10^{-24}$	$1{,}66 \cdot 10^{-27}$	$1{,}70 \cdot 10^{-28}$	$1{,}66 \cdot 10^{-30}$	$1{,}66 \cdot 10^{-18}$	1	$8{,}4 \cdot 10^{-24}$
1 *карат метрический*	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{5}$	$1{,}2 \cdot 10^{23}$	1

* Микрограмм применяется для измерения малых масс; он имеет распространенное название *гамма*, обозначаемое знаком γ.

15. Соотношение между единицами силы

Названия	Миллиграмм	Дина	Грамм	Ньютон	Стен	Килограмм	Тонна
1 *мГ*	1	$981 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	$9{,}81 \cdot 10^{-6}$	$9{,}81 \cdot 10^{-9}$	10^{-6}	10^{-9}
1 *дин*	102	1	0,102	10^{-5}	10^{-8}	$1{,}02 \cdot 10^{-6}$	$1{,}02 \cdot 10^{-9}$
1 *Г*	10^{3}	981	1	$9{,}81 \cdot 10^{-3}$	$9{,}81 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}	10^{-6}
1 *н*	$102 \cdot 10^{3}$	10^{5}	$0{,}102 \cdot 10^{3}$	1	10^{-3}	0,102	$102 \cdot 10^{-6}$
1 *сн*	$102 \cdot 10^{6}$	10^{8}	$102 \cdot 10^{3}$	10^{3}	1	102	$102 \cdot 10^{-3}$
1 *кГ*	10^{6}	$9{,}81 \cdot 10^{5}$	10^{-3}	9,81	$9{,}81 \cdot 10^{-3}$	1	10^{-3}
1 *Т*	10^{9}	$9{,}81 \cdot 10^{8}$	10^{6}	$9{,}81 \cdot 10^{3}$	9,81	10^{3}	1

16. Соотношение старых русских и встречающихся зарубежных мер с метрическими

Линейные меры

1 морская миля	1852 * *м*
1 верста = 500 саженям = 1500 аршинам	1066,8 *м*
1 кабельтов = 0,1 морской мили	185 *м*
1 сажень = 3 аршинам = 7 футам	213,4 *см*
1 ярд = 3 футам = 36 дюймам	91,44 *см*
1 аршин = 16 вершкам = 28 дюймам	71,12 *см*
1 фут = 12 дюймам	30,48 *см*
1 вершок	4,44 *см*
1 дюйм = 10 линиям	25,4 *мм*
1 линия = 10 точкам	2,54 *мм*

Квадратные меры

1 кв. верста	1,138 $км^2$
1 десятина = 2400 кв. саженям = 13,07 кв. ярдам	1,09 *га*
1 акр	0,40 *га*
1 кв. сажень	4,55 $м^2$
1 кв. аршин	0,506 $м^2$
1 кв. фут	929,03 $см^2$
1 кв. вершок	19,76 $см^2$
1 кв. дюйм	6,45 $см^2$

Кубические меры

1 куб. сажень	9,71 $м^3$
1 куб. аршин	0,36 $м^3$
1 куб. фут	28,3 $дм^3$
куб. вершок	87,8 $см^3$
1 куб. дюйм	16,39 $см^3$
1 четверть = 8 четверикам	209,9 *л*
1 бушель = 8 галлонам	36,37 *л*
1 четверик (или мера) = 8 гарнцам	26,24 *л*
1 ведро = 2,70 галлона	12,3 *л*
1 галлон	4,55 *л*
1 гарнец = 0,09 бушеля	3,28 *л*
1 штоф = 0,1 ведра = 1,08 кварты	1,23 *л*
1 пинта	0,57 *л*

Меры веса (массы)

1 пуд = 40 фунтам	16,38 *кГ*
1 фунт = 96 золотникам	409,5 *Г*
1 унция (торговая)	28,35 *Г*
1 золотник = 96 долей = 2,41 драхмы	4,266 *Г*
1 доля = 0,03 драхмы	44,4 *мГ*

Меры скорости

1 узел = 1 морская миля в час	1,852 $\frac{км}{ч}$
1 верста в час	1,067 $\frac{км}{ч}$

* В СССР и в большинстве стран применяется принятая в 1929 г. Международной гидрогеографической конференцией морская миля, определенная как средняя длина $1'$ земной широты и равная 1,852 *км*. В некоторых странах (США, Англия) морская миля имеет иное числовое значение, так как определяется несколько иначе (в США морская миля равна 1,8533 *км*, в Англии — от 1,843 до 1,862 *км*).

17. Соотношение между единицами давления

Названия	Бар	Дина на квадратный сантиметр	Пьеза	Килограмм на квадратный метр	Атмосфера физическая	Атмосфера техническая	Миллиметр ртутного столба	Ньютон на квадратный метр
1 *бар* $= 10\ \frac{н}{м^2}$	1	10^6	100	$1{,}02 \cdot 10^4$	$9{,}87 \cdot 10^{-1}$	1,02	750,1	10^5
1 $\frac{дин}{см^2}$ . . .	10^{-6}	1	10^{-4}	$1{,}02 \cdot 10^{-2}$	$9{,}87 \cdot 10^{-7}$	$1{,}02 \cdot 10^{-6}$	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	10^{-1}
1 *пз*	10^{-2}	10^4	1	102	$9{,}87 \cdot 10^{-3}$	$1{,}02 \cdot 10^{-2}$	7,5	1000
1 $\frac{кГ}{м^2}$	$98{,}1 \cdot 10^{-6}$	98,1	$9{,}81 \cdot 10^{-3}$	1	$9{,}68 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	$7{,}36 \cdot 10^{-2}$	9,81
1 *атм* . . .	1,013	$1{,}013 \cdot 10^6$	$1{,}013 \cdot 10^2$	$1{,}033 \cdot 10^4$	1	1,033	760,00	$1{,}013 \cdot 10^5$
1 *ат* $= 1\ \frac{кГ}{см^2}$	$98{,}1 \cdot 10^{-2}$	$9{,}81 \cdot 10^5$	98,1	10^4	0,968	1	735,56	$9{,}81 \cdot 10^4$
1 *мм рт. ст.*	$1{,}33 \cdot 10^{-3}$	$1{,}33 \cdot 10^3$	0,133	13,6	$1{,}32 \cdot 10^{-3}$	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$	1	133,32
1 $\frac{н}{м^2}$	10^{-5}	10	10^{-3}	$1{,}02 \cdot 10^{-1}$	$9{,}87 \cdot 10^{-6}$	$1{,}02 \cdot 10^{-5}$	$7{,}5 \cdot 10^{-3}$	1

Примечание. Согласно ГОСТ 7664-61 введено новое определение бара: вместо давления в 1 $\frac{дин}{см^2}$ баром в настоящее время называется давление, равное $10^5\ \frac{н}{м^2}$ (или $10\ \frac{к}{см^2}$).

18. Соотношение между единицами работы (энергии)

Названия	Эрг	Джоуль	Килограммометр	Ватт-час	Калория	Электрон-вольт
1 *эрг*	1	10^{-7}	$1{,}02 \cdot 10^{-8}$	$2{,}78 \cdot 10^{-11}$	$2{,}39 \cdot 10^{-8}$	$6{,}25 \cdot 10^{11}$
1 *дж*	10^{7}	1	0,102	$2{,}78 \cdot 10^{-4}$	0,239	$6{,}25 \cdot 10^{18}$
1 *кГ · м*	$9{,}81 \cdot 10^{7}$	9,81	1	$2{,}72 \cdot 10^{-3}$	2,34	$6{,}13 \cdot 10^{19}$
1 *вт · ч*	$3{,}6 \cdot 10^{10}$	$3{,}6 \cdot 10^{3}$	367	1	859,7	$2{,}25 \cdot 10^{22}$
1 *кал*	$4{,}19 \cdot 10^{7}$	4,19	0,427	$1{,}16 \cdot 10^{-3}$	1	$2{,}62 \cdot 10^{19}$
1 *эв*	$1{,}60 \cdot 10^{-12}$	$1{,}60 \cdot 10^{-19}$	$1{,}63 \cdot 10^{-20}$	$4{,}45 \cdot 10^{-23}$	$3{,}83 \cdot 10^{-20}$	1

19. Соотношение между единицами мощности

Названия	Эрг в секунду	Ватт	Килограммометр в секунду	Лошадиная сила	Калория в секунду	Килокалория в час
$1\ \frac{эрг}{сек}$	1	10^{-7}	$1{,}02 \cdot 10^{-8}$	$1{,}36 \cdot 10^{-10}$	$2{,}39 \cdot 10^{-8}$	$8{,}60 \cdot 10^{-5}$
1 *вт*	10^{7}	1	0,102	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$	0,239	0,860
$1\ \frac{кГ \cdot м}{сек}$	$9{,}81 \cdot 10^{7}$	9,81	1	$1{,}33 \cdot 10^{-2}$	2,34	8,45
1 *л. с.*	$7{,}36 \cdot 10^{9}$	736	75	1	176	633
$1\ \frac{кал}{сек}$	$4{,}19 \cdot 10^{7}$	4,19	0,427	$5{,}69 \cdot 10^{-3}$	1	3,6
$1\ \frac{ккал}{ч}$	$1{,}16 \cdot 10^{7}$	1,16	0,118	$1{,}58 \cdot 10^{-3}$	0,278	1

20. Акустические величины и единицы

Согласно ГОСТ 8849-58, введенного с 1 января 1959 г., для измерения акустических величин допускается применение единиц двух систем — МКС и СГС. Допускается также применение внесистемных единиц: децибела (*дб*, db) — для измерения величины уровня звукового давления, фона — для измерения величины уровня громкости и октавы — для измерения величины частотного интервала.

Наименование величины	Сокращенные обозначения единиц измерения				Соотношение между единицами систем СГС и МКС
	русскими буквами в системе		латинскими буквами в системе		
	МКС	СГС	МКС	СГС	
Звуковое давление	$\frac{н}{м^2}$	$\frac{дин}{см^2}$	$\frac{N}{m^2}$	$\frac{dyn}{cm^2}$	$1\ \frac{дин}{см^2}=10^{-1}\ \frac{н}{м^2}$
Интенсивность звука	$\frac{вт}{м^2}$	$\frac{эрг}{сек\cdot см^2}$	$\frac{W}{m^2}$	$\frac{erg}{s\cdot cm^2}$	$1\ \frac{эрг}{сек\cdot см^2}=10^{-3}\ \frac{вт}{м^2}$
Плотность звуковой энергии	$\frac{дж}{м^3}$	$\frac{эрг}{см^3}$	$\frac{J}{m^3}$	$\frac{erg}{cm^3}$	$1\ \frac{эрг}{см^3}=10^{-1}\ \frac{дж}{м^3}$

Примечания. 1. В акустике, электросвязи, радиотехнике для измерения разности уровней (усиления или ослабления) звуковых или электромагнитных мощностей применяется логарифмическая шкала. Единицами при этих измерениях служат *бел* (*б*, b) и *децибел* (*дб*, db) (в честь изобретателя телефона А. Белла). *Бел* — безразмерная единица измерения разности уровней двух мощностей через десятичный логарифм отношения их ($N_б = \lg\frac{P_1}{P_0}$, где P_1 и P_0 — звуковые или электромагнитные мощности). На практике обычно применяется в 10 раз меньшая единица — *децибел* $\left(N_{дб} = 10\lg\frac{P_1}{P_0}\right)$.

В децибелах выражается значение мощности по отношению к некоторой мощности P_0, принятой условно за единицу (эту мощность называют «нулевой»). Например, в акустике за P_0 принимается мощность, близкая к порогу чувствительности нормального человеческого уха.

Разность уровней измеряемой и «нулевой» мощности составляет 1 *дб*, если десятичный логарифм их отношения равен 0,1 (при этом само отношение мощностей равно 1,259). Громкость звука в 20 *дб* означает, что мощность звуковой волны (P_1) в 10 раз больше мощности, соответствующей порогу чувствительности (P_0). (В электросвязи и радиотехнике значение величины P_0 всякий раз особо оговаривается.)

Из определения децибела следует, что если, например, интенсивность одного звука в 1000 раз больше другого, то первый звук громче второго на 30 *дб*.

Применение для акустических измерений логарифмических единиц связано с тем, что, во-первых, диапазон изменений силы (интенсивности) звука весьма велик (интенсивность звуков вблизи порога слышимости составляет $10^{-16}\frac{вт}{см^2}$, а сильных, вызывающих болевое ощущение, — около $10^{-2}\frac{вт}{см^2}$, следовательно, громкие звуки по мощности превосходят самые слабые в 10^{14} раз). Чтобы не иметь дела с такими огромными числами, в акустике (как и в других областях науки и техники) пользуются логарифмическим масштабом и вводят понятие децибела.

Во-вторых, в известных пределах восприятие звука пропорционально десятичному логарифму раздражения, т. е. в соответствии с законом Вебера — Фехнера ухо реагирует на изменение мощности звука по закону логарифма. При увеличении амплитуды звукового колебания, например, в 100 и 1000 раз, увеличение звукового эффекта (громкости) в человеческом ухе будет характеризоваться не числами 100 и 1000, а только их логарифмами. Поэтому для характеристики разности уровней звуковых мощностей, с точки зрения слухового восприятия, целесообразно пользоваться не их отношениями, а десятичным логарифмом этого отношения.

Пользование шкалой децибелов весьма удобно, так как наименьшее воспринимаемое ухом изменение отношения звуковых мощностей соответствует 1 *дб*, и для выражения разностей всех энергетических уровней, находящихся в пределах области слухового восприятия, достаточно незначительного количества небольших целых чисел (до 140).

Если усиление или ослабление характеризуется отношением звуковых давлений (а не мощностей), то число децибелов $N_{дб}$, на которое отличается акустическое давление первого звука p_1 и второго звука p_2, определяется формулой $N_{дб} = 10 \lg \frac{p_1^2}{p_2^2} = 20 \lg \frac{p_1}{p_2}$, где p — акустическое давление (мощность или интенсивность звука пропорциональна квадрату акустического давления).

ГОСТ 8849-58 дает следующее определение децибелу: *децибел* — уровень звукового давления, двадцать десятитысячных логарифмов отношения которого к условному порогу давления, равному 0,00002 $\frac{н}{м^2}$, принимаемому за нулевой уровень, равно единице.

2. *Фон* — уровень громкости звука, для которого уровень звукового давления равногромкого с ним звука частоты 1000 *гц* равен 1 *дб* (ГОСТ 8849-58).

3. *Октава* — частотный интервал между двумя частотами, логарифм отношения которых при основании два равен единице (ГОСТ 8849-58).

21. Единицы измерения тепловых величин

Наименования величин	Формулы размерности в системах МКС и СГС	Единицы измерения в системах			
		МКС		СГС	
		сокращенные обозначения русскими буквами	размерность	сокращенные обозначения русскими буквами	размерность
Длина	L	*м*	*м*	*см*	*см*
Масса	M	*кг*	*кг*	*г*	*г*
Время	T	*сек*	*сек*	*сек*	*сек*
Температура . . .	град *	°K; *град* °C; *град*	*град*	°K; *град* °C; *град*	*град*
Количество теплоты	L^2MT^{-2}	*дж*	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-2}$	*эрг*	$см^2 \cdot г \cdot сек^{-2}$
Теплоемкость . .	$L^2MT^{-2} \cdot град^{-1}$	$дж \cdot град^{-1}$	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-2} \cdot град^{-1}$	$эрг \cdot град^{-1}$	$см^2 \cdot г \cdot сек^{-2} \cdot град^{-1}$
Удельная теплоемкость	$L^2T^{-2} \cdot град^{-1}$	$дж \cdot кг^{-1} \cdot град^{-1}$	$м^2 \cdot сек^{-2} \cdot град^{-1}$	$эрг \cdot г^{-1} \cdot град^{-1}$	$см^2 \cdot сек^{-2} \cdot град^{-1}$
Теплота сгорания	L^2T^{-2}	$дж \cdot кг^{-1}$	$м^2 \cdot сек^{-2}$	$эрг \cdot г^{-1}$	$см^2 \cdot сек^{-2}$
Удельная теплота плавления	L^2T^{-2}	$дж \cdot кг^{-1}$	$м^2 \cdot сек^{-2}$	$эрг \cdot г^{-1}$	$см^2 \cdot сек^{-2}$

Удельная теплота парообразования	L^2T^{-2}	$дж \cdot кг^{-1}$	$м^2 \cdot сек^{-2}$	$эрг \cdot г^{-1}$	$см^2 \cdot сек^{-2}$
Коэффициент теплопроводности . . .	$LMT^{-3} \cdot град^{-1}$	$\frac{вт}{м \cdot град}$	$м \cdot кг \cdot сек^{-3} \cdot град^{-1}$	$\frac{эрг}{сек \cdot см \cdot град}$	$см \cdot г \cdot сек^{-3} \cdot град^{-1}$
Коэффициенты линейного и объемного расширения . . .	$град^{-1}$	$град^{-1}$	$град^{-1}$	$град^{-1}$	$град^{-1}$
Коэффициент поверхностного натяжения	MT^{-2}	$н \cdot м^{-1}$; $дж \cdot м^{-2}$	$кг \cdot сек^{-2}$	$дин \cdot см^{-1}$; $эрг \cdot см^{-2}$	$г \cdot сек^{-2}$

Примечание. Согласно ГОСТ 8550-57 для измерения тепловых величин устанавливается система единиц, основными единицами которой являются: метр, килограмм (масса), секунда, градус, т. е. система МКС распространяется на тепловые измерения.

С 1 января 1958 г. вместо прежней калории (так называемой двадцатиградусной или международной калории, определенной для температурного интервала 19,5—20,5° С) при тепловых измерениях в качестве основной единицы принимается джоуль. Допускается также применение для тепловых измерений внесистемных единиц, основанных на калории (табл. 22). Международная конференция по мерам и весам в 1956 г. установила следующее соотношение: 1 международная калория равняется 4,1868 джоуля. Согласно ГОСТ 8550-57 это соотношение служит определением калории. Поскольку определением калории по ГОСТ является только ее соотношение с джоулем, калория лишается того физического смысла, который она имела при своем установлении (связь с теплоемкостью воды).

В физике для измерения тепловых величин применяется также система СГС, основные единицы которой сантиметр, грамм (масса), секунда, градус.

---

* Сокращенное обозначение «град» или «grad» употребляется только в формулах размерности, например $[c] = \frac{дж}{кг \cdot град}$. Числовое значение температуры должно сопровождаться значками «°К» или «°С», например 100° С или 273° К. С 1.7. 1962 г. вместо сокращенного обозначения «grad» вводится обозначение «deg» (ГОСТ 8550-61). См. табл. 22а.

22. Внесистемные тепловые единицы, основанные на калории

Наименование величины	Сокращенные обозначения единиц измерения		Размер единицы измерения
	русскими буквами	латинскими буквами	
Количество теплоты	*кал*	cal	4,1868 *дж*
Теплоемкость	*кал · град*$^{-1}$;	cal · grad^{-1};	4,1868 *дж · град*$^{-1}$
	ккал · град$^{-1}$	kcal · grad^{-1}	4,1868 · 10^{3} *дж · град*$^{-1}$
Удельная теплоемкость	*кал · г*$^{-1}$ *· град*$^{-1}$;	cal · g^{-1} · grad^{-1};	
	ккал · кг$^{-1}$ *· град*$^{-1}$	kcal · kg^{-1} · grad^{-1}	4,1868 · 10^{3} *дж · кг*$^{-1}$ *· град*$^{-1}$
Теплопроводность	*кал · см*$^{-1}$ *· сек*$^{-1}$ *· град*$^{-1}$;	cal · cm^{-1} · s^{-1} · grad^{-1};	4,1868 · 10^{2} *вт · м*$^{-1}$ *· град*$^{-1}$
Удельная теплота плавления (парообразования)	*ккал · м*$^{-1}$ *· ч*$^{-1}$ *· град*$^{-1}$	kcal · m^{-1} · h^{-1} · grad^{-1}	1,1630 *вт · м*$^{-1}$ *· град*$^{-1}$
	кал · г$^{-1}$;	cal · g^{-1};	4,1868 *дж · г*$^{-1}$
	ккал · кг$^{-1}$	kcal · kg^{-1}	4,1868 · 10^{3} *дж · кг*$^{-1}$

Примечание. Калория, определенная для температурного интервала 19,5—20,5° С, была введена у нас в качестве основной единицы при тепловых измерениях. Поэтому на практике до сих пор для измерения некоторых тепловых величин применяются внесистемные тепловые единицы, основанные на калории. ГОСТ 8550-57, устанавливая в качестве основной единицы при тепловых измерениях джоуль, разрешает также применение указанных в табл. 22 внесистемных единиц. См. также табл. 22а.

23. Электрические и магнитные единицы

Согласно ГОСТ 8033-56 для электрических и магнитных измерений установлена абсолютная практическая система единиц МКСА, основными единицами которой являются метр, килограмм, секунда, ампер. Для электрических и магнитных измерений допускается также применение абсолютной системы СГС,* в которой электрическая постоянная ε_0 и магнитная постоянная μ_0 при нерационализированной форме уравнений электромагнитного поля равны единице. Ниже приводятся наименования, сокращенные обозначения, размер и размерности единиц в системе МКСА, а также соотношение единиц в системах СГС и МКСА.

Наименование величины	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения		Размеры единиц измерения	Размерность единиц	Наименование единицы измерения в нерационализированной системе СГС	Одна единица системы СГС содержит в себе единиц рационализированной системы МКСА
		русскими буквами	латинскими или греческими буквами				
Основные единицы							
Длина	метр	*м*	m	см. табл. 9	*м*	сантиметр	10^{-2} *м*
Масса	килограмм	*кг*	kg	см. табл. 9	*кг*	грамм	10^{-3} *кг*
Время	секунда	*сек*	s	см. табл. 9	*сек*	секунда	1
Ток	ампер	*а*	A	см. табл. 24	*а*	—	$\frac{1}{c^{**}} \cdot 10\,a$
Производные единицы							
Работа и энергия	джоуль	*дж*	J	см. табл. 9	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-2}$	*эрг*	10^{-7} *дж*
Мощность	ватт	*вт*	W	см. табл. 9	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-3}$	—	10^{-7} *вт*
Количество электричества (электрический заряд)	кулон или ампер-секунда	*к* $a \cdot сек$	C A · s	(1 *а*) · (1 *сек*)	$сек \cdot a$	—	$\frac{1}{c} \cdot 10\,к$
Поток электрического смещения (поток электрической индукции)	кулон	*к*	C	(1 *а*) · (1 *сек*)	$сек \cdot a$	—	$\frac{1}{4\pi c} \cdot 10\,к$

Продолжение

Наименование величины	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения: русскими буквами	Сокращенные обозначения единиц измерения: латинскими или греческими буквами	Размеры единиц измерения	Размерность единиц	Наименование единицы измерения в нерационализированной системе СГС	Одна единица системы СГС содержит в себе единиц рационализированной системы МКСА
Электрическое смещение (электрическая индукция)	кулон на квадратный метр	$\frac{к}{м^2}$	$\frac{C}{m^2}$	$(1\ к) : (1\ м)^2$	$м^{-2} \cdot сек \cdot а$	—	$\frac{1}{4\pi c} \cdot 10^5 \frac{к}{м^2}$
Разность электрических потенциалов, электрическое напряжение, электродвижущая сила	вольт	в	V	$(1\ вт) : (1\ а)$	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-3} \cdot а^{-1}$	—	$c \cdot 10^{-8}\ в$
Напряженность электрического поля	вольт на метр	$\frac{в}{м}$	$\frac{V}{m}$	$(1\ в) : (1\ м)$	$м \cdot кг \cdot сек^{-3} \cdot а^{-1}$	—	$c \cdot 10^{-6} \frac{в}{м}$
Электрическое сопротивление	ом	*ом*	Ω	$(1\ а) : (1\ а)$	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-3} \cdot а^{-2}$	—	$c^2 \cdot 10^{-9}\ ом$
Электрическая емкость	фарада	*ф*	F	$(1\ к) : (1\ в)$	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot сек^4 \cdot а^2$	—	$\frac{1}{c^2} \cdot 10^9\ ф$
Магнитный поток	вебер	*вб*	Wb	$(1\ к) \cdot (1\ ом)$	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-2} \cdot а^{-1}$	максвелл	$10^{-8}\ вб$
Магнитная индукция	тесла	*тл*	T	$(1\ вб) : (1\ м)^2$	$кг \cdot сек^{-2} \cdot а^{-1}$	гаусс	$10^{-4}\ т$
Индуктивность и взаимная индуктивность	генри	*гн*	H	$(1\ вб) : (1\ а)$	$м^2 \cdot кг \cdot сек^{-2} \cdot а^{-2}$	—	$c^2 \cdot 10^{-9}\ гн$
Магнитодвижущая сила и разность магнитных потенциалов	ампер или амперовиток	*а* *ав*	A At	$(1\ а)$	$а$	гильберт	$\frac{1}{4\pi} \cdot 10\ ав$
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	$\frac{а}{м}$	$\frac{A}{m}$	$(1\ а) : (1\ м)$	$м^{-1} \cdot а$	эрстед	$\frac{1}{4\pi} \cdot 10^3 \frac{ав}{м}$
	амперовиток на метр	$\frac{ав}{м}$	$\frac{At}{m}$				

* Эта система в литературе часто называется симметричной системой СГС для электрических и магнитных измерений, или системой Гаусса.

** c — численное значение скорости света в пустоте, выраженной в $\frac{см}{сек}$.

Примечания. 1. Абсолютная практическая система МКСА — часть Международной системы единиц, установленной Международным комитетом мер и весов. Ее преимущества: удобные для практики размеры единиц, сохранение в ней всех общепринятых практических электромагнитных единиц (ампер, вольт, ом, генри и др.), единство системы для измерения механических, электрических и магнитных величин и др. Термин «абсолютная» в названии системы введен только для отличия единиц системы МКСА от единиц прежней международной практической системы электромагнитных единиц.

2. Систему единиц МКСА обычно применяют при написании уравнений электромагнитного поля в рационализированной форме. В таких случаях из наиболее часто встречающихся на практике формул, описывающих электрические и магнитные явления, исключается множитель 4π. Соответственно этому в рационализированной системе МКСА электрическая и магнитная постоянные имеют значение $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi c^2} \cdot 10^9$ фарады на метр (где c — численное значение скорости света в пустоте, выраженное в метрах в секунду) и $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ генри на метр.

Рационализированная система МКСА обозначается МКСА$_р$; она получила широкое распространение в электротехнике и радиотехнике. Соотношения между единицами электромагнитных величин различных систем приводятся в табл. 27.

3. В качестве производных единиц для измерения электрических величин в абсолютной системе СГС (Гаусса) приняты единицы системы СГСЭ, а для измерения магнитных величин — единицы системы СГСМ. Система СГС часто применяется в физической литературе, она допущена ГОСТом 8033-56 для электрических и магнитных измерений.

4. Между абсолютными единицами МКСА и международными единицами измерения электрических и магнитных величин существуют следующие соотношения: 1 международный джоуль = 1,00020 абсолютного джоуля; 1 международный ватт = 1,00020 абсолютного ватта; 1 международный ампер=0,99985 абсолютного ампера; 1 международный кулон=0,99985 абсолютного кулона; 1 международный вольт=1,00035 абсолютного вольта; 1 международный ом=1,00050 абсолютного ома; 1 международная фарада=0,99950 абсолютной фарады; 1 международный вебер=1,00035 абсолютной вольт-секунды; 1 международный генри= = 1,00050 абсолютного генри. Таким образом, отличие единиц системы МКСА от прежней международной практической системы весьма незначительно и в большинстве случаев его можно не принимать во внимание.

Международный ампер — это величина неизменяющегося электрического тока, который отлагает на катоде 0,000118 *г* серебра в секунду, проходя через водный раствор азотнокислого серебра.

Международный ом — это сопротивление при неизменяющемся электрическом токе и при температуре тающего льда, ртутного столба длиной 106,3 *см*, имеющего сечение, одинаковое по всей длине, и массу 14,4521 *г*.

24. Наименования и определения единиц системы МКСА

Наименования	Сокращенные обозначения единиц		Определения
	русскими буквами	латинскими или греческими буквами	
Единица электрического тока ампер	*а*	A	Сила неизменяющегося тока, который, будучи поддерживаем в двух параллельных прямолинейных проводниках бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенных на расстоянии 1 метра один от другого в пустоте, вызвал бы между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ единиц силы системы МКС (т. е. ньютона) на 1 метр длины. (Принято IX Генеральной конференцией по мерам и весам)
Единица количества электричества кулон или ампер-секунда	*к* *а · сек*	C A · s	Количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в 1 секунду при неизменяющемся токе в 1 ампер
Единица разности электрических потенциалов, электрического напряжения и электродвижущей силы вольт	*в*	V	Разность электрических потенциалов между двумя точками линейного проводника, по которому протекает неизменяющийся электрический ток в 1 ампер, когда мощность, потребляемая проводником между этими точками, равна 1 ватту

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения единиц		Определения
	русскими буквами	латинскими или греческими буквами	
Единица электрического сопротивления ом	*ом*	Ω	Электрическое сопротивление между двумя точками линейного проводника, в котором неизменяющаяся разность электрических потенциалов в 1 вольт между этими точками вызывает электрический ток в 1 ампер
Единица электрической емкости фарада	*ф*	F	Электрическая емкость конденсатора, между обкладками которого существует разность электрических потенциалов в 1 вольт, когда конденсатор заряжен количеством элекричества в 1 кулон
Единица магнитного потока вольт-секунда . .	*в · сек*	V · s	Магнитный поток, при убывании которого до нуля количество электричества, протекающее сквозь поперечное сечение неразветвленной линейной электрической цепи, сцепленной с этим потоком и имеющей сопротивление в 1 ом, равно 1 кулону
Единица магнитной индукции вольт-секунда на квадратный метр .	$в \cdot \frac{сек}{м^2}$	$V \cdot \frac{s}{m^2}$	Магнитная индукция, при которой магнитный поток через поверхность в 1 квадратный метр, расположенную в равномерном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции, равен 1 вольт-секунде

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения единиц		Определения
	русскими буквами	латинскими или греческими буквами	
Единица напряженности магнитного поля (магнитной силы) ампер на метр . .	$\frac{а}{м}$	$\frac{A}{m}$	Напряженность магнитного поля в однородной и изотропной среде на расстоянии 2 метров от бесконечно длинного прямолинейного проводника ничтожно малого кругового сечения, по которому протекает ток в 1 ампер

25. Единицы измерения электрических и магнитных величин в системе СГСЭ

Названия величин	Единицы измерения	
	сокращенные обозначения	размерность
Единица заряда (количество электричества)	СГСЭ (q)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Напряженность электрического поля	СГСЭ (E)	$см^{-\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Электрическая индукция (смещение)	СГСЭ (D)	$см^{-\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Поток электрической индукции . .	СГСЭ (N)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Потенциал (напряжение, э. д. с.) .	СГСЭ (U)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Электрический момент	СГСЭ (p)	$см^{\frac{5}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Емкость	см	$см$
Величина тока	СГСЭ (I)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-2}$

Продолжение

Названия величин	Единицы измерения	
	сокращенные обозначения	размерность
Сопротивление	СГСЭ (R)	$см^{-1} \cdot сек$
Напряженность магнитного поля .	СГСЭ (H)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-2}$
Количество магнетизма (магнитная масса) *	СГСЭ (m)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Магнитная проницаемость	СГСЭ (μ)	$см^{-2} \cdot сек^{2}$
Магнитная индукция	СГСЭ (B)	$см^{-\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Магнитный поток	СГСЭ (Φ)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Магнитный момент	СГСЭ (p_m)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Магнитодвижущая сила	СГСЭ (E_m)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-2}$
Магнитное сопротивление	СГСЭ (R_m)	$см \cdot сек^{-2}$
Индуктивность (коэффициент самоиндукции)	СГСЭ (L)	$см^{-1} \cdot сек^{2}$

* Понятие магнитной массы — условное понятие, введенное лишь для удобства расчетов взаимодействия магнитных полюсов.

Примечания. 1. В абсолютной системе СГСЭ, построенной на основе системы единиц механических величин СГС (*см, г, сек*), диэлектрическая проницаемость вакуума (электрическая постоянная) ε_0 выбрана в качестве четвертой основной единицы.

2. В целях упрощения размерностей производных единиц в системе СГСЭ ε_0 полагают безразмерной величиной, равной единице. Благодаря этому все производные электрические и магнитные единицы этой системы выражаются через *г, см, сек*. Единицы измерения величин в системе СГСЭ не имеют особых названий, и их принято обозначать буквенными символами самой системы, после чего словами записывается единица измерения данной величины или в скобках обозначается ее символ. Например, для обозначения единицы потенциала в системе СГСЭ пишут: СГСЭ — ед. потенциала или СГСЭ (U).

3. В системе СГСЭ пользуются главным образом единицами электрическими; магнитные единицы употребляются в очень редких случаях.

26. Единицы измерения электрических и магнитных величин в системе СГСМ

Названия величин	Единицы измерения	
	сокращенные обозначения	размерность
Количество электричества (заряд)	СГСМ (q)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Напряженность электрического поля	СГСМ (E)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-2}$
Диэлектрическая проницаемость	СГСМ (ε)	$см^{-2} \cdot сек^2$
Электрическая индукция	СГСМ (D)	$см^{-\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Поток электрической индукции	СГСМ (N)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}}$
Величина тока	СГСМ (I)	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Потенциал (напряжение, э. д. с.)	СГСМ (U)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-2}$
Емкость	СГСМ (C)	$см^{-1} \cdot сек^2$
Сопротивление	СГСМ (R)	$см \cdot сек^{-1}$
Удельное сопротивление	СГСМ (ρ)	$см^2 \cdot сек^{-1}$
Индуктивность (коэффициент самоиндукции)	*см*	*см*
Напряженность магнитного поля	*э*	$см^{-\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Магнитная индукция	*гс*	$см^{-\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Поток магнитной индукции (магнитный поток)	*мкс*	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Магнитная масса (количество магнетизма)	СГСМ (m)	$см^{\frac{3}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Магнитный момент	СГСМ (p_m)	$см^{\frac{5}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$
Магнитодвижущая сила, разность магнитных потенциалов	*гб*	$см^{\frac{1}{2}} \cdot г^{\frac{1}{2}} \cdot сек^{-1}$

Примечания. 1. Система СГСМ построена на основе системы механических единиц СГС. Основные единицы системы СГСМ: *см*, *г*, *сек*, μ_0. В целях упрощения пользования указанной системой магнитная проницаемость вакуума (магнитная постоянная) μ полагается в ней безразмерной величиной, равной единице.

2. В системе СГСМ употребляются главным образом магнитные единицы; большинство из них специального наименования не имеет, за исключением некоторых наиболее употребительных магнитных единиц — максвелл (*мкс*, Mx), гаусс (*гс*, Gs), эрстед (*э*, Oe) и гильберт (*гб*, *G*).

27. Соотношение между электромагнитными единицами различных систем

Наименования величин	Обозначения единиц в системе МКСА	Какому числу единиц равна единица системы МКСА в системах		
		СГСЭ	СГСМ	МКСАр
Величина тока	$1\,a$	$3 \cdot 10^9$	10^{-1}	1
Количество электричества .	$1\,к(a \cdot сек)$	$3 \cdot 10^9$	10^{-1}	1
Разность потенциалов . . .	$1\,в$	$\frac{1}{300}$	10^8	1
Электроемкость	$1\,ф$	$9 \cdot 10^{11}$	10^{-9}	1
Электрическое сопротивление	$1\,ом$	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$	10^9	1
Диэлектрическая проницаемость	$1\,\frac{ф}{м}$	$9 \cdot 10^9$	10^{-11}	$\frac{1}{4\pi}$
Напряженность электрического поля	$1\,\frac{в}{м}$	$\frac{1}{3} \cdot 10^{-4}$	10^6	1
Электрическая индукция . .	$1\,\frac{к}{м^2}$	$3 \cdot 10^5$	10^{-5}	$\frac{1}{4\pi}$
Поток электрической индукции	$1\,к$	$3 \cdot 10^9$	10^{-1}	$\frac{1}{4\pi}$
Поток магнитной индукции .	$1\,вб$	$\frac{1}{300}$	10^8	1
Магнитная индукция	$1\,т$	$\frac{1}{3} \cdot 10^{-6}$	10^4	1
Напряженность магнитного поля	$1\,\frac{а}{м}$	$3 \cdot 10^7$	10^{-3}	$\frac{1}{4\pi}$
Магнитная проницаемость .	$1\,\frac{гн}{м}$	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-13}$	10^7	4π
Магнитодвижущая сила . .	$1\,а$	$3 \cdot 10^9$	10^{-1}	$\frac{1}{4\pi}$
Магнитный момент	$1\,вб \cdot м$	$\frac{1}{3}$	10^{10}	4π
Индуктивность	$1\,гн$	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$	10^9	1

28. Световые единицы

Наименования		Сокращенные обозначения единиц измерения		Определение единицы
величины	единицы измерения	русскими буквами	латинскими буквами	
Сила света	свеча	*св*	cd	Свеча — это такая сила света, при которой яркость полного излучателя при температуре затвердевания платины равна 60 свечам на квадратный сантиметр (принято IX Генеральной конференцией по мерам и весам в 1948 г.)
Световой поток . . .	люмен	*лм*	lm	Люмен — световой поток, испускаемый точечным изотропным источником света силой в 1 свечу в телесный угол, равный 1 стерадиану
Освещенность	люкс	*лк*	lx	Люкс — освещенность, создаваемая световым потоком в 1 люмен при равномерном распределении его на площади в 1 квадратный метр
Яркость	нит	*нт*	nt	Нит — яркость поверхности, квадратный метр которой дает в направлении, перпендикулярном к этой поверхности, силу света, равную 1 свече

Примечания. 1. Основной световой величиной служит сила света, а единицей ее измерения — свеча. В 1948 г. вместо ранее установленного эталона международной свечи был принят новый эталон. Новая свеча имеет следующее соотношение с ранее применявшейся международной свечой: 1 международная свеча = 1,005 свечи (новой), 1 свеча (новая) = = 0,995 международной свечи. Соответственно единица светового потока — люмен (новый) имеет следующее соотношение с международным люменом: 1 международный люмен = 1,005 люмена (нового), 1 люмен (новый) = 0,995 международного люмена.

2. Вместо ранее применявшейся единицы яркости — *стильба* (*сб*) ГОСТ 7932-56 устанавливает новую единицу яркости — *нит*. Соотношение между этими единицами следующее: $1\ сб \approx 10^4\ нт \left(1\ сб = \frac{1\ св}{1\ см^2} \approx \frac{1\ св\ (\text{новая})}{(10^{-2}\ м)^2} = \right.$ $\left. = \frac{10^4\ св\ (\text{новая})}{м^2} = 10^4\ нт\right)$.

29. Единицы рентгеновского и гамма-излучений и радиоактивности

Наименования		Сокращенные обозначения единиц измерения		Определение единицы
величины	единицы измерения	русскими буквами	латинскими буквами	
Доза рентгеновского и гамма-излучений	рентген	*р*	r	Рентген — доза излучения, при которой в одном кубическом сантиметре воздуха, находящегося при нормальных условиях, образуется столько ионов, что их суммарный заряд каждого знака в отдельности равен одной электростатической единице
Поглощенная доза излучения	рад	—	rad	Рад — доза излучения, при которой в одном грамме облучаемого вещества поглощается энергия, равная 100 эргам
Активность радиоактивного изотопа	кюри	—	c	Кюри — активность препарата данного изотопа, в котором в одну секунду происходит $3{,}7 \cdot 10^{10}$ актов распада

30. Единицы измерения в атомной физике

Единица массы — атомная единица массы (обозначается а. е. м. или a. m. u.), 1 атомная единица массы равна $\frac{1}{16}$ массы наиболее легкого изотопа кислорода с массовым числом 16 (см. табл. 269).

1 а. е. м. $= 1{,}657 \cdot 10^{-24}$ *г* $\approx 1{,}66 \cdot 10^{-24}$ *г* $= 9{,}31 \cdot 10^{8}$ *эв* $= 1{,}49 \cdot 10^{-3}$ *эрг*.

Единица энергии — электронвольт (обозначается *эв*, eV). 1 электронвольт равен энергии, которую приобретает электрон, пройдя разность потенциалов в 1 вольт.

1 *эв* $= 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ *дж* $= 1{,}60 \cdot 10^{-12}$ *эрг* $= 1{,}63 \cdot 10^{-20}$ *кГ* · *м* $=$
$= 4{,}45 \cdot 10^{-26}$ *квт* · *ч* $= 1{,}07 \cdot 10^{-9}$ а. е. м.

Утверждено как международное следующее соотношение:

1 *эв* $= 1{,}60207 \cdot 10^{-19}$ *дж*.

За единицу заряда принимается заряд, равный по абсолютной величине заряду электрона. 1 элементарный заряд равен $4{,}80288 \pm 0{,}00021 \cdot 10^{-10}$ абс. единиц заряда СГСЭ $\approx 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *к*.

Единицей площади для измерений эффективных сечений элементарных частиц при ядерных реакциях служит барн (обозначается *б, bn*). $1\ б = 10^{-24}\ см^2/атом$.

В атомной физике при измерении расстояний пользуются иногда единицей, которую называют *единицей Ферми* (или просто ферми). Ферми — длина, равная $10^{-13}\ см$. Однако эту единицу нельзя считать общепринятой.

Единицы рентгеновского и гамма-излучений и радиоактивности см. табл. 29.

31. Физические константы и часто встречающиеся величины

Величина	Обозначение	Численное значение
Абсолютный нуль температуры	0° K	—273,15 °C
Атмосфера физическая	*атм*	$1{,}01325 \cdot 10^6\ \frac{дин}{см^2}$
Заряд электрона	*e*	$4{,}8028 \cdot 10^{-10}$ ед. СГСЭ
Коэффициент теплового расширения газов при постоянном давлении	α_p, α	$0{,}00366\ \frac{1}{град}$
Масса атома водорода	m_H	$1{,}6733 \cdot 10^{-24}\ г$
» нейтрона	m_n	$1{,}6746 \cdot 10^{-24}\ г$
» протона	m_p	$1{,}6724 \cdot 10^{-24}\ г$
» электрона (покоящегося)	m_e	$9{,}108 \cdot 10^{-28}\ г$
Механический эквивалент теплоты	*E*	$1\ ккал = 4{,}1868 \cdot 10^{10}\ эрг = 4{,}1868\ кдж \approx 427\ кГ \cdot м$
Объем грамм-молекулы идеального газа при нормальных условиях (0° C, 760 *мм рт. ст.*)		$22{,}415\ л$
Плотность воды при 3,98° C		$0{,}999973\ \frac{г}{см^3}$
Постоянная Больцмана	*k*	$1{,}380 \cdot 10^{-16}\ \frac{эрг}{град}$
» Вина	*A*	$0{,}2897\ см \cdot град$

Величина	Обозначение	Численное значение
Постоянная гравитационная	$\varkappa$	$6{,}673 \cdot 10^{-8} \frac{см^3}{г \cdot сек^2}$
» Планка . . .	h	$6{,}6252 \cdot 10^{-27}$ эрг · сек
» Ридберга для водорода . .	R_H	109677,6 $см^{-1}$
» Стефана — Больцмана .	σ	$5{,}669 \cdot 10^{-5} \frac{эрг}{см^2 сек \cdot град^4}$
Скорость света в пустоте	c	$2{,}99793 \cdot 10^5 \frac{км}{сек}$
Скорость электрона с энергией 1 эв		$5{,}945 \cdot 10^7 \frac{см}{сек}$
Универсальная газовая постоянная	R	$8{,}314 \cdot 10^7 \frac{эрг}{град \cdot моль} =$ $= 1{,}98577 \frac{кал}{град \cdot моль} =$ $= 0{,}848 \frac{кГ \cdot м}{град \cdot моль} =$ $= 0{,}08206 \frac{атм \cdot л}{град \cdot моль}$
Число Авогадро (физическая шкала)	N_A	$6{,}02486 \cdot 10^{23} \frac{1}{моль}$
Число Авогадро (химическая шкала)	N_A	$6{,}02318 \cdot 10^{23} \frac{1}{моль}$
Число Лошмидта	n_0	$2{,}68719 \cdot 10^{19} \frac{1}{см^3}$
Число Фарадея (физическая шкала)	F	$96514 \frac{к}{г \cdot экв} \approx 96500 \frac{к}{г \cdot экв}$
Число Фарадея (химическая шкала)	F	$96487 \frac{к}{г \cdot экв} \approx 96500 \frac{к}{г \cdot экв}$
Длина волны красной линии спектра кадмия . .		6438,4696 Å
Длина волны желтой линии спектра натрия . .	D	5893 Å

32. Условные обозначения, наносимые на шкалы электроизмерительных приборов

Наименования	Условные обозначения	Наименования	Условные обозначения
Единица измеряемой величины (например, ампер, пикофарада, и т. п.)	A; pF	Выпрямитель электромеханический	
Коэффициент мощности	$\cos\varphi$	Электронный преобразователь	
Градусы угла сдвига фаз	φ°	Защита от внешних магнитных полей	
Магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой		Защита от внешних электрических полей	
Магнитоэлектрический прибор с подвижным магнитом		Постоянный ток	
Электромагнитный прибор		Переменный (однофазный) ток	
Электромагнитный поляризованный прибор		Постоянный и переменный ток	
Электродинамический прибор		Трехфазный ток	
Ферродинамический прибор		Трехфазный ток при неравномерной нагрузке фаз	
Индукционный прибор		Класс точности: а) в % от диапазона измерения (например, 0,5); б) в % от длины шкалы (например, 0,5)	0,5
Магнитоиндукционный прибор		Положение шкалы: а) горизонтальное; б) вертикальное; в) наклонное (например, под углом 60° к горизонту)	
Электростатический прибор			
Вибрационный прибор (язычковый)			
Тепловой прибор		Испытательное напряжение изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу (например, 2 *кв*)	
Биметаллический прибор		Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	
Термопреобразователь изолированный			
Выпрямитель полупроводниковый			

Продолжение

Наименования	Условные обозначения	Наименования	Условные обозначения
Направление ориентировки прибора в земном магнитном поле		в) в полевых или морских условиях	В
Отрицательный зажим	−	Генераторный зажим (для ваттметров, фазометров)	*
Положительный зажим	+	Зажим, соединенный с:	
Общий зажим (для многопредельных приборов переменного тока и комбинированных приборов)	*	а) подвижной частью (рамкой) прибора;	
Зажим переменного тока (в комбинированных приборах)		б) экраном;	Э или Экран
Смотри дополнительно указания в паспорте и инструкции по эксплуатации		в) корпусом	
Приборы предназначены для работы:		Зажим для заземления	
а) в сухих закрытых помещениях;	А	Корректор	
б) в закрытых сухих неотапливаемых помещениях;	Б	Арретир	Арретир или App
		Направление арретирования	или

Примечание. Кроме этого, на шкалу электроизмерительных приборов наносятся следующие обозначения: номер стандарта, установленного на данную группу приборов, номинальная температура (если она отличается от 20° С), группа устойчивости к механическим воздействиям (например, ОП — обыкновенный с повышенной механической прочностью, ВН — нечувствительный к вибрации и т. п.), защищенность корпуса от влияния внешней среды (например, Вз — водозащищенный, Пз-пылезащищенный и т. п.) и некоторые другие.

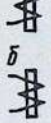
Приведенные в таблице обозначения соответствуют ГОСТ 1845—59.

33. Условные графические обозначения в электрических схемах

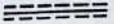
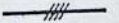
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Постоянный ток. Напряжение постоянного тока		Обмотка измерительного прибора (напряжения)	
Переменный ток. Напряжение переменного тока		Прибор измерительный (показывающий)	
Постоянный и переменный ток (для измерительных приборов, аппаратов, машин, пригодных для обоих родов тока)		Прибор измерительный регистрирующий (записывающий)	
Переменный ток трехфазный 50 *гц*		Счетчик	
Положительная полярность		Шунт для измерительного прибора	
Отрицательная полярность		Термоэлемент	
Трехфазная обмотка с соединением в звезду с выведенной нейтральной (средней) точкой		Амперметр показывающий	
Трехфазная обмотка с соединением в двойную звезду с раздельными нейтральными точками		Вольтметр показывающий	
Трехфазная обмотка с соединением в треугольник		Ваттметр показывающий	
Вентиль полупроводниковый		Фазометр показывающий	
Сетка		Частотомер показывающий	
Анод		Омметр показывающий	
Катод ртутный		Амперметр регистрирующий	
Вентиль ртутный с управляющей сеткой		Вольтметр регистрирующий	
Обмотка измерительного прибора (токовая)		Ваттметр регистрирующий	
		Счетчик ватт-часов	
		Общее обозначение нерегулируемого сопротивления	
		Сопротивление полное	
		Сопротивление регулируемое (общее обозначение)	
		Сопротивление регулируемое без разрыва цепи со скользящим контактом	

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Сопротивление с отводами		Реле промежуточное *	
Сопротивление индуктивное без сердечника		Кнопка с самовозвратом с нормально открытым контактом	
Сопротивление индуктивное с сердечником (дроссель)		Кнопка с самовозвратом с нормально закрытым контактом	
Конденсатор или сопротивление емкостное нерегулируемые		Кнопка управления (число точек должно соответствовать числу кнопок)	
Конденсатор или сопротивление емкостное регулируемые		Пускатель	
Элемент гальванический или аккумуляторный		Штепсельное соединение	
Батарея из элементов		Штепсельное соединение в выдвигаемых разъемных устройствах	
Катушка контактора		Звонок электрический	
Катушка напряжения реле		Лампа сигнальная (иногда добавляется буква, указывающая цвет стекла: Б — белый, К — красный, и т. д. или сигнализируемое состояние: А — авария, В — включено и т. п.)	
Катушка токовая реле			
Нагревательный элемент теплового реле			
Контакт нормально открытый: *а* — общее обозначение; *б* и *в* — допустимые в схемах радиотехники и связи		Разрядник. Общее обозначение	
Контакт нормально закрытый: *а* — общее обозначение; *б* и *в* — допустимые в схемах радиотехники и связи		Разрядник трубчатый	
Реле — общее обозначение			

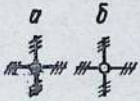
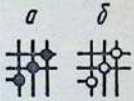
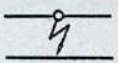
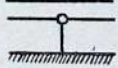
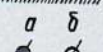
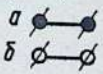
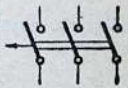
Продолжение

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Разрядник вентильный		Дуговая печь	
		Печь сопротивления	
		Индукционная печь	
Предохранитель плавкий		Токосъемник троллейный	
		Плита электромагнитная	
Электромагнит с параллельной обмоткой			
Электромагнит с последовательной обмоткой. (В схемах радиотехники и связи допускается применение обозначения *а* или *б*)		Лампа осветительная	
	а	Экран	
	б 	Знаки регулирования	

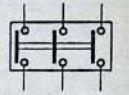
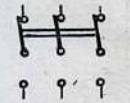
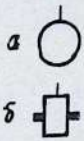
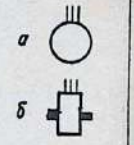
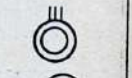
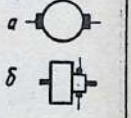
* В графическое обозначение реле вписывается буквенное обозначение, например РТ (реле тока), РМ (реле мощности), РТ° (реле температурное), РСк (реле скорости) и т. п.

Наименование	Обозначение	
	однолинейное	многолинейное
Провод электрической цепи		
Провод, соединенный с нейтральной (средней) точкой		
Провод экранированный		
Провода двухпроводной электрической цепи		
Провода четырехпроводной электрической цепи трехфазного тока		

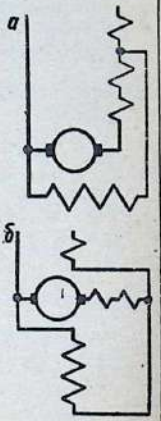
Продолжение

Наименование	Обозначение	
	однолинейное	многолинейное
Соединение электрическое (металлическое), зажим *		
Провода пересекающиеся, без электрического (металлического) соединения		
Провода пересекающиеся, электрически (металлически) соединенные, и провода ответвляющиеся		
Шина		
Повреждение изоляции		
Земля		
Заземление (соединение провода с землей)		
Корпус (машины, аппарата и др.)		
Пробой изоляции провода на корпус		
Соединение провода с корпусом		
Контакт аппарата, выведенный на сборку зажимов, например, панели		
Перемычка на сборке зажимов		
Выключатель мощности трехполюсный автоматический, воздушный (автомат)		

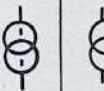
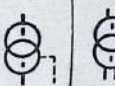
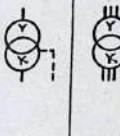
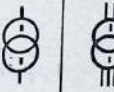
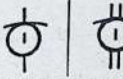
Продолжение

Наименование	Обозначение	
	однолинейное	многолинейное
Выключатель мощности трехполюсный неавтоматический, воздушный (без расцепителя)		
Выключатель мощности трехполюсный (с гашением дуги в масле или струей масла, воды, воздуха и т. п.)		
Переключатель трехполюсный		
Переключатель трехполюсный. Разъединитель переключающий трехполюсный		
Обмотка статора (каждой фазы машины переменного тока). Обмотка возбуждения синхронной машины. Обмотка возбуждения машины постоянного тока параллельная		
Машина вращающаяся (без указания исполнения ротора или якоря) **		
Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором		
Машина постоянного тока		

Продолжение

Наименование	Обозначение	
	однолинейное	многолинейное
Машина постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов		
Машина постоянного тока с обмотками: смешанного возбуждения (параллельной самовозбуждения и последовательной), дополнительных полюсов и компенсационной		
Электродвигатель коллекторный однофазный последовательного возбуждения		

Продолжение

Наименование	Обозначение		
	однолинейное	многолинейное	многолинейное с указанием обмоток
Обмотка трансформатора			
Сердечник трансформатора			
Трансформатор однофазный без сердечника			
Трансформатор однофазный с сердечником и с экраном между обмотками			
Трансформатор однофазный с сердечником			
Вывод нейтральной (средней) точки на одной обмотке у однофазного трансформатора с сердечником			
Трансформатор трехфазный, с сердечником, с соединением обмоток: звезда — звезда, с выведенной нейтральной (средней) точкой у одной из обмоток			
Вывод на одной обмотке у однофазного трансформатора с сердечником			
Автотрансформатор однофазный с сердечником			

Примечание. Указанные обозначения соответствуют ГОСТ 7624—55.

* Для обозначения электрического соединения и зажима могут применяться два равноправных обозначения — *а* и *б*.

** В условных обозначениях электрических машин допускается изображение в виде прямоугольника, обозначенное буквой *б*.

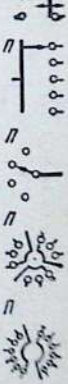
34. Условные графические изображения приборов в схемах автоматизации

Прибор или устройство	Изображение	Прибор или устройство	Изображение
Прибор измерительный *: *а* — базовое изображение; *б* — допускаемое изображение	*а* *б*	Приемное устройство фотометрическое (уровень и др.)	
		Отборное устройство давления, уровня, состава газов и жидкостей	
Прибор регулирующий (сигнализирующий): *а* — базовое изображение; *б* — допускаемое изображение	*а* *б*	Приемное устройство пирометра (радиационного, оптического, фотоэлектрического)	
Термометр расширения стеклянный		Передающая камера телевидения	
		Заслонка регулирующая	
Термометр биметаллический		Исполнительный механизм поршневой	
Термометр сопротивления одинарный			
Термометр сопротивления поверхностный		Исполнительный механизм электромагнитный (соленоидный)	
Термопара одинарная		Исполнительный механизм с электродвигателем: *а* — переменного тока; *б* — постоянного тока	*а* *б*
Счетчик жидкости, газа			
Клапан регулирующий трехходовой			

* Над горизонтальной чертой внутри изображения наносятся буквенные обозначения измеряемых и регулируемых величин (например, *t* — температура, *n* — число оборотов в минуту, *b* — толщина, *m* — влажность, *H* — уровень, *P* — давление, разрежение, вакуум, *G* — расход или количество и др.). Под чертой наносятся буквенные обозначения основных функций, выполняемых прибором (например, П — показание, С — запись, Сг — сигнализация, Ус — усиление, Дз — дозировка и др.), а для электроизмерительных приборов — условное обозначение их наименования (например, А — амперметр, Hz — частотомер и др.).

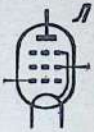
35. Условные графические обозначения в схемах радиотехники

Наименование	Обозначение
Конденсаторы постоянной емкости	
Конденсаторы переменной емкости (одинарные)	
Конденсаторы переменной емкости, соединенные в агрегаты	
Электролитические конденсаторы	
Катушка одинарная	
Катушка с отводами	
Катушка с сердечником	
Катушка переменной индуктивности с сердечником	
Трансформатор выходной, трансформатор низкой частоты	
Две катушки с переменной связью между ними	
Трансформатор высокой (промежуточной) частоты	

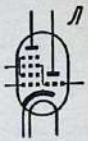
Наименование	Обозначение
Силовой дроссель, дроссель низкой частоты	
Соединение проводов	
Перекрещивание проводов без соединения	
Штепсельное гнездо	
Зажим	
Антенна	
Заземление	
Подстроенные конденсаторы	
Выключатели: *а* — одинарные; *б* — двойные	
Переключатели	

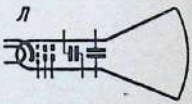
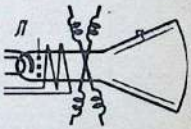
Продолжение

Наименование	Обозначение
Предохранитель	
Телефон с оголовьем	
Громкоговоритель (общее обозначение)	
Громкоговорители электродинамические с подмагничиванием	
Звукосниматель	
Детектор	
Баллоны радиоламп	
Анод и сетка радиоламп	
Катод прямого и косвенного накала	
Светящийся экран в оптическом указателе настройки	
Экран в лучевой лампе	
Диод (или одноанодный кенотрон)	
Триод	
Двойной диод или двуханодный кенотрон	

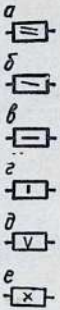
Наименование	Обозначение
Двойной триод	
Двойной диод-триод	
Пентод	
Пентод. Защитная сетка соединена с катодом	
Диод-пентод	
Двойной диод-пентод	
Двойной диод или двуханодный кенотрон с раздельным катодом	
Двойной триод с раздельными катодами	

Продолжение

Наименование	Обозначение
Триод-гексод	
Тетрод	
Лучевой тетрод	
Гептод	
Полупроводниковый триод (транзистор) (стрелка на изображении эмиттера указывает направление тока в цепи эмиттера)	
Оптический указатель настройки	
Стабилитрон	

Наименование	Обозначение
Неоновая лампа	
Стабилизатор тока	
Газовый разрядник	
Газотрон	
Тиратрон	
Фотоэлементы вакуумные и газонаполненные	
Электронно-лучевая трубка с электростатическим отклонением луча	
Электронно-лучевая трубка с электромагнитным отклонением луча	
Постоянное сопротивление (общее обозначение)	

Продолжение

Наименование	Обозначение
Проволочное сопротивление	
Переменное сопротивление, реостат накала	
Потенциометр	
Обозначение на схеме номинальной мощности сопротивления: *а* — 0,12 *вт*; *б* — 0,25 *вт*; *в* — 0,5 *вт*; *г* — 1 *вт*; *д* — 5 *вт*; *е* — 10 *вт*	

Примечание. Около условного (графического) обозначения конденсатора, сопротивления, катушки, дросселя, трансформатора, микрофона, телефонной трубки, переключателя, выключателя, предохранителя, анодной батареи, батареи накала, сеточной батареи, лампы и др. ставится буква (соответственно C, R, L, Др, Тр, М, Т, П, Вк, Пр, $Б_а$, $Б_н$ $Б_с$. Л и др.). Если это необходимо, то отдельные электроды лампы обозначаются следующим образом: анод — а (если в лампе два анода, то они также нумеруются $а_1$, $а_2$), сетка — с (сетки иногда обозначаются очередными номерами, начиная от катода $с_1$, $с_2$, $с_3$ и т. д.), экран — э, катод — к, нить накала — н. Аналогично, отдельные электроды триода обозначаются следующими буквами: эмиттер — э, коллектор — к и основание — о.

Повторяющиеся детали схемы нумеруются подстрочными арабскими цифрами (например $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, . . ., $Тр_1$, $Тр_2$, . . . и т. д.); если это нужно по схеме, то контакты переключателей также нумеруются. Обмотки трансформатора (первичная, вторичная и далее) обозначаются римскими цифрами I, II, III и т. д.

Около каждого конденсатора или сопротивления ставятся латинские буквы (соответственно C и R) с порядковым числом (например, C_1, C_2, R_1, R_2, R_3 и т. д.) и с числовым значением емкости или сопротивления без наименования единицы измерения.

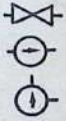
Величины емкостей конденсаторов от 1 до 9999 *пф* обозначаются целыми числами, выражающими значения емкости *в пикофарадах*. Емкость конденсаторов от 10000 *пф* (0,01 *мкф*) и выше обозначается *в микрофарадах*. Если емкость равна целому числу микрофарад, то для отличия обозначения емкости в микрофарадах от обозначения в пикофарадах после значащей цифры ставится запятая и нуль (например, C_{12} 16,0).

В тех случаях, когда важно указать, что емкость составляет доли пикофарады или выражается целым числом с долями пикофарады, после числового значения ставится наименование *пф* (например, C_7 1,3 *пф*). Для конденсаторов подстроечных и переменной емкости на схемах указываются либо наибольшее значение емкости, либо пределы ее изменения.

Сопротивления от 1 до 999 *ом* обозначаются целыми числами (без наименования), выражающими величину сопротивления *в омах* (например, R_5 500). Сопротивления от 1000 до 999999 *ом* обозначаются числом килоом с буквой *к* (например, R_5 40 *к*). Все сопротивления большие, чем 1000000 *ом*, выражаются *в мегомах* или их долях без наименования, причем если величина сопротивления равна целому числу мегом, то после цифры ставится запятая и нуль (например, R_7 2,0).

В тех редких случаях, когда важно подчеркнуть, что величина сопротивления составляет доли ома или выражается целым числом с долями ома, после численного значения сопротивления ставится наименование *ом* (например, R_1 7,5 *ом*).

36. Условные графические обозначения в теплотехнических схемах

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Паровой котел		Поверхностный подогреватель	
Паровой котел с воздухоподогревателем		Питательный клапан	
Паровая турбина		Обратный клапан	
		Запорный орган	
Конденсатор		Насос	
Водяной экономайзер		Охлаждающий пруд	
		Река или озеро	
Пароперегреватель		Водяной бак	

Продолжение

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Свежий пар		Воздух	
Пар из отбора 1-го, 2-го и т. д.		Масло	
Вода		Мазут	
Конденсат		Природные газы	

37. Классы точности приборов

По степени точности электроизмерительные приборы (кроме счетчиков) делятся на восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5 и 4,0.

Класс прибора характеризует наибольшую допустимую погрешность измерения и выражает эту погрешность в процентах от наибольшего показания шкалы. Погрешность может быть положительной и отрицательной, т. е. прибор может давать как преувеличенные, так и преуменьшенные значения.

Например, вольтметр класса 1,5 со шкалой на 300 *в* может давать в любом месте рабочей части шкалы погрешность до ±1,5% от 300 *в*, т. е. до ±4,5 *в*. Погрешность вольтметра класса 0,2 с такой же шкалой не должна превышать ±0,2% от 300 *в*, т. е. ±0,6 *в*.

Особо точные приборы имеют класс точности 0,05; 0,1; 0,2 и 0,5; технические — 1; 1,5; 2,5 и 4,0. Приборы с погрешностью более 4% считаются внеклассными.

I раздел

ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Механика

38. Плотность твердых веществ

Вещество	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Вещество	Плотность, $\frac{г}{см^3}$
Азот твердый (—273°)	1,137	кедр	0,32—0,42
Алмаз	3,4—3,5	клен	0,53—0,81
Алюминий	2,7	липа	0,32—0,59
Асфальт	1,2	ольха	0,42—0,58
Баббит	7,1—9,5	орех	0,64—0,70
Барий	3,5	сосна	0,4—0,7
Бетон	1,8—2,4	тополь	0,35—0,50
Бронза (Cu, Sn)	8,5—8,9	ясень	0,6—0,8
» (Cu, Al)	7,6—7,8	Дюралюминий	2,7—2,9
Бумага писчая	0,7—1,1	Железо	7,9
Ванадий	6,02	Золото	19,32
Вар	1,07—1,10	Инвар (63,8% Fe; 36% Ni; 0,2% C)	8,0
Винипласт	1,35—1,40	Иридий	22,41
Висмут	9,80	Калий	0,86
Водород твердый (—262°)	0,080	Кальций	1,55
Вольфрам	19,3	Камфара	0,99
Воск	0,87—0,99	Канифоль	1,07—1,10
Гелий твердый (—271°)	0,188	Кварц	2,5—2,8
Германий	5,32	Кислород твердый (—252,5°)	1,425
Гранит	2,5—2,8	Кобальт	8,7
Графит	1,9—2,3	Кожа	0,85—1,0
Дерево сухое:		Константан (60% Cu; 40% Ni)	8,9
бамбук	0,4	Кость	1,8—2,0
береза	0,6—0,8	» слоновая	2,0
дуб	0,7—1,0	Кремний	2,33
ель	0,4—0,7	Латунь	8,5—8,7
железное дерево (бакаут)	1,1—1,4	Лед (0°)	0,89—0,92
каштан	0,44—0,66		

Продолжение

Вещество	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Вещество	Плотность, $\frac{г}{см^3}$
Линолеум	1,25—1,30	масло коровье	0,91
Магний	1,74	овес	1,2—1,4
Манганин (84% Cu; 4% Ni; 12% Mn)	8,5	рис	1,1—1,2
Марганец	7,4	рожь	1,2—1,5
Медь	8,92	ячмень	1,2—1,4
Мел	1,9—2,6	Селен	4,80
Молибден	10,2	Сера моноклин.	1,96
Мрамор	2,6—2,8	» ромбич.	2,07
Натрий	0,97	Серебро	10,50
Нафталин	1,15	Слюда	2,7—2,9
Нашатырь	1,5—1,6	Смола	1,07—1,10
Нейзильбер (65% Cu; 15% Ni; 20% Zn)	8,4—8,7	Соль поваренная	2,16
Никелин (67% Cu; 30% Ni; 3% Mn)	8,5	Сплав Вуда (25% Pb; 12,5% Sn; 50% Bi; 12,5% Cd)	9,7
Никель	8,9	Сталь	7,7—7,9
Нихром (23% Fe; 61% Ni; 16% Cr)	8,1—8,4	Стеарин	0,97
Олово	7,29	Стекло оконное	2,4—2,6
Парафин	0,87—0,92	» флинт	2,9—5,9
Пермаллой (21,5% Fe; 78,5% Ni)	8,6	» хрусталь	2,9—3,0
Платина	21,45	Стронций	2,6
Платинит (54% Fe; 46% Ni)	8,2	Сурьма	6,62
Платино-иридиевый сплав (90% Pt; 10% Ir)	21,62	Тантал	16,6
Плексиглас	1,18	Тальк	2,7—2,8
Пробка	0,22—0,26	Торий	11,5
Радий	5,0	Турмалин	2,9—3,2
Резина	0,91—0,93	Уголь древесный	0,3—0,6
Рубидий	1,53	» каменный	1,2—1,5
Сало	0,92—0,94	Уран	18,7
Сахар-рафинад	1,6	Фарфор	2,2—2,5
Свинец	11,34	Фосфор белый	1,82
Сельскохозяйственные продукты:		» красный	2,20
горох	1,3—1,5	Хром	6,8—7,2
конопля	0,85—0,95	Хромель (90% Ni; 10% Cr)	8,24
картофель	1,1	Целлулоид	1,4
кукуруза (зерно)	1,3	Цемент	2,7—3,0
		Цинк	7,1
		Чугун	7,0—7,8
		Шифер	2,7
		Эбонит	1,2
		Янтарь	1,05—1,09

Примечание. Значения плотности указаны для средней комнатной температуры 15—20° С (если не указана иная температура).

39. Плотность жидкостей

Жидкость	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Жидкость	Плотность, $\frac{г}{см^3}$
Азот жидкий . .	0,79 (—196°)	Масло льняное .	0,93—0,94
Азотная кислота	1,50	» минеральное смазочное	0,90—0,93
Ацетон	0,79	Масло подсолнечное	0,92—0,93
Бензин	0,68—0,72	Молоко снятое .	1,032
Бензол	0,88	» цельное	1,028
Вода морская . .	1,01—1,05	Нефть	0,73—0,94
» тяжелая . .	1,1053	Ртуть при 0° .	13,5955
» » при температуре ее наибольшей плотности (11,23°)	1,10602	» » 20° .	13,5461
		» » 50° .	13,4727
		» » 100° .	13,3516
Вода чистая при 4°	1,0000	Рыбий жир . . .	0,945
Водород жидкий	0,069 (—253,16°)	Серная кислота дымящаяся . .	1,84
Воздух »	0,861 (—194°)	Скипидар . . .	0,87
Гелий »	0,1454 (—271,7°)	Смола	1,15
Глицерин	1,26	Соляная кислота (20%)	1,1
Дизельное горючее	0,86	Спирт метиловый	0,791
Керосин	0,79—0,82	» этиловый .	0,789
Кислород жидкий	1,14 (—182°)	Толуол	0,87
Масло вазелиновое	0,80	Уксус	1,02
		Эфир этиловый .	0,714
Масло касторовое	0,95—0,97		

Примечание. Значения плотностей относятся к средней комнатной температуре 15—20° С (если не указана иная температура).

40. Плотность жидких металлов

Жидкий металл	Температура, °С	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Жидкий металл	Температура, °С	Плотность, $\frac{г}{см^3}$
Алюминий . .	660,1	2,38	Олово	409	6,83
» . .	1100	2,26	»	704	6,64
Золото . . .	1100	17,24	Свинец . . .	400	10,51
» . . .	1300	17,00	» . . .	1000	9,81
Калий	100	0,82	Серебро . . .	960,8	9,30
»	700	0,68	» . . .	1300	9,00
Магний . . .	650	1,57	Цинк	419,4	6,92
» . . .	750	1,47	»	800	6,57
Натрий . . .	100	0,93			
» . . .	700	0,78			

41. Плотность воды при различных температурах

Температура, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,99987	0,99993	0,99997	0,99999	1,00000	0,99999	0,99997	0,99993	0,99988	0,99981
10	0,99973	0,99963	0,99952	0,99940	0,99927	0,99913	0,99897	0,99880	0,99862	0,99843
20	0,99823	0,99802	0,99780	0,99756	0,99732	0,99707	0,99681	0,99654	0,99626	0,99597
30	0,99567	0,99537	0,99505	0,99473	0,99440	0,99406	0,99371	0,99336	0,99299	0,99262
40	0,99224	0,99186	0,99147	0,99107	0,99066	0,99024	0,98983	0,98939	0,98896	0,98852
50	0,98807	0,98761	0,98716	0,98669	0,98612	0,98573	0,98524	0,98475	0,98425	0,98375
60	0,98324	0,98272	0,98220	0,98167	0,98113	0,98059	0,98005	0,97950	0,97894	0,97838
70	0,97781	0,97723	0,97666	0,97607	0,97548	0,97488	0,97428	0,97368	0,97307	0,97245
80	0,97183	0,97120	0,97057	0,96994	0,96930	0,96865	0,96800	0,96734	0,96669	0,96601
90	0,96534	0,96467	0,96400	0,96330	0,96261	0,96192	0,96122	0,96051	0,95980	0,95910
100	0,95838									

Плотность воды при 150° — 0,917; при 200° — 0,863; при 250° — 0,790; при 300° — 0,710; при 350° — 0,574.

Примечание. Для различного рода расчетов в науке, технике и промышленности наибольшее значение для плотности воды $\left(1{,}000000\ \frac{г}{см^3}\right)$ принято для температур 3,8; 3,9; 4,0; 4,1 и 4,2° С (ОСТ ВКС 7283). Температура максимальной плотности воды — 3,98° С; при этой температуре плотность воды равна 0,999973 $\frac{г}{см^3}$, или 1,000000 $\frac{г}{мл}$.

42. Плотность водных растворов веществ при 15° С

Водный раствор	Концентрация раствора, %	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Водный раствор	Концентрация раствора, %	Плотность, $\frac{г}{см^3}$
Серной кислоты . .	10	1,0681	Соли поваренной .	6	1,0429
» » . .	20	1,1424	» » .	8	1,0577
» » . .	30	1,2220	» » .	10	1,0726
» » . .	40	1,3065	» » .	15	1,1105
» » . .	50	1,3990	» » .	20	1,1497
» » . .	60	1,5024	Медного купороса .	2	1,0185
Соляной кислоты .	10	1,0748	» » .	4	1,0412
» » .	20	1,0999	» » .	6	1,0642
» » .	30	1,1519	» » .	8	1,0870
» » .	40	1,2047	» » .	10	1,1098
Этилового спирта .	10	0,9831	» » .	15	1,1738
» » .	20	0,9708	Сахара	1	1,0030
» » .	30	0,9569	»	2	1,0069
» » .	40	0,9389	»	5	1,0188
» » .	50	0,9178	»	10	1,0392
» » .	60	0,8953	»	15	1,0604
» » .	70	0,8719	»	20	1,0823
» » .	80	0,8478	»	30	1,1286
» » .	90	0,8223	»	40	1,1784
Соли поваренной .	2	1,0137	»	50	1,2317
» » .	4	1,0282	»	60	1,2888

Примечание. Концентрация раствора, выраженная в процентах, показывает число граммов вещества, содержащихся в 100 *г* раствора.

43. Плотность газов в жидком состоянии

Температуры, отмеченные знаком *, — температуры кипения при нормальном атмосферном давлении.

Жидкий газ	Температура, °С	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Жидкий газ	Температура, °С	Плотность, $\frac{г}{см^3}$
Азот . . .	—195,8 *	0,81	Озон	—183,7	1,71
Аммиак . .	—10	0,65	Сероводород . . .	—60	0,96
» . .	20	0,61	Серы двуокись . .	—10,1 *	1,46
Аргон . . .	—185,9 *	1,41	» » . .	20	1,38
Ацетилен .	—23,5	0,52	Углерода двуокись .	—60	1,19
» .	20	0,40	» » .	20	0,77
Водород . .	—252,7 *	0,07	Углерода окись . .	—192 *	0,80
Воздух . .	—192 *	0,96	Фтор	—188,2 *	1,11
Гелий . . .	—268,9 *	0,122	Хлор	—34 *	1,56
Кислород .	—183 *	1,14	»	20	1,41
Криптон . .	—146	2,16	Хлористый водород	—85 *	1,194
Ксенон . .	—108 *	3,06	Этан	—88,7 *	0,546
Неон . . .	—246,1 *	1,204	Этилен	—21	0,41

44. Плотность газов и паров

Газ или пар	Плотность, $\frac{г}{мл}$	Газ	Плотность, $\frac{г}{мл}$
Азот	0,00125049	Воздух при 30°	0,001165
Аммиак	0,0077140	» » 50°	0,001093
Аргон	0,00178364	» » 100°	0,000946
Ацетилен	0,0011747	» » 200°	0,000746
Водород	0,00008988	» » 500°	0,000456
Водяной пар (насыщенный) при 100°	0,000598	» » 1000°	0,000277
Воздух при —50°	0,001384	Гелий	0,00017846
» » —30°	0,001453	Кислород	0,00142896
» » —10°	0,001342	Криптон	0,003743
» » 0°	0,001293	Ксенон	0,005851
» » 5°	0,001270	Метан	0,00071682
» » 10°	0,001247	Неон	0,00089990
» » 15°	0,001226	Окись углерода	0,001250
» » 20°	0,001205	Углекислый газ	0,001977
		Хлор	0,003214

Примечание. Плотность указана при давлении 760 *мм рт. ст.* и температуре 0° С (если не указана иная температура).

45. Объемный вес материалов и продуктов

Материал или продукт	Объемный вес, $\frac{кГ}{м^3}$	Материал или продукт	Объемный вес, $\frac{кГ}{м^3}$
Вата хлопчатобумажная	80	Пробковая мелочь (куски 4—5 *мм*)	85
Войлок	300	Рожь в снопах	75—100
Глина свежевырытая	1760	Сахарный песок	1600
Гравий	1500—1700	Сельскохозяйственные продукты:	
Губка резиновая красная	224	горох	700
Древесные опилки	150—200	картофель	670
Дрова	400—650	кукуруза (зерно)	750
Земля влажная	1900—2000	» (в початках)	500
» сухая	1400—1600	мука	400—500
Зола	450	овес	400—510
Известь в порошке	500	овощи (морковь, свекла, брюква)	650
Каменный уголь	800—850	огурцы	580
Мох	130	рис	500—550
Песок сухой	1200—1650		
Плиты камышитовые	260—360		
Подсолнечная лузга	100		

Продолжение

Материал или продукт	Объемный вес, $\frac{кГ}{м^3}$	Материал или продукт	Объемный вес, $\frac{кГ}{м^3}$
Сельскохозяйственные продукты:		Солома	40—100
рожь	650—790	Соль поваренная	700—800
свежескошенное сено	50	Торф сухой	325—410
слежавшееся сено	100	» в кусках полусухой	500—600
ячмень	550—750	Удобрения:	
Силос кукурузный	700—750	навоз перепревший	950—1000
Снег свежевыпавший	80—190	натриевая селитра	1250
» сырой	200—800	суперфосфат	1100
		Цемент в порошке	1400
		Шлак котельный	700—900

46. Вес транспортных машин и вагонов (в *Т*)

Мотоцикл М1А (заправленный)	0,080
Мотоцикл ИЖ-49 (заправленный)	0,164
Автомобили с полной нагрузкой:	
«Москвич-407»	1,28
«Победа»	1,835
«Волга»	1,885
Двухосная платформа грузоподъемностью 16,5 и 18 *Т*	7,3
Двухосный вагон грузоподъемностью 16,5 и 18 *Т*	8,2
Троллейбус МТБ-82	8,8
Двухосная платформа грузоподъемностью 20 *Т*	9,2
Двухосный вагон грузоподъемностью 20 *Т*	9,9
Автобус ЗИЛ-158	11,15
Полетный вес самолета ИЛ-14	17,25
Вагон трамвая МТВ-82	19,75
Четырехосная платформа грузоподъемностью 60 *Т* или четырехосный крытый вагон той же грузоподъемности	22
Четырехосный полувагон грузоподъемностью 60 *Т*	22,7
Четырехосная цистерна емкостью 50 $м^3$	23,5
Прицепной вагон электросекции серии $С^Р$	38,2
Четырехосный пассажирский цельнометаллический вагон	56,2
Моторный вагон электросекции серии $С^П$	61,5
Паровоз ЛВ	121,3
Тепловоз ТЭ-3 (одна секция)	126
Электровоз ВЛ-22^М	132
Паровоз 2-4-2	133,5
Паровоз ФД-21	134,4

47. Скорости, встречающиеся в технике

в $\frac{км}{ч}$	
Трактор ДТ-54	до 7,9
Самоходный комбайн С-4	8,7
Трактор С-80	9,65
Трактор МТЗ-2	12,95
Комбайн СК-3	17,7
Лист на тонколистовом прокатном стане	72
Крейсерская скорость* вертолета МИ-1	110
Торпедный катер	до 150
Крейсерская скорость самолета ЯК-12А	170
Крейсерская скорость вертолета ЯК-24	175
Скорость, при которой самолет ИЛ-14 отрывается от поверхности земли	145—150
Скорость, при которой самолет ИЛ-18 отрывается от земли	150—200
Крейсерская скорость самолета АН-2	210
Крейсерская скорость самолета ЛИ-2	235
Крейсерская скорость самолета ИЛ-12	300
Крейсерская скорость самолета ИЛ-14	320
Гоночный автомобиль	до 634
Крейсерская скорость самолетов ИЛ-18, АН-10	650
Крейсерская скорость самолетов ТУ-104, ТУ-114	800
Реактивный истребитель	2000
Пуля	3100
Стратосферная ракета	7200

в $\frac{м}{сек}$	
Подъем груза подъемными кранами БКСМ-3, БКСМ-4	0,5
Эскалатор метрополитена	0,75 или 1

в $\frac{м}{сек}$	
Лифт пассажирский	0,5—1,0
Транспортеры строительные	0,8—2,5
Лифт пассажирский в высотном доме	1,5—3,5
Средняя скорость поршня дизеля тепловоза ТЭ-3	7,3
Средняя скорость поршня гоночного автомобиля	18—20
Зерно, выбрасываемое барабаном молотилки комбайна С-6 при обмолоте хлеба	25—28
Поступление горючей смеси в цилиндр двигателя внутреннего сгорания	50—80
Газы на выходе из сопла реактивного самолета	450—550
Межконтинентальная баллистическая ракета примерно	7000
Максимальная скорость полета корабля «Восток» (в перигее)	7843
Минимальная скорость полета корабля «Восток» (в апогее)	7671

в $\frac{м}{мин}$	
Резание стали токарями-скоростниками	свыше 2000
Резание чугунных деталей токарями-скоростниками	до 3500—3800
Резание цветных металлов токарями-скоростниками	свыше 4000

* Крейсерской скоростью называется скорость полета вертолета или самолета на наиболее экономичном режиме.

48. Скорости движения тракторов

Скорости движения, км/ч	Марка трактора									
	колесные					гусеничные				
	ДТ-14	ДТ-20	ДТ-24-2	Т-28	«Беларусь» МТЗ-2	КД-35	ДТ-54	С-80	С-100	Т-140
На первой передаче	4,09	5,03	4,7	3,63	4,89	3,83	3,59	2,25	2,36	2,38
» второй »	5,29	6,52	5,4	5,02	6,01	4,67	4,65	3,60	3,78	4,21
» третьей »	6,69	8,22	6,38	6,29	6,90	5,25	5,43	5,14	4,51	5,8
» четвертой »	12,73	15,7	7,32	8,68	8,12	6,16	6,28	7,40	6,45	7,9
» пятой »	—	—	18,9	18,15	13,87	9,17	7,90	9,65	10,15	10,9
» передачах заднего хода	те же скорости, что и на передачах переднего хода		5,6; 6,5	4,63; 6,30	3,66	3,56	2,40	2,66; 4,25; 6,10; 8,75	2,79; 4,46; 5,34; 7,61	2,67; 6,82

49. Максимальная скорость транспортных машин

$\left(\frac{км}{ч}\right)$

Дизель-электроход «Обь» .	28,7	Тепловоз ТЭ-3	100
Турбоход «Советский Союз»	35,2	Автомобиль «Победа» . .	105
Велосипед с мотором Д-4	41,3	Автомобиль «Москвич-407»	115
Трамвай	45	Паровоз 2-4-2	125
Троллейбус МТБ-82 . . .	60	Автомобиль «Волга» . . .	130
Автобус ЗИЛ-158	65	Автомобиль ЗИЛ-110 . . .	140
Теплоходы «Ракета» и «Метеор» на подводных крыльях	73—75	Пассажирский тепловоз ТЭ-7	140
Поезд метрополитена . . .	75	Автомобиль «Чайка» . . .	160
Мотоцикл М1М	80	Автомобиль ЗИЛ-111 . . .	170
Моторвагонная секция . .	85	Пассажирский самолет ИЛ-14М	412
Паровоз ФД-21	90	Пассажирский реактивный самолет ТУ-104	1000
Электровоз ВЛ-23	90		

50. Время нахождения в пути поездов и самолетов (по летнему расписанию 1960 г.)

Конечные пункты	Путь, проходимый поездом, км	Время нахождения в пути скорого поезда, ч	Путь, проходимый самолетом ИЛ-14М, * км	Время нахождения в пути, ч **	
				винтомоторный самолет ИЛ-14М	турбореактивные самолеты ТУ-104А или ТУ-104Б
Москва — Новосибирск	3196	64,6	2895	11,7 (3) ***	$4,9\left(\frac{1}{1}\right)$
Москва — Свердловск	1667	35,6	1450	$5,8\left(\frac{1}{1}\right)$	2
Москва — Ташкент	3369	75,4	ок. 2800	$11,5\left(\frac{2}{1,5}\right)$	3,8
Москва — Тбилиси	2517	47,8	1980	$9,5\left(\frac{4}{3}\right)$	2,1
Москва — Хабаровск	8533	177	ок. 7000	—	$11\left(\frac{2}{2,5}\right)$ турбовинтовые самолеты ИЛ-18 или АН-10
Москва — Баку	2771	50	2075	$9\left(\frac{3}{2,3}\right)$	3,3
Москва — Киев	872	15,8	730	2,5	1,5
Москва — Куйбышев	1098	21	855	3,2	1,8

* Самолеты, совершающие меньшее число промежуточных посадок, чем самолет ИЛ-14М (или вовсе их не совершающие), в связи со «спрямлением» маршрута полета проходят между конечными аэропортами несколько меньший путь, чем указано для самолета ИЛ-14М.

** В скобках указано: в числителе — количество промежуточных посадок самолета, в знаменателе — время стоянок самолета в промежуточных аэропортах (в часах). Вычитая время стоянок из общего времени нахождения самолета в пути, можно определить продолжительность нахождения самолета в воздухе, т. е. время полета самолета.

*** По летнему расписанию 1958 г.

51. Парашютный прыжок. Максимальная скорость падения парашютиста и время ее наступления

Высота прыжка, м	Максимальная скорость, $\frac{м}{сек}$	Время достижения максимальной скорости, сек
1000	50	12
2000	53	12,5
4000	59	14
6000	66	15
8000	73	16,5
10000	81	18

52. Значения горизонтальной ($v_г$) и вертикальной ($v_в$) скоростей парашютиста при оставлении им самолета и при падении

Время падения, *сек*	Скорость летящего самолета $v_0 = 250\ \frac{км}{ч}$ $\left(69{,}4\ \frac{м}{сек}\right)$		Скорость летящего самолета $v_0 = 350\ \frac{км}{ч}$ $\left(97{,}2\ \frac{м}{сек}\right)$	
	$v_г$, $\frac{м}{сек}$	$v_в$, $\frac{м}{сек}$	$v_г$, $\frac{м}{сек}$	$v_в$, $\frac{м}{сек}$
0	69,4	0	97,2	0
0,2	66,1	0,19	90,8	0,19
0,4	63,2	0,76	85,3	0,75
0,6	60,6	1,68	80,6	1,65
0,8	58,2	2,95	76,1	2,91
1	56,1	4,55	72,3	4,46
2	48,7	17,17	53,3	16,5

53. Мировые рекорды скорости *

	Скорость, $\frac{км}{ч}$	Год установления	Страна, которой принадлежит рекорд
Вертолет	268,92	1959	СССР
Авиамодель	301,0	1958	СССР
Электровоз	331,0	1955	Франция
Мотоцикл	338,0	1956	ФРГ
Моторная лодка . . .	418,99	1959	Англия
Гоночный автомобиль	634,26	1947	Англия
Самолет (поршневой) .	755,668	1947	США
Самолет (реактивный)	2388,0	1959	СССР

* На 1 января 1960 г.

54. Рекорды скорости и характеристики рекордных автомобилей

Год установления рекорда	Дистанция в *км* или в англ. милях	Время прохождения дистанции, *сек*	Скорость, $\frac{км}{ч}$	Литраж двигателя, *л*	Мощность двигателя, *л. с.*	Число цилиндров
1898	1 *км*	57	63,15			
1899	1 *км*	34	105,88			
1902	1 *км*	29	124,13	9	70	4
1905	1 *миля*	32,8	176,58		120	4
1910	1 *миля*	27,33	211,93	21,4	200	4
1919	1 *миля*	24,02	241,14	15	440	12
1925	1 *км*	14,88	241,88		350	12
1931	1 *км*	9,09	396,04	24	1450	12
1935	1 *миля*	11,96	484,51	36	2500	12
1938	1 *миля*	10,07	575,21	2×36	2×2350	2×12
1939	1 *км*	6,05	595,04	2×24	2×1250	2×12
1947	1 *миля*	9,13	634,26	2×24	2×1250	2×12

Примечание. Абсолютным рекордом скорости называют наивысшую скорость, развитую автомобилем (с хода) на дистанции 1 *км* (или на дистанции английской мили — 1,609 *км*). С 1922 г. в качестве рекорда засчитывается среднее арифметическое время заездов на указанную выше дистанцию в двух противоположных направлениях.

55. Космические скорости

$\left(\frac{км}{сек}\right)$

Первая космическая скорость (скорость, необходимая для того, чтобы тело смогло покинуть поверхность Земли и стать искусственным спутником Земли) 8,0

Вторая космическая скорость (скорость, необходимая для того, чтобы тело смогло покинуть Землю и превратиться в планету — спутник Солнца) 11,2

Третья космическая скорость (скорость, необходимая для того, чтобы тело могло покинуть нашу Солнечную систему) 16,5

56. Значения скорости освобождения для планет и Луны

В таблице приведены значения скорости, которую необходимо сообщить телу для отлета его в космическое пространство с поверхности планет и Луны (такая скорость называется скоростью освобождения или второй космической скоростью).

Небесное тело	Скорость освобождения, $\frac{км}{сек}$	Небесное тело	Скорость освобождения, $\frac{км}{сек}$
Меркурий	4,2	Юпитер	61
Венера	10,3	Сатурн	37
Земля	11,19	Уран	22
Луна	2,38	Нептун	25
Марс	5,0	Плутон	10

57. Скорости в области микромира

в $\frac{мм}{сек}$	
Ионы водорода в электролите при напряженности поля 1 $\frac{в}{см}$	0,03
Электроны внутри металла при напряженности электрического поля в 1 $\frac{в}{см}$	порядка 0,5
Электроны, обладающие энергией в 1 *эв*	$5{,}9 \cdot 10^3$
в $\frac{м}{сек}$	
Молекулы кислорода (при 0° и 760 *мм рт. ст.*)	425,1
» азота (при 0° и 760 *мм рт. ст.*)	454,3
» водорода (при 0° и 760 *мм рт. ст.*)	1692
в $\frac{км}{сек}$	
Медленные (тепловые) нейтроны при 20°	2,2
Быстрые нейтроны	$(10—20) \cdot 10^3$
Нейтроны, обладающие энергией 52,5 *Мэв*	10^5
» » » 1 *Мэв*	$13{,}8 \cdot 10^3$
» » » 0,1 *Мэв*	$4{,}38 \cdot 10^3$
» » » 0,01 *Мэв*	1384
» » » 10 *эв*	43,75
» » » 0,025 *эв*	2,19

Продолжение

α-частицы, вылетающие из ядра радия	$15{,}2 \cdot 10^3$
«Осколки», образующиеся при делении тяжелых ядер	примерно $20 \cdot 10^3$

Электроны в катодных лучах:

при напряжении 1000 *в*	$19 \cdot 10^3$
» » 10 000 *в*	$58 \cdot 10^3$
» » 100 000 *в*	$165 \cdot 10^3$

58. Скорости движения в животном мире

	Скорость, $\frac{км}{ч}$		Скорость, $\frac{км}{ч}$
Акула	до 20	Окунь	до 3—4
Бабочки-бражники . .	» 54	Орел	86
Волк	» 55—60	Охотничья собака . .	до 90
Ворона	50—70	Пчела	» 25
Галка	46—62	Скворец	61—79
Голубь	48—58	Сокол	64—77
Голубь почтовый . . .	60—70	Стрекоза	до 36
Грач	41,5	Стриж	100—110
Гусь	68—88	Страус африканский .	до 30—40
Заяц	до 40—50	Улитка	0,0054
Кит-полосатик	» 38—40	Утки	76—95
Ласточка	54—63	Черепаха	0,07
Лошадь скаковая . .	до 46	Шмель	до 18
Майский жук	» 11	Ястреб-перепелятник .	31—45
Меч-рыба	» 100		
Муха	» 18		
Мухи-слепни	» 54		

Примечание. Наука располагает небольшим количеством точных данных о скорости полета птиц. Некоторые специалисты считают, что птицы имеют две скорости полета — нормальную, т. е. скорость во время ежедневных обычных полетов, и повышенную (в момент защиты, при погоне за добычей и др.), причем повышенная скорость примерно в 2 раза больше нормальной, указанной в таблице.

59. Рекорды мира и СССР в легкоатлетическом беге и в беге на коньках

(на 1 января 1961 г.)

Дистанция, м	Рекорды мира				Рекорды СССР		
	результат	фамилия спортсмена, установившего рекорд	страна	год установления	результат	фамилия спортсмена, установившего рекорд	год установления
Легкоатлетический бег							
Мужчины							
100	10,0	А. Хари	ФРГ	1960	10,3	В. Сухарев	1951
200	20,5	П. Рэдфорд	Англия	1960	20,7	А. Игнатьев	1956
400	44,9	О. Дэвис	США	1960	46,0	А. Игнатьев	1955
800	1.45,7	Р. Мунс	Бельгия	1955	1.48,1	Н. Маричев	1957
1 500	3.35,6	Х. Эллиот	Австралия	1960	3.41,1	И. Пиппине	1957
5 000	13.35,0	В. Куц	СССР	1957	13.35,0	В. Куц	1957
10 000	28.18,8	П. Болотников	СССР	1960	28.18,8	П. Болотников	1960
Женщины							
100	11,3	Ш. Стриклэнд	Австралия	1955	11,3	В. Крепкина	1958
200	22,9	В. Рудольф	США	1960	23,4	М. Иткина	1956
400	53,4	М. Иткина	СССР	1959	53,4	М. Иткина	1959
800	2.04,3	Л. Шевцова-Лысенко	СССР	1960	2.04,3	Л. Шевцова-Лысенко	1960
Бег на коньках							
Мужчины							
500	40,2	Е. Гришин	СССР	1956	40,2	Е. Гришин	1956
1 500	2.06,3	Ю. Ярвинен	Финляндия	1959	2.07,7	Б. Стенин	1960
5 000	7.45,6	Б. Шилков	СССР	1955	7.45,6	Б. Шилков	1955
10 000	15.46,6	К. Юханнесен	Норвегия	1960	15.49,2	В. Косичкин	1960
Женщины							
500	45,6	Т. Рылова	СССР	1955	45,6	Т. Рылова	1955
1 000	1.33,4	Т. Рылова	СССР	1955	1.33,4	Т. Рылова	1955
1 500	2.25,2	Л. Скобликова	СССР	1960	2.25,2	Л. Скобликова	1960
3 000	5.13,8	Р. Жукова	СССР	1953	5.09,2 *	Х. Щеголеева	1953

* Не утвержден в качестве мирового рекорда.

60. Скорости вращательного движения, встречающиеся в технике $\left(\frac{об}{мин}\right)$

Ветроколесо ветродвигателя ТВ-8 (при скорости ветра 8 $\frac{м}{сек}$)	25
Ветроколесо ветродвигателя Д-12 (при скорости ветра 8 $\frac{м}{сек}$)	60
Рабочее колесо гидротурбины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина	68,2
Рабочее колесо Днепровской ГЭС . . .	83,3
Маховик локомобиля П-25	300
Якори асинхронных электродвигателей трехфазного тока мощностью от 0,6 до 100 *квт* (синхронные скорости вращения)	600, 750, 1000, 1500, 3000
Коленчатый вал трактора С-100 . . .	1050
Барабан молотилки МК-1100	1150
Пропеллер самолета	примерно 1200
Коленчатый вал трактора ДТ-54 . . .	1300
» » » ДТ-75 . . .	1700
Шпиндели станков (в скобках — число скоростей шпинделя):	
токарно-винторезного 1А62 (21) . .	от 11,5 до 1200
» » 1К62 (23) . .	от 12,5 до 2000
» » 1М620 (бесступенчатое регулирование скоростей шпинделя)	12—3000
фрезерных 6632, 6642 (12)	от 47,5 до 600
» 6Н12, 6Н13, 6Н82Г, 6Н83Г, 6Н82, 6Н83 (18)	от 30 до 1500
фрезерных 6Н81, 6Н81Г (16) . . .	от 65 до 1800
сверлильного 2А135 (9)	от 68 до 1100
» 2А55 (19)	от 30 до 1700
шлифовального 3110	15 000

шлифовального 312М	8000 и 17 000
» 3А227	8400, 9600, 12 600, 18 500, 24 400
Ротор мощной паровой турбины	3000
Коленчатый вал двигателя автомобиля «Москвич-407»	4300
Коленчатый вал двигателя автомобиля «Волга»	4000
Коленчатый вал двигателей гоночных автомобилей	7500—9000
Барабан сепаратора «Урал-3»	8250
Ротор авиационной газовой турбины	7000—15 000
Веретено ткацкого станка	до 18 000
Ротор турбодетандера	до 40 000
Роторы гироскопических авиационных приборов	до 60 000—100 000

61. Ускорения $\left(\frac{м}{сек^2}\right)$

Ускоренное движение		Замедленное движение	
Моторвагонная секция	до 0,45	Моторвагонная секция	0,6
Поезд метро	» 1	Аварийное торможение автомобиля	4—6
Гоночный автомобиль	» 4,5	Реактивный самолет при посадке	5—8
Автомобиль ГАЗ-12	» 2	Пассажирский лифт	0,3—0,6
Автомобиль «Москвич-401»	» 1,34	Скоростной лифт	0,9—1,6
Автомобиль ГАЗ-51	» 0,98	Парашютист, приобретший скорость падения $60\frac{м}{сек}$, во время наполнения купола парашюта	ок. 60
Пассажирский лифт	0,3—0,65	Парашютист при приземлении	24,5
Скоростной пассажирский лифт	0,9—1,6		
Троллейбус МТБ-82	до 1,8		
Пассажирский поезд	» 0,35		
Трамвай	» 0,6		
Снаряд в стволе орудия	≈500 000		

62. Ускорение силы тяжести на различной географической широте

Географическая широта, °	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	978,049	978,051	978,055	978,063	978,074	978,088	978,105	978,126	978,148	978,175
10	978,204	978,236	978,272	978,310	978,350	978,394	978,440	978,489	978,541	978,595
20	978,652	978,711	978,772	978,836	978,902	978,969	979,039	979,111	979,185	979,261
30	979,338	979,416	379,497	379,578	379,661	979,746	979,831	979,917	980,004	980,092
40	980,180	980,270	980,359	980,449	980,539	980,629	980,720	980,810	980,900	980,989
50	981,079	981,167	981,255	981,343	981,429	981,515	981,599	981,682	981,764	981,845
60	981,924	982,002	982,077	982,152	982,224	982,294	982,362	982,429	982,493	982,554
70	982,614	982,671	982,725	982,777	982,827	982,873	982,917	982,958	982,997	983,032
80	983,065	983,094	983,121	983,144	983,164	983,182	983,196	983,207	983,215	983,220
90	983,221									

Примечание. Значения ускорения силы тяжести, приведенные в таблице, даны на уровне моря. Они вычислены с точностью до третьего десятичного знака по формуле Кассиниса, принятой в 1930 г. Международным геофизическим конгрессом.

Единицу измерения ускорения силы тяжести в системе СГС, равную 1 $\frac{см}{сек^2}$, часто называют *гал* (в честь Галилея).

63. Ускорение автомобилей

Передача	Максимальное ускорение при горизонтальном профиле дороги, $\frac{м}{сек^2}$						
	«Москвич-401»	«Победа»	ГАЗ-12	ЗИЛ-110	ГАЗ-51	ЗИЛ-150	ЯАЗ-200
На первой передаче	1,34	1,73	2	2,06	0,98	0,98	0,84
» второй »	0,82	1,17	1,33	1,42	0,90	0,92	0,82
» третьей »	0,37	0,61	0,77	0,86	0,56	0,64	0,50
» четвертой »	—	—	—	—	0,28	0,28	0,23
» пятой »	—	—	—	—	—	0,19	0,15

64. Средние ускорения рекордно-гоночных автомобилей

Класс автомобиля, $см^3$	Среднее ускорение при передачах, $\frac{м}{сек^2}$			
	1-я передача	2-я передача	3-я передача	4-я передача
до 350	2,8—3	2—2,4	1,2—1,5	0,6—0,8
» 750	3,5—3,8	2,7—3,2	2—2,4	1,4—1,7
» 1100	4,2—4,5	3,5—3,8	2,6—2,9	1,7—2

65. Разгон автомобилей при движении с места ($v_0 = 0$)

Марка автомобиля	Участки пути, *м*							
	50	100	150	200	250	300	400	500
	Время прохождения участка пути, *сек*							
«Москвич-401»	7	13	17	20	23	26	32	
«Победа»	7	11	14	17	20	22	28	32
ГАЗ-12	6	10	13	16	18	21	25	29
ГАЗ-51	7	14	21	28	34	38	43	48
ЗИЛ-150	8	15	22	28	33	37	42	47
ЯАЗ-200	8	15	23	30	35	39	45	50

66. Разгон легковых автомобилей при движении

(начальная скорость $v_0 = 20 \frac{км}{ч}$)

Марка автомобиля	Участки пути, м							
	50	100	150	200	250	300	400	500
	Время прохождения участка пути, сек							
«Москвич-401»	6,4	11,3	16	19,6	22,9	25,7	32	
«Победа»	6,2	11,2	15,7	19	21,9	24,9	30,1	34,8
ГАЗ-12	6,1	10,4	13,6	16,6	19,8	22	26,6	30,4
ЗИЛ-110	5,5	9,4	12,5	15,2	17,5	19,5	23,5	27,2

67. Тормозной путь автомобилей при движении по сухому ровному асфальтовому покрытию

Марка автомобиля	Начальные скорости, $\frac{км}{ч}$			
	30	50	70	80
	Средний тормозной путь, м			
«Москвич-401»	5,1	11,6		
«Победа»	5,6	15	30,7	43,1
ГАЗ-12	5,7	16,8	32,6	42,4
ЗИЛ-110	3,8	11,4	33,5	
ЗИЛ-155	11			

68. Путь свободного качения автомобилей по инерции

Марка автомобиля	Скорость, $\frac{км}{ч}$	Путь свободного качения по инерции до полной остановки, м
«Москвич-401»	50	355
«Победа»	50	455
ГАЗ-12	50	608
ЗИЛ-110	50	580
ГАЗ-69 *	60	420
ГАЗ-51	50	721
ЗИЛ-150	50	708
ЯАЗ-200	50	920

* Без прицепа.

69. Тормозной путь мотоциклов

Марка мотоцикла	Тормозной путь в метрах со скорости			
	20 км/ч	30 км/ч	40 км/ч	50 км/ч
М1А	2,9	4,2	6,8	10,9
ИЖ-49		6,0	9,4	14,3
М-72 с коляской . . .				26,0

70. Тяговые усилия, развиваемые машинами

Название машины	Развиваемое усилие, кГ	Скорость, соответствующая указанному усилию, км/ч
Трактор С-100	9 000	2,79
Паровоз ФД-21	24 150	23
Паровоз ФД-21 при трогании с места . .	27 900	
Электровоз Н-8	35 200	42
Электровоз ВЛ-22м	23 900	36
Паровоз Л	23 150	22
Одна моторвагонная секция	20 800	20
Двухсекционный тепловоз ТЭ-3	43 200	20
Двухсекционный тепловоз ТЭ-3 при трогании с места	62 000	
Мощный реактивный двигатель	12 000	1100

71. Тяговые усилия, развиваемые тракторами

Тяговое усилие, кГ	Марка трактора									
	колесные					гусеничные				
	Д-14	Д-20	ДТ-24-2	Т-28	«Беларусь» МТЗ-2	КД-35	ДТ-54	С-80	С-100	Т-140
На первой передаче	700	720	950	1500	1400	1750	2850	8800	9000	13 300
» второй »	525	550	800	1000	1250	1450	2100	5200	5400	6 840
» третьей »	350	385	650	750	1100	1250	1750	3300	4400	4 930
» четвертой »	120	125	500	500	900	1000	1450	2000	2700	3 390
» пятой »					450	550	1000	1500	1500	2 200

72. Силы, действующие при обработке материалов (в *кГ*)*

Строгание рубанком ели:	
горизонтальная составляющая	7—10
вертикальная »	3—4
Строгание фуганком ели:	
горизонтальная составляющая	12—16
вертикальная »	4—6
Пиление лучковой пилой:	
горизонтальная составляющая (вдоль волокон)	8—10
» » (поперек волокон)	10—14
вертикальная »	1
Резание железа ножовкой:	
горизонтальная составляющая	12
вертикальная »	2—4

Примечание. Данные о числовых значениях действующих сил относятся к работе учащихся в школьных мастерских.

* «Физика в школе», 1960, № 2.

73. Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин (в *кГ*)

Зубовые бороны зигзаг	45—55
Пружинные девятизубовые бороны	100—160
Шлейф-борона ШБ-2,5	100—170
Дисковая борона БД-3,4	600—700
Культиватор лаповый КП-3	700—850
Культиватор лаповый КУТС-2,8	450—650
Лущильник дисковый ЛД-16,6	2000—4000
Лущильник дисковый ЛБД-4,5	550—1100
Сеялка тракторная СД-24	350—500
Сенокосилка КС-10	700—1000
Картофелекопатель ТЭК-2	800—900
Грабли конные КГ-1	110—150
Грабли тракторные ГПТ-14,5	1400—2000
Лобогрейка	140—190
Жатка ГЛЗ	150—200
Сноповязалка	400—500
Комбайн С-6	850—950

74. Коэффициент резания * металлов

Обрабатываемый материал	Предел прочности, $\frac{кГ}{мм^2}$	Коэффициент резания, $\frac{кГ}{мм^2}$	Обрабатываемый материал	Твердость по Бринеллю, $\frac{кГ}{мм^2}$	Коэффициент резания, $\frac{кГ}{мм^2}$
Углеродистые и легированные конструкционные стали	30— 40	138	Чугун серый	140—160	100
	50— 60	164		180—200	114
	70— 80	200		220—240	128
	90—100	236	Алюминий		40
	110—120	272			
Медь		95—115	Дюралюминий	25	60
				35	80

* *Коэффициент резания* — постоянный коэффициент, учитывающий влияние свойств обрабатываемого материала на силу резания.

75. Давления, встречающиеся в технике $\left(\frac{кГ}{см^2}\right)$

Газы, пары

Пар в конденсаторе мощной паровой турбины	0,03—0,04
Воздух в шинах легкового автомобиля	2—2,5
Воздух в пневматической системе дверей вагонов метрополитена	3
Воздух в тормозной системе поезда	5
Воздух в пневмозажимах металлообрабатывающих станков	4—6
Воздух в пневматических инструментах	8—9
Пар (воздух) в свайных молотах	6—10
Пар в локомобильных котлах	13—15
Газы в камере ЖРД	30—100
Начальное давление газа в магистральных газопроводах	50—56
Горючий газ в баллонах газобаллонного автомобиля	до 200
Пар в паровых котлах	8; 13; 16; 31,5; 39; 100; 140; 170; 215
Пороховые газы в каналах стволов современных орудий	до 3500

Жидкости

Масло в масляной магистрали системы смазки автомобилей и тракторов	1,5—4
Сжиженный горючий газ в баллонах газобаллонного автомобиля	до 16
Топливо в форсунке большинства гусеничных тракторов перед началом впрыска в цилиндр	125

Продолжение

Жидкость в напорной системе гидропресса средней мощности	200—400
Наибольшее давление, достигнутое в условиях лаборатории сжатием	ок. 500 000

Твердые тела

Болотный гусеничный трактор на почву	0,24
Гусеничный трактор на почву	0,4—0,6
Экскаватор ЭШ-14/65 при работе	0,73
Башмаки экскаватора ЭШ-14/65 при шагании	1,2
Фундамент высотного здания	4,5
Четырехосный товарный вагон на подшипники осей	41
Колеса вагона на рельсы	порядка 3000
Стальная стружка на переднюю грань резца	до 25 000

76. Давление колес автомобилей на поверхность дороги

Марка автомобиля	Распределение веса автомобиля (с полной нагрузкой) на оси, $кГ$		Площадь отпечатка каждой шины, $см^2$	Давление на дорогу, $\frac{кГ}{см^2}$	
	на переднюю ось	на заднюю ось		передних колес	задних колес
Легковые					
«Москвич-401»	540	610	116	2,3	2,6
«Победа»	880	955	195	2,3	2,5
ГАЗ-12	1190	1210	201	2,9	3
ЗИЛ-110	1450	1650	258	2,8	3,3
Грузовые					
ГАЗ-51	1610	3750	245	3,3	3,9
ЗИЛ-150	2110	6015	338	3,1	4,4
ЯАЗ-200	3565	10060	545	3,3	4,6

77. Разряжения, встречающиеся в технике и природе *(мм рт. ст.)*

В газополной лампе накаливания	600
В донльном аппарате	300—350
В камере пылесоса «Вихрь» (ЭП-2)	92
В установке для сушки пищевых продуктов	ок. 1
При вакуумной плавке металлов	10^{-2} — 10^{-3}
В пустотной лампе накаливания	10^{-4} — 10^{-5}
В колонне электронного микроскопа	$5 \cdot 10^{-4}$

Продолжение

В вакуумной камере фазотрона	$2 \cdot 10^{-6}$
В радиолампах	10^{-7}
Воздух на высоте 45 *км* над Землей	порядка 1
» » » 100 *км* » »	» 10^{-4}
» » » 500 *км* » »	» 10^{-8}
Разрежения, даваемые вакуумными насосами:	
поршневые масляные насосы	до 0,05
ротационные масляные насосы	» $5 \cdot 10^{-4}$
молекулярные насосы	» 10^{-7}
диффузионные насосы	» 10^{-8}
Наилучший достигаемый сверхвысокий вакуум	» $10^{-11} — 10^{-13}$

78. Давление в цилиндре двигателя внутреннего сгорания $\left(\frac{кГ}{см^2}\right)$

Четырехтактный двигатель	Дизельный	Карбюраторный
Конец такта впуска	0,8	0,8
» » сжатия	30—40	7—12
Конец сгорания	45—80	30—45
Конец такта расширения	2—4	3—5
Давление отработавших газов (конец выпуска)	1,05—1,2	1,05—1,2
Двухтактный двигатель	**Дизельный**	**Карбюраторный**
Первый такт		
Конец сгорания	60—80	35
Конец расширения	4—5	5
Конец выпуска	1,1—1,2	1,2
Второй такт		
Конец продувки	1,3—1,6	1,2
Конец зарядки	1,1—1,2	1,5
Конец сжатия	30—35	6

79. Давление газа в турбореактивном двигателе

Показатели	Давление, $\frac{кГ}{см^2}$	Скорость газа, $\frac{м}{сек}$
Воздух атмосферный	1,033	0
» на входе в компрессор	0,85	180
» » выходе из компрессора	6,4	125
Газ на входе в турбину	5,9	176
» » выходе из турбины	1,8	317
» » » » реактивного сопла	1,2	550

80. Вес, опорные площади и давление на землю гусеничных тракторов

Показатели	Марка трактора							
							Болотные тракторы	
	КД-35	КПД-35	ДТ-51	С-80	С-100	Т-140	ДТ-55	С-80Б-2
Вес трактора эксплуатационный, *кГ*	3880	4330	5400	11930	≈12000	15150	6100	13000
Опорная поверхность обеих гусениц, *см²*	9240	7240	14000	23750	23750	36000	27500	47460 / 56952
Ширина гусеницы, *см*	28	20	39	50	50	70	53,3	100 / 120
Среднее давление на почву, $\frac{кГ}{см^2}$	0,4	0,6	0,39	0,48	0,50	0,42	0,25	0,27 / 0,23

81. Показания барометра в зависимости от высоты над уровнем моря

Высота над уровнем моря, *м*	Давление, *мм рт. ст.*	Высота над уровнем моря, *м*	Давление, *мм рт. ст.*
0	760,0	2 000	596,1
100	751,0	3 000	525,7
200	742,0	4 000	462,2
300	733,0	5 000	404,8
400	724,0	6 000	353,7
500	716,0	7 000	307,8
600	707,0	8 000	266,8
700	699,0	9 000	230,4
800	687,0	10 000	198,1
900	682,0	15 000	90,2
1000	674,0	20 000	40,9

82. Коэффициент трения скольжения (при сухих поверхностях)

Трущиеся материалы	В покое	При движении
Бронза по бронзе		0,20
» » чугуну		0,21
Дерево по дереву (в среднем)	0,65	0,33
» » камню	0,46—0,60	

Трущиеся материалы	В покое	При движении
Дуб по дубу (вдоль волокон)	0,62	0,48
» » » (перпендикулярно волокнам)	0,54	0,34
Железо по железу	0,15	0,14
» » чугуну или бронзе (слабая смазка)	0,19	0,18
Канат пеньковый по деревянному барабану	0,40	
Канат пеньковый по железному барабану	0,25	
Каучук по дереву или металлу	0,8	0,55
Кирпич по кирпичу (гладко отшлифованные)	0,5—0,7	
Колесо со стальным бандажом по рельсу		0,16
Лед по льду		0,028
Металл по дереву (в среднем)	0,60	0,40
» » камню (в среднем)	0,42—0,50	
» » металлу (в среднем)	0,18—0,20	
Медь по чугуну	0,27	
Полозья деревянные по снегу и льду		0,035
Полозья деревянные (обитые железом) по снегу и льду		0,020
Резина (шина) по твердому грунту	0,40—0,60	
» по чугуну	0,83	
Ремень кожаный по деревянному шкиву	0,50	0,3—0,5
Ремень кожаный по чугунному шкиву	0,3—0,5	0,56
Сталь по железу	0,19	
» » льду (коньки)	0,02—0,03	0,015
» » стали	0,15—0,25	0,09 $\left(v = 3 \frac{м}{сек}\right)$
		0,03 $\left(v = 27 \frac{м}{сек}\right)$
Точильный камень из мелкозернистого песчаника		
по железу		1
» стали		0,94
» чугуну		0,72
Чугун по дубу	0,5	0,3—0,5
» » стали	0,33	0,13 $\left(v = 20 \frac{м}{сек}\right)$
» » чугуну		0,15

83. Коэффициент трения скольжения (при смазанных поверхностях)

Трущиеся материалы	В покое	При движении
Бронза по бронзе	0,1	0,06
Дерево по дереву (в среднем)	0,20	0,07
Дуб по дубу (вдоль волокон)	0,11	0,075
Металл по металлу (в среднем)	0,15	0,07—0,09
» » дереву (в среднем)	0,11	0,1
Подшипник скольжения		0,02—0,08
Резина по чугуну		0,5
Ремень кожаный по чугунному шкиву	0,12—0,15	0,15
Сталь по бронзе	0,10—0,15	0,07—0,15
» » стали	0,11—0,12	0,05—0,10
» » чугуну		0,05—0,15
Чугун » »	0,16	0,08—0,10

84. Примерное значение коэффициента трения скольжения для пластмасс, применяемых в машиностроении

Трущиеся материалы	Коэффициент трения скольжения	Применение пластмассы
Сталь — древесные пластики (при смазке водой)	0,01—0,05	Из древесных пластиков изготовляются вкладыши подшипников прокатных станов, водяных турбин, мостовых кранов, шестерни; они используются также для обшивки самолетов
Сталь — древесные пластики (при смазке минеральными маслами)	0,01—0,08	
Сталь — текстолит марки 2	0,003—0,006	Из текстолита изготовляют бесшумные шестерни, вкладыши подшипников прокатных станов и железнодорожных кранов, крейцкопфов паровых машин и др.
Металл — асботекстолит (при сухих поверхностях)	0,35—0,50	Из асботекстолита изготовляются фрикционные детали в тормозных устройствах и механизмах сцепления (тормозные колодки, муфты, диски)

85. Коэффициент трения качения (*в см*)

Колесо со стальным бандажом по стальному рельсу	0,05
Мягкая сталь по стали	0,005
Деревянный каток по дереву	0,05—0,08
Стальное колесо по дереву	0,15—0,25
Дерево по стали	0,03—0,04
Подшипник качения (шарикоподшипник)	0,001—0,004 *
» » (роликоподшипник)	0,0025—0,01 *
Шарик из закаленной стали по стали	0,0005—0,001

* Меньшие значения относятся к более точным подшипникам и к смазкам малой вязкости.

86. Коэффициент трения скольжения подшипников в буксах вагонов

При трогании с места	0,012—0,020
» скорости 20 $\frac{км}{ч}$	0,004—0,010
» » 40—50 $\frac{км}{ч}$	0,003—0,008
» » 80—100 $\frac{км}{ч}$	0,004—0,010

Примечание. Величина коэффициента трения скольжения подшипников в буксах вагонов зависит от скорости движения, а также от нагрузки на ось и густоты смазки. Первые цифры соответствуют малым давлениям на ось и густым смазкам, вторые — большим давлениям и жидким смазкам. При роликовых подшипниках коэффициент трения почти не зависит от скорости вагона, поэтому они дают наибольшую выгоду при трогании с места, особенно в холодное время года и при малых скоростях, т. е. при тех условиях, когда обычные подшипники скольжения имеют наибольший коэффициент трения.

87. Буксы с роликовыми подшипниками

В настоящее время все пригородные вагоны электрифицированных железных дорог, подвижной состав метрополитена и часть пассажирских вагонов дальнего следования оборудованы буксами с роликовыми подшипниками. Оборудуются роликовыми подшипниками грузовые вагоны и локомотивы.

Применение букс с роликовыми подшипниками сравнительно с буксами, имеющими подшипники скольжения, имеет следующие преимущества: уменьшается коэффициент трения с 0,02—0,08 до 0,0025—0,01; отсутствуют отцепки из-за нагрева букс; уменьшается сопротивление движению поезда (при скоростях 30 $\frac{км}{ч}$ на 18%, 50 $\frac{км}{ч}$ на 12%, 70 $\frac{км}{ч}$ на 8%, а при трогании с места на 85%); уменьшается расход смазки на 80%, значительно сокращаются расходы, связанные с содержанием и ремонтом букс; отпадает необходимость применения ценных цветных сплавов — баббита и бронзы.

Уменьшение сопротивления движению поезда при его оборудовании роликовыми подшипниками ведет к экономии топлива локомотивом примерно на 12%.

На отечественных железных дорогах получили наибольшее распространение буксы с роликами, имеющими цилиндрическую форму (в пригородных вагонах электрифицированных железных дорог применяются и сферические ролики).

88. Средние значения коэффициента сопротивления качению

На величину силы сопротивления качению автомобилей, мотоциклов, тракторов, поездов влияет трение качения колес, трение в осях и др. Для упрощения тяговых расчетов, связанных с движением транспортных машин, на практике пользуются коэффициентом сопротивления качению, объединяющим все виды трения. Коэффициент сопротивления качению показывает, какую часть от веса экипажа составляет сила тяги, приложенная к экипажу при его равномерном движении по горизонтальной дороге.

Тип дороги и ее состояние	Коэффициент сопротивления качению	
	для автомобилей	для мотоциклов
Бетонное хорошее шоссе	0,012—0,015	0,012—0,015
Асфальтированное шоссе в отличном состоянии	0,015—0,018	0,014—0,017
То же, в удовлетворительном состоянии	0,018—0,020	0,020—0,025
Каменная (булыжная) мостовая	0,023—0,030	0,016—0,020
Грунтовая дорога сухая, укатанная	0,025—0,035	0,020—0,025
» » после дождя	0,05—0,15	0,050—0,060
Песчаная дорога сухая	0,10—0,30	0,15—0,30
» » влажная	0,08—0,10	
Снежная дорога	0,025—0,035	

Для железнодорожного состава (паровоз плюс вагоны) коэффициент сопротивления качению равен в среднем 0,0016—0,0080.

89. Коэффициент сцепления шин автомобилей

Дорожное покрытие	Коэффициент сцепления
Асфальт сухой	0,5—0,7
» мокрый	0,35—0,45
Бетон сухой	0,9—1,0
» мокрый	0,8—0,9
Булыжник и брусчатка сухие	0,4—0,5
» » » мокрые	0,3—0,4
Гладкий лед	0,15—0,20
Грунтовая дорога сухая	0,4—0,5
» » мокрая	0,3—0,4
Деревянные торцы сухие	0,5—0,7
» » мокрые	0,3—0,4
Песчаная дорога сухая	0,6—0,7
» » мокрая	0,5—0,6

Примечание. Коэффициент сцепления определяется трением скольжения между шиной и дорогой.

90. Тяговые усилия, силы сцепления, силы сопротивления качению и крутящий момент автомобилей

Показатели	«Москвич-402»			«Победа»			ГАЗ-51				ЗИЛ-150				
	Передача в коробке передач														
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
Наибольшая тяговая сила, *кГ*	385	185	105	530	297	168	1490	720	395	232	2690	1440	820	433	350
Скорость движения, $\frac{км}{ч}$	16	32	55	15	26	45	7	13	24	40	4	8	14	26	32
Сила сцепления на асфальте, *кГ*															
сухом *		420			675			2620				4220			
мокром **		224			337			1312				2107			
Сила сопротивления качению, *кГ*															
на асфальте		18			27,5			80				122			
на тяжелой проселочной дороге		36			55			160				244			
на песке		180			280			800				1220			
Число оборотов двигателя, соответствующее наибольшему крутящему моменту, *об/мин*		2400			1800			1600				1100			
Наибольший крутящий момент, *кГ·м*		7,2			12,5			17,0				30,5			

* Коэффициент сцепления — 0,7.
** Коэффициент сцепления — 0,35.

91. Коэффициент сцепления движителя тракторов

Состояние грунта	Трактор		
	гусеничный	колесный	
		со шпорами	с пневматическими шинами (баллонами)
Крепкая, плотная дернина	1,0—1,2	0,9—1,0	0,7
Скошенный влажный луг	0,8—0,9	0,7—0,8	0,6
Стерня суглинистая после дождя	0,5—0,7	0,5—0,6	0,6
Стерня супесь	0,7—0,9	0,4—0,6	0,6
Свежевспаханное поле	0,6—0,8	0,4—0,5	0,4—0,5
Пахота после дождя	0,4—0,6	0,3—0,5	0,3
Глубокая грязь	0,4—0,5	0,2—0,3	0,1
Укатанная снежная дорога	0,6—0,8	0,4	0,3
Песок влажный	0,6	0,2	0,4
» сухой	0,4—0,5	0,2	0,3
Асфальт	—	—	0,7

92. Коэффициент сопротивления качению для тракторов

Почва	Коэффициент сопротивления качению		
	колесные тракторы		гусеничные тракторы
	на стальных колесах	на баллонах	
Грунтовая, сухая дорога	0,05—0,08	0,03—0,05	0,05—0,07
Целина, плотная залежь	0,10—0,12	0,05—0,07	0,06—0,07
Залежь 2—3-летняя, луг	0,12—0,16	0,06—0,08	0,06—0,07
Стерня	0,14—0,16	0,08—0,10	0,07—0,08
Боронованное или культивированное поле	0,20—0,22	0,16—0,18	0,08—0,10
Укатанная снежная дорога	0,05	0,03	0,06
Луг влажный	0,14	0,08	0,07
Слежавшаяся пахота	0,16	0,12	0,08
Свежевспаханное поле	0,20	0,18	0,10—0,12

93. Коэффициент сцепления для колес локомотивов

Величина коэффициента сцепления для локомотивов зависит от скорости движения, состояния поверхности катания бандажей и рельсов, погоды и изменяется от 0,05 (для бандажей и рельсов, покрытых пленкой масла, листьями или корочкой льда) до 0,6 (при чистых рельсах, посыпанных кварцевым песком). При расчетах коэффициент сцепления принимают равным:

При трогании с места и при очень малых скоростях (чистые, сухие рельсы)	0,20—0,25
То же, но мокрые грязные рельсы	0,15
Среднее эксплуатационное значение	0,20—0,22

94. Коэффициенты трения в тормозных и фрикционных устройствах

Трущиеся поверхности	Значение коэффициента трения
Металл по металлу	
Сталь по стали всухую	0,18
» » чугуну »	0,15—0,18
Бронза по стали »	0,18
Феродо и райбест по металлу	
Сталь (или чугун) по феродо и райбесту всухую	0,25—0,45

95. Мощности, встречающиеся в технике

	в *л. с.*		в *л. с.*
Веломотор «Иртыш»	0,8	Трактор С-80	94
» Д-4	0,98	» С-100	100
Мотоцикл М1М	5,5	Автобус ЗИЛ-158	109
Мотороллер Т-200	8	Автомобиль ЗИЛ-110	140
Мотоцикл ИЖ-56	13	» ЗИЛ-111	220
Ветродвигатель Д-12	14,5	Автосамосвал МАЗ-525	300
Автомобиль «Москвич-402»	35	Трактор ДЭТ-250	300
Трактор КД-35	37	Речной пассажирский пароход	460
Автомобиль «Москвич-407»	45	Вертолет МИ-1	575
Автомобиль «Победа»	52	Самолет АН-2	1000
Самоходный комбайн С-4	53	Паровоз СО (на ободе колес)	1650
Трактор ДТ-54	54	Вертолет МИ-4	1700
Самоходный комбайн СК-3	65	Дизель тепловоза ТЭ-3	2000
Автомобиль ГАЗ-51	70	Паровоз ЛВ (на ободе колес)	2100
» «Волга»	75	Двигатель автомобиля, установившего мировой рекорд скорости	2500
» ГАЗ-12	90		

в *л. с.*	
Двухмоторный самолет ИЛ-14	3 060
Двухсекционный тепловоз ТЭ-3 (на ободе колес)	3 150
Электровоз ВЛ-22^{м} (на ободе колес)	3 180
Двигатели самолета ИЛ-14 (при взлете)	3 600
Электровоз Н-8 (на ободе колес)	5 570
Дизель крупного теплохода	5 750
Паровая машина крупного парохода	6 000
Дизели теплохода «Украина»	11 500
Четырехмоторный турбовинтовой самолет ИЛ-18 или АН-10	16 000
Рекордная мощность д. в. с. (двухтактный судовой дизель)	22 500
Турбоход «Советский Союз»	28 000
Атомный ледокол «Ленин»	44 000
Реактивные двигатели самолета ТУ-104	≈60 000
Турбоход «Куин Мэри»	175 000
Двигатели корабля «Восток»	$20 \cdot 10^6$

в *квт*	
Электродвигатель токарного станка ДИП-200	4,5
Электродвигатель токарного станка 1К62	10
Электродвигатель для привода молотилки МК-1100	13

в *квт*	
Электродвигатели башенного подъемного крана БКСМ-4	16,5
Тяговый электродвигатель троллейбуса МТБ-82	86
Трамвай МТВ-82 (с двигателями ДК-255Б)	184
Тяговой электродвигатель тепловоза ТЭ-3	206
Тяговой электродвигатель электровоза ВЛ-22^{м}	400
Электродвигатель крупного прокатного стана	6000—7000
Электродвигатели экскаватора ЭШ-14/65	7 000
Номинальные мощности трехфазных асинхронных электрических двигателей общего пользования (ГОСТ 6435-52, 4542-59, 7830-55): 0,005; 0,010; 0,018; 0,03; 0,05; 0,08; 0,12; 0,18; 0,27; 0,4; 0,6; 0,8; 1,1; 1,5; 2,2; 3; 4; 5,5; 7,5; 10; 13; 17; 22; 30; 40; 55; 75; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000.	
Гидротурбины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина	115 000
Паровая турбина СВК-150	150 000
Паровая турбина ПВК-200	200 000
Гидротурбина Братской ГЭС	225 000

96. Средние значения коэффициентов полезного действия металлообрабатывающих станков

Токарные	0,75—0,90	Поперечнострогальные	0,45—0,65
Сверлильные	0,80—0,85	Продольнострогальные	0,40—0,45
Фрезерные	0,80—0,90	Шлифовальные	0,80—0,85

Примечание. К. п. д. станка называется отношение мощности, идущей на обработку детали, к общей развиваемой станком мощности.

97. Данные о механических передачах

Механические передачи служат для передачи энергии и изменения скоростей с преобразованием сил.

Вид передачи	Область применения	Наибольшая мощность, *л. с.*	Наибольшая скорость, $\frac{м}{сек}$	К. п. д. передачи
Фрикционная	Грузоподъемные машины, прессы	до 20*	25	0,80—0,95
Ременная	Станки, сельскохозяйственные машины, транспортеры . . .	до 50—100	40	0,95—0,96
Цепная	Станки, транспортные и сельскохозяйственные машины	до 5000	20	0,98
Зубчатая	Промышленное оборудование, транспортные и сельскохозяйственные машины .	до 50 000	100	0,90—0,98

* В отдельных случаях фрикционные передачи применяются при мощностях, достигающих 300 *л. с.*

98. Коэффициенты внутреннего трения (вязкости) в твердых телах

	Температура, °С	Коэффициент внутреннего трения, $\frac{г}{см \cdot сек}$		Температура, °С	Коэффициент внутреннего трения, $\frac{г}{см \cdot сек}$
Алюминий . .	9	$7{,}5 \cdot 10^{15}$	Олово	9	$2{,}4 \cdot 10^{15}$
Канифоль . .	20	$6{,}0 \cdot 10^{15}$	Свинец . . .	9	$0{,}47 \cdot 10^{15}$
Лед	—14	$8{,}5 \cdot 10^{12}$	Стекло . . .	420	$4 \cdot 10^{12}$
			Сургуч . . .	19	$1{,}1 \cdot 10^{11}$

99. Коэффициенты внутреннего трения (вязкости) жидкостей

Жидкость	Температура, °С	Коэффициент вязкости, $\frac{г}{см \cdot сек}$	Жидкость	Температура, °С	Коэффициент вязкости, $\frac{г}{см \cdot сек}$
Автол 10 . . .	20	5,37	Олово расплавленное . . .	301	0,0168
Азотная кислота (конц.) .	20	0,0091	Раствор сахара 20%	20	0,01960
Бензол	18	0,0067	Раствор спирта этилового 20% . . .	20	0,02183
Вода	0	0,01797	Раствор спирта этилового 80%	20	0,02008
»	15	0,01140	Ртуть	18	0,0158
»	20	0,01004	»	31,2	0,0150
»	50	0,00551	Свинец расплавленный . .	441	0,0212
»	80	0,00357	Серная кислота (98—100%)	20	0,267
»	100	0,00284	Скипидар (плотн. 0,87)	20	0,0149
Гелий жидкий	—269,14	0,0000298	То же	40	0,0107
» »	—271,86	0,00000124	Спирт метиловый	18	0,0063
Глицерин . . .	0	121,00	Спирт этиловый	20	0,0120
» . . .	20	14,80	То же	30	0,0100
» . . .	30	6,00	Толуол	18	0,0061
» . . .	50	1,80	»	25	0,0055
» . . .	100	0,13	Эфир этиловый	18	0,0024
» . . .	200	0,0022			
Кровь	20	0,045			
Масло минеральное веретенное . . .	38	0,162			
Масло касторовое . . .	10	24,40			
То же	20	9,87			
» »	30	4,55			
» »	50	1,29			
Медь расплавленная . . .	1145	0,0341			

100. Коэффициенты внутреннего трения (вязкости) газов и паров

Газ, пар	Температура, °С	Коэффициент внутреннего трения, $\frac{г}{см \cdot сек}$	Газ, пар	Температура, °С	Коэффициент внутреннего трения, $\frac{г}{см \cdot сек}$
Азот	0	0,000167	Воздух . . .	0	0,000172
»	15	0,000174	» . . .	16	0,000181
»	23	0,000177	» . . .	21,6	0,000184
Аргон	23	0,000221	Гелий	0	0,000186
Водород . . .	0	0,000084	»	23	0,000198
» . . .	28,1	0,000089			

Продолжение

Газ, пар	Температура, °С	Коэффициент внутреннего трения, $\frac{г}{см \cdot сек}$	Газ, пар	Температура, °С	Коэффициент внутреннего трения, $\frac{г}{см \cdot сек}$
Двуокись углерода .	0	0,000137	Окись углерода . . .	0	0,000166
То же	23	0,000147	То же	15	0,000174
Кислород . .	0	0,000192	Пары воды .	0	0,000087
» . .	14,2	0,000197	» » .	100	0,000123
» . .	23,0	0,000204	» ртути .	0	0,000162
Метан	17	0,000109	» » .	300	0,000532
Неон	0	0,000297	» эфира .	14,2	0,000072
			Хлор	20	0,000132

101. Обтекаемость автомобилей

Полное сопротивление воздуха для движущегося автомобиля выражается формулой $F = c\rho S v^2$, где c — коэффициент обтекаемости, зависящий от формы автомобиля и качества его поверхности, ρ — плотность воздуха $\left(\text{размерность } \frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}\right)$, S — площадь лобового сопротивления (в $м^2$), v — скорость движения (в $м/сек$). Для подсчета силы сопротивления пользуются формулой $F = kSv^2$, где k — коэффициент сопротивления воздуха ($k = c\rho$).

Средние значения коэффициента сопротивления воздуха для некоторых легковых автомобилей

Марка автомобиля	Площадь лобового сопротивления, $м^2$	Коэффициент сопротивления воздуха, $\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$
ГАЗ-А	2,5	0,058—0,060
ГАЗ-М1	2,6	0,040—0,045
ГАЗ-11	2,6	0,040—0,045
«Москвич-401»	1,62	0,037
ЗИЛ-110	2,6	0,03
«Победа»	2,16	0,023—0,025
ГАЗ-12	2,3	0,023

Продолжение

Средние значения коэффициента сопротивления воздуха для автомобилей различных типов

Тип автомобиля	Коэффициент сопротивления воздуха, $\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$
Легковой автомобиль открытый	0,05—0,06
» » обтекаемый	0,02—0,03
» » необтекаемый	0,04—0,05
Гоночные обтекаемые автомобили	0,010—0,013
Автобусы с обтекаемым кузовом	0,025—0,040
» необтекаемой формы (типа ПАЗ-651)	0,05—0,06
Грузовые автомобили	0,06—0,08

Площадь лобового сопротивления автомобилей

Тип автомобиля	Площадь лобового сопротивления, $м^2$
Легковые автомобили малолитражные	1,5—2,0
» » среднего и большого литража	2,0—2,8
Грузовые автомобили	3—5
Автобусы	4,5—6,5
Спортивные и гоночные автомобили	1,2—2,0

102. Обтекаемость мотоциклов

Марка мотоцикла	Коэффициент сопротивления воздуха, $\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$	Площадь лобового сопротивления, $м^2$
М1А	0,067	0,46
ИЖ-49 и ИЖ-350	0,068	0,53
М-72 без коляски	0,073	0,59
» с коляской	0,082	0,96

103. Скорость звука в газах и парах

Газ или пар	Температура, °С	Скорость звука, $\frac{м}{сек}$	Газ или пар	Температура, °С	Скорость звука, $\frac{м}{сек}$
Азот	0	333,6	Водяной пар насыщенный	110	413
Аммиак	0	414,8	Гелий	0	970
Ацетилен	0	327	Двуокись углерода	0	260,3
Бензин	90	200	Кислород	0	317,5
Воздух *	—10,9	326	»	21	328
»	0	331,5	Метан	0	430
»	20	342,4	Окись углерода	0	337,6
»	100	386	Углекислый газ	18	265,8
»	500	552	Хлор	0	206
Водород	0	1270			
»	18	1301			
Водяной пар	0	401			

Примечание. Скорость звука в газах увеличивается с повышением температуры.

* Данные относятся к сухому воздуху. Во влажном воздухе скорость звука выше приведенной на несколько процентов.

104. Скорость звука в жидкостях

Значения скорости звука даны с точностью около $10 \frac{м}{сек}$

Жидкость	Температура, °С	Скорость звука, $\frac{м}{сек}$	Жидкость	Температура, °С	Скорость звука, $\frac{м}{сек}$
Бензин	17	1170	Нефть	15	1330
Вода	13	1440	Олово жидкое	232	2270
»	19	1460	Раствор NaCl (10%)	15	1470
»	31	1500	Раствор NaCl (20%)	15	1650
» морская	20	1490	Ртуть	20	1407
» тяжелая	25	1399	Свинец жидкий	327	1790
Глицерин	20	1923	Скипидар	15	1326
Керосин	15	1330	Спирт этиловый абс.	23	1177
Кислота серная (92%)	20,6	1280	То же 95%	12,5	1241
Кислота соляная	15,5	1520	Эфир этиловый	15	1032
Медный купорос (плотн. 1,16)	21,5	1560			

Примечание. Изменение скорости звука $\left(в \frac{м}{сек}\right)$ при изменении температуры жидкости на 1° С определяется температурным коэффициентом скорости. Значение этого коэффициента для некоторых жидкостей приведено ниже.

108. Частотный диапазон голоса певцов

Голоса	Частотный диапазон голоса, *гц*	Диапазон длин звуковых волн в воздухе при 20° С, *см*
Мужские		
Бас	80—350	428—98
Баритон	100—400	342—86
Тенор	130—500	263—68
Женские		
Контральто	170—780	201—44
Меццо-сопрано	200—900	171—38
Сопрано	250—1000	137—34
Колоратурное сопрано	260—1300	132—26

Примечание. Приведены средние диапазоны частот; значения частот и длин волн округлены.

109. Коэффициенты звукопоглощения

Материал	Частота звука, *гц*					
	125	250	500	1000	2000	4000
Стена кирпичная:						
неоштукатуренная	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
оштукатуренная и окрашенная	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Переборка деревянная оштукатуренная	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03
Технический войлок толщиной 2,5 *см*	0,09	0,34	0,55	0,66	0,52	0,39
Ткань хлопчатобумажная, подвешенная на стене без складок	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Пробковая плита толщиной 2 *см*, приклеенная к стене	0,08		0,08	0,19	0,21	0,22
Линолеум	0,02		0,03		0,04	
Сосновая панель	0,10	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11
Стекло оконное	0,03		0,03		0,02	
Асбестит АЦА толщиной 3,5 *см*	0,32	0,40	0,36	0,35	0,37	0,35
Акустическая штукатурка АЦП толщиной 3,5 *см*	0,22	0,27	0,31	0,31	0,33	0,40
Асбосиликат АСА толщиной 4,5 *см*	0,60	0,73	0,80	0,82	0,81	0,70

110. Акустические данные помещений

Название зала	Объем, $м^3$	Число мест	Время реверберации зала при 512 *гц*, *сек*	
			пустого	полного
Малый зал Московской консерватории	2 550	550	3,46	1,36
Колонный зал Дома союзов, Москва	12 500	1 600	3,55	1,72
Большой театр, Москва . . .	13 800	2 300	2,06	1,55
Большой зал Московской консерватории	17 000	2 150	4,60	2,20

Примечание. Оптимальное время реверберации — остаточного звучания, наблюдающегося после выключения источника звука и обусловленного приходом в данную точку запоздавших отраженных или рассеянных звуковых волн, — для помещений различного объема: 700 $м^3$ — 1,06—1,1 *сек*; 1500 $м^3$ — 0,9—1,3 *сек*; 3000 $м^3$ — 1,2—1,5 *сек*; 6000 $м^3$ — 1,4—1,7 *сек*; 12 000 $м^3$ — 1,7—2,0 *сек*; 18 000 $м^3$ — 1,8—2,2 *сек*.

111. Оценка акустики зала в зависимости от времени реверберации

Чрезмерная реверберация вызывает впечатление гулкости, звуки слишком долго не замирают. Следующие друг за другом слова и звуки перекрывают друг друга, речь становится малоразборчивой, невнятной, а музыкальные фразы — нечеткими. Если в помещении время реверберации слишком мало, то речь в нем звучит четко, музыка — отрывисто и глухо, слушатели лишаются ощущения привычного объема, восприятие речи и музыки становится утомительным и неприятным.

Время реверберации, *сек*	Акустика зала	Время реверберации, *сек*	Акустика зала
Более 5	Очень плохая	Между 2 и 1,5 .	Хорошая
Между 5 и 3 . .	Плохая	Между 1,5 и 0,5	Очень хорошая
Между 3 и 2 . .	Довольно хорошая		

112. Сила звука и звуковое давление в зависимости от уровня звука (для воздушной среды)

Уровень звукового давления, *дб*	Сила звука, $\frac{вт}{см^2}$	Звуковое давление, $\frac{дин}{см^2}$	Примерные условия, соответствующие данным таблицы
0	10^{-16}	$2 \cdot 10^{-4}$	Порог слышимости
10	10^{-15}	$6{,}25 \cdot 10^{-4}$	Шорох листьев в лесу. Слабый шепот на расстоянии 1 *м*
20	10^{-14}	$2 \cdot 10^{-3}$	Шепот средней громкости на расстоянии 1 *м*
30	10^{-13}	$6{,}25 \cdot 10^{-3}$	Тихая жилая комната
40	10^{-12}	$2 \cdot 10^{-2}$	Разговор вполголоса. Негромкая музыка
50	10^{-11}	$6{,}25 \cdot 10^{-2}$	Тихое учреждение. Слабая работа громкоговорителя
60	10^{-10}	$2 \cdot 10^{-1}$	Улица средней оживленности. Громкий радиоприемник
70	10^{-9}	$6{,}25 \cdot 10^{-1}$	Шумное учреждение. Шум двигателя грузового автомобиля. Шум внутри трамвая
80	10^{-8}	2	Комната машинисток. Шумная улица
90	10^{-7}	6,25	Московский метрополитен. Автомобильный гудок
100	10^{-6}	20	В кабине пассажирского самолета. Автомобильная сирена
110	10^{-5}	62,5	Поезд-экспресс, большая скорость. Пневматический молот
120	10^{-4}	200	В открытом самолете с мощным двигателем. Реактивный двигатель на расстоянии 5 *м*. Сильные удары грома
130	10^{-3}	625	Болевое ощущение

113. Данные о слуховом аппарате человека

Расстояние между правым и левым ухом, *см*	ок. 18
Площадь наружного отверстия слухового канала, $см^2$	0,3—0,5
Глубина наружного слухового канала, *см*	2,1—2,6
Форма барабанной перепонки	овальная
Горизонтальный диаметр барабанной перепонки, *см*	ок. 1
Вертикальный диаметр барабанной перепонки, *см*	ок. 0,85
Толщина барабанной перепонки, *мм*	0,1
Площадь » » , $см^2$	ок. 0,65
Вес молоточка, *мГ*	ок. 23
» наковальни, *мГ*	ок. 25
» стремени, *мГ*	ок. 3

Частотный диапазон звуков, воспринимаемых ухом человека, — от 16—20 до 20 000 * *гц*. У детей верхний предел слышимости доходит до 22 000 *гц*; у стариков он понижается до 10 000 *гц* и ниже (старые люди часто не слышат стрекотания кузнечиков, цикад и сверчков, свиста пара, выходящего из котла, и т. п.). Ухо имеет наибольшую чувствительность к тону, частота которого лежит в диапазоне 1500—3000 *гц*.

Минимальное значение порога слышимости, соответствующее частоте ок. 2000 *гц*, составляет интенсивность звука примерно $2 \cdot 10^{-9} \frac{эрг}{см^2 \cdot сек}$.

Амплитуда колебаний частиц воздуха при пороге слышимости порядка $10^{-10} см$. При частоте 50 *гц* порог слышимости повышается до $5 \cdot 10^{-3} \frac{эрг}{см^2 \cdot сек}$, т. е. чувствительность уха уменьшается примерно в 2,5 млн. раз.

Уши человека способны улавливать разность времени прихода звука в правое и левое ухо в $3 \cdot 10^{-5} сек$ (разность хода звуковой волны при этом составляет 1 *см*).

Частотный диапазон речи составляет примерно 120—9000 *гц*.

Основные частоты гласных звуков речи лежат в области от 80 до 180 *гц* для мужских голосов и от 150 до 300 *гц* — для женских. Наиболее высокие компоненты, доходящие до 8000 *гц*, входят в состав звука согласной «с». Чтобы обеспечить понятность речи, достаточно воспроизвести область частот от 300 до 2000 *гц*. Такую область частот обычно воспроизводит телефон. Для высококачественной передачи речи необходимо точно передавать всю область частот от 80 до 9000—10 000 *гц* — это обеспечивает точную передачу тембра каждого голоса.

Мощность звука на пороге болевого ощущения (например, около паровоза, дающего гудок) — ок. $1{,}1 \cdot 10^{-2} \frac{вт}{см^2}$; мощность самых слабых звуков, еще слышимых ухом, — ок. $10^{-16} \frac{вт}{см^2}$.

---

* Некоторые животные (собаки, кошки и др.) слышат звуки большей частоты, чем человек; летучие мыши воспринимают звук до 60 000 *гц*.

114. Ультразвук

К ультразвукам относят упругие колебания, частота которых превышает 16—20 *кгц*. Верхний предел частот ультразвуковых колебаний теоретически простирается до 10^{13}—10^{14} *гц* *, а практически ограничивается полученными частотами 10^8—10^9 *гц*.

Природа ультразвуков и слышимых звуков едина. Скорость их распространения в веществах также одинакова.

Но высокая частота колебаний обусловливает ряд особенностей ультразвуков. Малая длина волн дает возможность фокусировать их в узкие направленные пучки. Пропорциональность интенсивности звука квадрату частоты колебаний позволяет получать ультразвуки огромной интенсивности. Ультразвуковые излучатели при частоте 0,5—1,0 *Мгц*, например, имеют интенсивность излучения до 10 и более ватт с одного квадратного сантиметра. Указанные свойства ультразвуковых колебаний широко используются в различных областях современной техники (см. табл. 486).

В качестве механических излучателей ультразвука используются маленькие камертоны (длина вилки — несколько миллиметров), ультразвуковые свистки и сирены. В сиренах ультразвук создается продуванием воздуха через отверстия (диаметр 3—5 *мм*) статора, перекрываемого вращающимся ротором. Число отверстий — 100—150, частота колебаний — до 35—200 *кгц*, интенсивность звука — до 100 $\frac{вт}{см^2}$. Наиболее важны электромеханические генераторы ультразвука, действие которых основывается на пьезоэлектрическом, а также магнитострикционном эффектах.

Наиболее сильно проявляется магнитострикционный эффект в пермендюре (сплав железа 49%, кобальта 49% и ванадия 2%), а также у чистого никеля и его сплавов. Магнитострикционные излучатели (стержень, помещенный внутрь катушки, питаемой переменным током от лампового генератора) имеют интенсивность излучения до нескольких десятков ватт на квадратный сантиметр и используются в диапазоне 10—200 *кгц*. Применяются также и ферритовые излучатели, дающие интенсивность излучения 1—2 $\frac{вт}{см^2}$ и мощность до 50 *вт*. Для усиления эффекта магнитострикции используется явление резонанса: сердечники подбирают таких размеров, чтобы собственная частота их колебаний совпадала с частотой возбуждения.

Для изготовления пьезоэлектрических излучателей широко применяются кристаллы кварца. Они позволяют получать ультразвук интенсивностью до 40—50 $\frac{вт}{см^2}$ в широком диапазоне частот (от 100 до 50 000 *кгц*).

Все большее применение находит в ультразвуковой технике синтетический материал — титанат бария, позволяющий изготовлять излучатели любой формы и размеров. Титанатбариевые излучатели дают интенсивность звука 1—3 $\frac{вт}{см^2}$ и больше. Наиболее чувствительные пьезокристаллы — сегнетоэлектрики.

Широкое распространение получили приемники ультразвука — пьезокристаллы, реже применяются магнитострикционные приемники.

* Выше этих частот упругие волны распространяться не могут, т. к. длина волны становится сравнимой с размерами межмолекулярных расстояний в твердых и жидких средах или с длиной свободного пробега молекул в газах.

115. Молекулярные данные для газов

В таблице приведены диаметры молекул, вычисленные из коэффициента вязкости. Средние значения скорости теплового движения, длины свободного пробега и числа столкновений молекул в одну секунду даны при температуре 0° С и давлении 760 *мм рт. ст.*

Газ	Молекулярный вес	Диаметр молекулы, Å	Средняя арифметическая скорость, $\frac{м}{сек}$	Средняя длина свободного пробега молекул, Å	Среднее число столкновений молекул в 1 *сек*
Азот	28,016	3,18	454,3	600	$7,54 \cdot 10^9$
Аммиак	17,032	2,97	582,7	441	$13,2 \cdot 10^9$
Аргон	39,944	2,92	320,8	635	$6,02 \cdot 10^9$
Водород	2,016	2,47	1692,0	1123	$15,1 \cdot 10^9$
Водяной пар	18,016	2,69	566,5	404	$14,02 \cdot 10^9$
Гелий	4,003	1,96	1204,0	1798	$6,69 \cdot 10^9$
Кислород	32	2,98	425,1	647	$6,57 \cdot 10^9$
Сернистый газ	64,066	3,38	300,4	290	$10,3 \cdot 10^9$
Углекислый »	64,011	3,32	362,5	397	$9,12 \cdot 10^9$
Углерода окись	28,011	3,2	454,5	584	$7,78 \cdot 10^9$
Хлор	70,914	3,7	285,6	287	$9,97 \cdot 10^9$

Средняя длина свободного пробега молекул воздуха при 20° С в Å:

при давлении	760 *мм рт. ст.*	621
» »	1 *мм рт. ст.*	$4,72 \cdot 10^5$
» »	10^{-3} *мм рт. ст.*	$4,72 \cdot 10^8$
» »	10^{-6} *мм рт. ст.*	$4,72 \cdot 10^{11}$
» »	10^{-9} *мм рт. ст.*	$4,72 \cdot 10^{14}$ ($\approx$47 *км*)

При сверхвысоком вакууме порядка 10^{-11} *мм рт. ст.* длина свободного пробега воздуха приближается к 5000 *км*.

116. Распределение скоростей между молекулами кислорода (при 0° С)

Интервал скоростей, $\frac{м}{сек}$	Доля молекул, %	Интервал скоростей, $\frac{м}{сек}$	Доля молекул, %
Менее 100	1,4	400—500	20,3
100—200	8,1	500—600	15,1
200—300	16,7	600—700	9,2
300—400	21,5	Более 700	7,7

117. Примерные тепловые балансы некоторых процессов, энергетических установок, машин, электростанций (в %)

Стационарная паровая машина

Потери теплоты с охлаждающей водой	57,2
» » в котле	24
» » в трубопроводах	2
» » от охлаждения	1,8
Полезно используемая теплота	15

Стационарный дизель

Потери теплоты с выхлопными газами	27
» » с охлаждающей водой	25
» » связанные с преодолением механических сопротивлений	8,5
» » от теплорассеяния	3,5
Полезно используемая теплота	36

Конденсационная паротурбинная электростанция

Потери теплоты с охлаждающей водой	54
» » с уходящими дымовыми газами	9
» » в топке	4
» » в турбогенераторе	6
Расход теплоты на собственные нужды электростанции	2
Потери теплоты от охлаждения паропроводов	1,5
Полезно используемая теплота	23,5

Теплоэлектроцентраль

Потери теплоты с охлаждающей водой	18
» » с уходящими дымовыми газами	9
» » в топке	4
» » в турбогенераторе	4,7
» » на собственные нужды	3,2
» » в трубопроводах	1,5
Полезно используемая теплота	59,6
Из нее отдается потребителям в виде:	
горячей воды и пара	30
пара для производства	18
электроэнергии	11,6

Двигатель автомобиля (карбюраторный)

Потери с отработавшими газами	35
» с водой	25
» на работу трения и привод вспомогательных механизмов (трение поршней, в подшипниках, привод магнето, насосов, механизма распределения)	10
Потери от неполноты сгорания топлива	5
Теплота, превращаемая в полезную работу	25

Двигатель трактора (дизель)

Потери с отработавшими газами	22
» с охлаждающей водой	20—25
Механические потери	20
Другие потери	4—5
Полезно используемая теплота	28—32

Современный мощный котельный агрегат

Потери с уходящими газами	7—12
» от неполноты сгорания	2—4
» теплоты в окружающую среду	0,5
Полезно используемая теплота	86—90

Паровоз

Потери в топке	8
Служебный расход пара (стоккер и пр.)	6
Потери от внешнего охлаждения котла	1,5
» с уходящими газами	18
» от утечки пара	5
» теплоты в машине (с отработавшим паром и др.)	53
» на преодоление механических сопротивлений	2
Полезно используемая теплота	8

Тепловоз

Потери с отработавшими газами	30
» с охлаждающей водой	26
Остальные потери	16
Полезно используемая теплота	28

Атомная электростанция

Потери в паровом котле (теплообменнике)	5
» в холодильнике (конденсаторе)	70
Превращено в электроэнергию	25
Из нее идет:	
в сеть	20
на собственные нужды	5

Резание металла

Выделяющаяся при резании металла теплота (в %) идет на нагревание:

стружки	75
резца	20
обрабатываемой детали	4
окружающей среды	1

118. Температурные шкалы

IX Генеральная конференция по мерам и весам (1948 г.) приняла стоградусную температурную шкалу, названную «Международной температурной шкалой 1948 года». Она базируется на определенном количестве воспроизводимых постоянных первичных точек (реперных точек). Двумя основными первичными точками этой шкалы служат температуры фазового равновесия при нормальном атмосферном давлении (760 *мм рт. ст.*, 101 325 *н/м*^{2}) между:

1) твердой и жидкой фазами воды (точка плавления льда) . . . . . 0,00° С
2) жидкой и газообразной фазами воды (точка кипения воды) . . . . . 100,00° С

Кроме этого, для шкалы утверждены еще четыре первичные реперные точки:

Точка кипения кислорода	—182,97° С
Точка кипения серы	444,600° С
Точка затвердевания серебра	960,8° С
Точка затвердевания золота	1063,0° С

По решению той же конференции температура тройной точки воды, т. е. точки равновесия воды в твердой, жидкой и газообразной фазах, принята в этой шкале равной 0,0100° С. Эта точка может быть воспроизведена в специальных сосудах с погрешностью не больше 0,0001° С.

Путем интерполяции шкала разделяется на четыре области — от точки кипения кислорода до 0° С, от 0° С до точки затвердевания сурьмы, от точки затвердевания сурьмы до точки затвердевания золота и выше точки затвердевания золота. Для интерполяции температур между точками служат: платиновый термометр сопротивления, нормальная платина — платинородиевая термопара и оптический пирометр для интервалов температур соответственно от —190 до 660° С, от 660 до 1063° С и выше 1063° С.

Градус стоградусной международной температурной шкалы обозначается °С, а температура по этой шкале обозначается t.

В научных исследованиях, помимо практической международной шкалы, широкое применение находит абсолютная термодинамическая температурная шкала (шкала Кельвина) с одной реперной точкой. X Генеральная конференция по мерам и весам (1954 г.) постановила определить эту шкалу при помощи тройной точки воды в качестве основной реперной точки, присвоив ей температуру 273,16° К точно.

Температура, отсчитываемая от абсолютного нуля, т. е. от точки, лежащей на 273,16° ниже температуры *тройной точки воды*, называется абсолютной.

Градус абсолютной термодинамической шкалы обозначается знаком °К, а температура по этой шкале — знаком T.

Всякий интервал температуры, выраженный по одной из шкал стоградусной или абсолютной, имеет такое же числовое значение, как и при выражении его по другой шкале. Так как температура тройной

точки в стоградусной шкале и шкале Кельвина принята равной соответственно 0,0100° и 273,16°, то разность между значениями температуры какого-либо состояния по шкале Кельвина и по стоградусной шкале составляет:

$$273{,}16° - 0{,}01° = 273{,}15°.$$

Таким образом, температура точки плавления льда (0° С) в абсолютной шкале равна:

$$T = 0° \text{ C} + 273{,}15° = 273{,}15° \text{ K},$$

а температура абсолютного нуля в стоградусной шкале

$$t = 0° \text{ C} - 273{,}15° = -273{,}15° \text{ C}.$$

Применение указанных двух температурных шкал в СССР определено ГОСТом 8550-57.

В некоторых странах применяются другие температурные шкалы — Фаренгейта и Реомюра. Градусы этих шкал обозначаются соответственно °F и °R. Точка 0° С соответствует на шкале Фаренгейта 32° F, на шкале Реомюра 0° R (точки совпадают); точка 100° С соответствует на шкале Фаренгейта 212° F, а на шкале Реомюра 80° R. Таким образом,

$$1° \text{ C} = \frac{9}{5}° \text{ F} = \frac{4}{5}° \text{ R};$$

$$1° \text{ F} = \frac{5}{9}° \text{ C} = \frac{4}{9}° \text{ R};$$

$$1° \text{ R} = \frac{5}{4}° \text{ C} = \frac{9}{4}° \text{ F}.$$

Для перехода от одних температурных шкал к другим и обратно существуют следующие формулы:

$$n° \text{ C} = \frac{4}{5} n° \text{ R} = \left(\frac{9}{5} n + 32\right)° \text{ F};$$

$$n° \text{ R} = \frac{5}{4} n° \text{C} = \left(\frac{9}{4} n + 32\right)° \text{ F};$$

$$n° \text{ F} = \frac{5}{9} (n - 32)° \text{ C} = \frac{4}{9} (n - 32)° \text{ R};$$

$$n° \text{ C} = (n + 273{,}15)° \text{ K};$$

$$n° \text{ K} = (n - 273{,}15)° \text{ C}.$$

119. Вспомогательные постоянные точки температурной шкалы

Вещество	Условия равновесия	Температура, °С	Вещество	Условия равновесия	Температура, °С
Этиловый эфир	Затвердевание	—123,6	Нафталин	Кипение	217,96
Сероуглерод	То же	—112,0	Олово	Затвердевание	231,85
Углекислота	Сублимация	—78,52	Бензофенон	Кипение	305,9
Хлороформ	Затвердевание	—63,7	Кадмий	Затвердевание	320,9
Хлорбензол	То же	—45,5	Цинк	То же	419,45
Ртуть	» »	—38,87	Сурьма	» »	630,5
Сернокислый натрий	Точка перехода	—32,38	Медь	» »	1083
Хлористый марганец	То же	50,09	Палладий	» »	1555
			Вольфрам	Плавление	3400

120. Употребительные постоянные точки температурной шкалы в области весьма низких температур

Эти точки используются при проверке и градуировке соответствующих измерительных приборов, а также при получении вполне определенных температур.

Вещество	Условие равновесия	Температура	
		°К	°С
Азот	Кипение	77,34	—195,81
Водород	»	20,37	—252,78
Гелий	»	4,21	—268,94

121. Температура некоторых процессов и тел (° С)

Охлаждающая вода в конденсаторах паровых турбин 20
Конденсация пара в конденсаторах мощных паровых турбин 30
Фюзеляж самолета $\left(\text{при скорости полета } 1200 \frac{км}{ч}\right)$ ок. 60
Вода в системе охлаждения тракторных и автомобильных двигателей (в среднем) 85
Обмотки статора мощного гидрогенератора . . . 90—100
Дымовые газы, уходящие в трубу из современного котлоагрегата . . . . . 140—150
Температура отпуска изделий из стали . . . . . 150—650
Газы, выходящие из сопла реактивного самолета 500—700
Воздух в цилиндре двигателя трактора МТЗ-5 (при такте сжатия) . . . . . 550—600
Газы, поступающие на рабочее колесо стационарной газовой турбины . . . . . 600—750

Продолжение

Температура отжига изделий из стали	770—940
Газы, поступающие на рабочее колесо авиационной газовой турбины	850—900
Газы в конце топки мощного котлоагрегата	1200
Вольфрамовая нить накала пустотной лампы	2180
» » » газополной лампы	2525
Газы в камере ЖРД	до 3500—4000
Поверхность Солнца (фотосфера)	ок. 6000
Максимальная температура, получаемая в лабораторных условиях (при мощных импульсных разрядах)	до 10^6
Взрыв атомной бомбы	десятки млн. градусов
Температура обработки стали холодом	от —70 до —150
Наиболее низкая искусственно полученная температура	0,00002° К
Наиболее высокая температура воздуха, зарегистрированная на Земле (в Триполи, Северная Африка, 1922 г.)	58
Наиболее низкая температура воздуха, зарегистрированная на Земле (в Антарктике, на научной станции «Восток», 1960 г.)	—88,3

122. Температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения веществ

Температура вспышки — наименьшая температура, при которой пары данного вещества образуют над ним смесь с воздухом, вспыхивающую при приближении открытого пламени. Температура воспламенения — это температура, при которой вещество при кратковременном приближении к поверхности его пламени загорается и продолжает гореть. Температура самовоспламенения — температура, при которой вещество загорается без приближения пламени.

Значения (приближенные) температур даны при давлении 760 *мм рт. ст.*

Вещество	Температура, °С		Вещество	Температура, °С	
	вспышки	самовоспламенения		вспышки	самовоспламенения
Ацетон	—20	500	Нитробензол	—20	
Бензин	<—25	230—260	Окись углерода		610
Бензол	—16	580	Парафин	160	> 300
Вазелин	150		Природный газ		550—750
Водород		510	Скипидар	30	250
Глицерин	160		Спирт метиловый	≈ 0	475
Керосин	28	>200			
Нафталин	86				
Нефть	от —20 до 100	>300			

Вещество	Температура, °С		Вещество	Температура, °С	
	вспышки	самовоспламенения		вспышки	самовоспламенения
Спирт этиловый	12	400	Фосфор белый		45—60
Эфир этиловый	—40	188	Фосфор красный		240

Примечания. 1. Вещества, температура вспышки которых ниже 45° С, — легковоспламеняющиеся.
2. При сравнительно низкой температуре вспышки вещества (менее 50° С) температура воспламенения или совпадает с ней, или выше на несколько градусов. При достаточно высокой температуре вспышки — превышает ее на десятки градусов.
3. Температура самовоспламенения обычно на сотни градусов превышает температуру воспламенения.

123. Максимальная температура пламени различных источников нагрева

Источник нагрева	Максимальная температура, °С	Источник нагрева	Максимальная температура, °С
Горелка спиртовая .	1000—1200	Водородно-кислородное пламя	2800
» газовая . .	1600—1850	Ацетилено-кислородное пламя	2500—3500
» паяльная (газовая)	2200		

124. Температура в цилиндре двигателя внутреннего сгорания (° С)

	Дизель	Карбюраторный двигатель
Конец такта впуска	40—80	70—130
» » сжатия	480—630	330—480
» » сгорания топлива	1530—1830	2230—2530
» » расширения	530—1030	1130—1530
Температура отработавших газов (конец выпуска)	330—530	630—830

125. Температура газа в турбореактивном двигателе

Показатели	Температура, °С	Скорость, $\frac{м}{сек}$
Воздух атмосферный	15	0
» на входе в компрессор	—1	180
» » выходе из компрессора	257	125
Газ на входе в турбину	850	176
» » выходе из турбины	600	317
» » выходе из реактивного сопла	510	550

126. Температура в электрической дуге (°С)

Кратер положительного угольного электрода (в воздухе при атмосферном давлении)	4000
Кратер положительного угольного электрода (в сжатом до 20 *ат* газе)	до 5900
Кратер положительного металлического электрода в воздухе при обычном давлении	2000—2500
Газы в столбе электрической дуги (при атмосферном давлении)	порядка 6000

127. Коэффициенты линейного расширения твердых тел

Значения коэффициентов линейного расширения относятся к области температур около 20° С.

Вещество	Коэффициент линейного расширения, $\frac{1}{град}$	Вещество	Коэффициент линейного расширения, $\frac{1}{град}$
Алмаз	0,0000013	Лед (от —10 до 0°)	0,0000507
Алюминий	0,0000255	Магний	0,0000254
Бетон	0,000010—0,000014	Медь	0,0000167
Бронза	0,0000175	Нейзильбер	0,0000184
Висмут	0,0000134	Нержавеющая сталь	0,000011
Гранит	0,0000083	Никель	0,0000128
Вольфрам	0,0000044	Олово	0,0000214
Дюралюминий	0,0000226	Платина	0,0000089
Дерево (поперек волокон)	0,00005	Платино-иридиевый сплав*	0,0000087
Дерево (вдоль волокон)	0,000006	Припой	0,000025
Железо литое	0,0000102	Свинец	0,0000291
» кованое	0,0000119	Серебро	0,0000188
Золото	0,0000139	Сталь	0,000011
Иридий	0,0000065	Стекло обычное	0,0000085
Инвар	0,0000005	Углерод (алмаз)	0,0000012
Кварц плавленый	0,0000009	» (графит)	0,0000079
Константан	0,000017	Фарфор	0,000003
Кирпичная кладка	0,0000055	Цемент	≈0,000012
Латунь	0,0000189	Цинк	0,000026
		Чугун	0,0000104
		Эбонит	≈0,00007

* Употреблен для изготовления международного прототипа метра.

128. Коэффициенты объемного расширения жидкостей

Значения коэффициентов объемного расширения относятся к области температур около 18° С (если температура не указана особо).

Жидкость	Коэффициент расширения, $\frac{1}{град}$	Жидкость	Коэффициент расширения, $\frac{1}{град}$
Азот (от —205 до —181°)	0,00588	Нефть	0,0009
Вода при 5—10°	0,000053	Раствор поваренной соли (26%)	0,000436
» » 10—20°	0,000150	Ртуть	0,000182
» » 20—40°	0,000302	Серная кислота (100%)	0,00057
» » 40—60°	0,000458	Скипидар	0,00095
» » 60—80°	0,000587	Спирт метиловый	0,00122
Воздух (от —259 до —253°)	0,0126	» этиловый	0,00110
Глицерин	0,00051	Толуол	0,00109
Керосин	0,00090	Трансформаторное масло	0,0006
Кислород (от —205 до —184°)	0,00385	Эфир этиловый	0,00165

129. Удельная теплоемкость твердых веществ

Вещество	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Вещество	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
Алюминий	16—100	0,21	Кожа	18	0,357
Асфальт	18	0,22	Константан	0	0,098
Бетон	18	0,22	Кремний	0—99	0,17
Бронза	14—98	0,09	Латунь	20—100	0,09
Висмут	17—100	0,031	Лед	—20	0,43
Вольфрам	20—100	0,034	»	—10	0,53
Гранит	12—100	ок. 0,19	Магний	17—100	0,25
Дерево:			Марганец	20—100	0,12
дуб	0—100	0,57	Медь	18—100	0,093
ель, сосна	0—100	0,65	Молибден	20—100	0,065
Железо	18—100	0,11	Мрамор белый	0—100	0,21
Золото	0—100	0,03	Натрий	0—20	0,29
Иридий	0—100	0,03	» хлористый	17—99	0,21
Кадмий	0—100	0,06	Никелин	18—100	0,106
Каменная соль	0—100	0,22	Нейзильбер	18	0,087
Камень	20	ок. 0,2	Никель	15—100	0,11
Кварц плавленый	0—100	0,18	Нихром	20	0,107
Кирпич	18	0,177	Олово	18—100	0,055
			Парафин	18	0,77

Вещество	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Вещество	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
Песок	20—100	0,19	Углерод (алмаз)	0—20	0,112
Платина	0—100	0,032	» (графит)	20—85	0,174
Припой ПОС-40	18	0,04	Уран	18	0,028
Пробка	18	0,49	Фарфор	15—200	0,18
Резина	15—100	0,27—0,48	Фосфор	0—900	0,26
Свинец	18—100	0,031	Хром	18—100	0,111
Сера	0—32	0,166	Цемент	20	0,27
Серебро	15—100	0,05	Цинк	0	0,91
Сталь (1,25% С)	10—13	0,12	Чугун	0—100	0,13
Стекло	10—50	0,16—0,20	Шерсть	18	0,4
Тантал	20	0,036	Эбонит	20—100	0,33
Торий	0—100	0,027			

130. Удельная теплоемкость жидкостей

Вещество	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Вещество	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
Азот	—200,4	0,47	Масло трансформаторное	20	0,4
Аммиак	—40	1,05	Молоко снятое	20	0,94
Аргон	—188,2	0,26	» цельное	20	0,92
Бензин	50	0,50	Неон	—245	0,40
Водород	—251,8	2,33	Нефть	20	0,4—0,5
Вода морская	17	0,94	Олово	240	0,064
Воздух	—173	0,52	Ртуть	0	0,0334
Гелий	—269,95	0,47	»	20	0,0332
Глицерин	15—50	0,58	»	100	0,0328
Дизельное горючее	20	0,48	»	200	0,0324
Керосин	20	0,53	Раствор поваренной соли (25%)	18	0,880
Кислород	—200,3	0,39	Скипидар	18	0,42
Кислота азотная (58,3%)	21—52	0,65	Сливки	20	0,82
Кислота серная (85%)	18	0,55	Сметана	20	0,72
Кислота соляная (16,8%)	18	0,55	Спирт метиловый	15—20	0,57
Масло касторовое	20	0,5	» этиловый	15—30	0,60
» растительное	20	0,48	Эфир	18	0,56

131. Удельная теплоемкость воды при различной температуре

Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
0	1,0094	35	0,9983	70	1,0016
5	1,0054	40	0,9982	75	1,0024
10	1,0027	45	0,9983	80	1,0033
15	1,0011	50	0,9987	85	1,0043
20	1,0000	55	0,9992	90	1,0053
25	0,9992	60	1,0000	100	1,0074
30	0,9987	65	1,0008		

132. Удельная теплоемкость сжиженных газов

В таблице указаны значения удельной теплоемкости при постоянном давлении.

Жидкий газ	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г}$	Жидкий газ	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г}$
Азот	—195,5	0,49	Кислород	—200	0,394
Аммиак	—40	1,054	Серы двуокись	—180	0,406
»	0	1,099	» »	—20	0,313
»	40	1,162	» »	0	0,318
Аргон	—172,2	0,266	» »	20	0,327
Водород	—255,6	0,196	Хлор	0—24	0,226
Воздух	—192	0,45	»	от —80 до 15	0,223
Кислород	—216	0,400			

133. Удельная теплоемкость жидких металлов

В таблице даны значения удельной теплоемкости для некоторых жидких металлов и указаны температуры, при которых производились измерения удельной теплоемкости; для температурных интервалов приведены средние значения удельных теплоемкостей.

Жидкий металл	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Жидкий металл	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
Алюминий	660—1000	0,259	Золото	1063—1300	0,034
Висмут	271,3	0,034	Калий	100	0,194
»	800	0,040	»	800	0,188

Жидкий металл	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Жидкий металл	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
Литий	200—1000	1,0	Олово	1100	0,076
Магний . . .	651	0,317	Свинец	327	0,039
» . . .	1120	0,342	»	500	0,037
Натрий . . .	97,7	0,331	Серебро . . .	960,8—1300	0,069
» . . .	200	0,320	Сурьма . . .	650—950	0,066
» . . .	600	0,300	Цезий	28,5	0,060
» . . .	900	0,308	Цинк	419,5	0,120
Олово	250	0,058	»	1000	0,101

134. Удельная теплоемкость газов и паров

В таблице даны значения удельных теплоемкостей газов и паров при постоянном давлении (c_p) и давлении атмосферы, равном 760 *мм рт. ст.*

Газ или пар	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Газ или пар	Температура, °С	Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$
Азот	0—20	0,248	Двуокись углерода	15	0,199
Аргон	0	0,124	Кислород . . .	13—207	0,217
Ацетилен . . .	18	0,383	Криптон . . .	0	0,0594
Водород . . .	10—200	3,409	Ксенон	0	0,037
Водяной пар .	100	0,510	Метан	18—208	0,593
Воздух	0—100	0,237	Неон	0	0,246
»	—50	0,242	Окись углерода	26—198	0,248
»	—20	0,241	Пары спирта	0	0,36
»	0; 20; 50	0,240	» эфира	0	0,43
»	100	0,241	Сернистый газ	16—202	0,134
»	200	0,245	Хлор	13—202	0,124
»	500	0,261	Этилен	15—100	0,399
»	1000	0,283			
Гелий	—180	1,251			

135. Точка плавления веществ

Точка плавления указана при атмосферном давлении 760 *мм рт. ст.* для чистых веществ, т. е. свободных от примесей.

Вещество	Точка плавления, °С	Вещество	Точка плавления, °С
Азот	−210,03	Марганец	1260
Алюминий	660,1	Медь	1083
Аммиак	−77,7	Метан	−182,5
Антифризы	−40	Молибден	2625
Аргон	−189,3	Молоко	−0.55
Ацетон	−95	Натрий	97,7
Барий	704	» хлористый	800,4
Бензин	ниже −60	Нафталин	80,1
Бензол	5,5	Нейзильбер	1050
Бериллий	1284	Неон	−248,7
Бром	−7,2	Никель	1453
Бронза алюминиевая	ок. 1040	Нихром	1380–1500
» оловянистая	ок. 1000	Окись азота	−163,6
Ванадий	1900	» углерода	−207
Висмут	271,3	Олово	231,85
Вода	0	Осмий	5500
» тяжелая	3,82	Парафин очищенный	49—54
Водород	−259,2	» неочищенный	42
Воздух	−213	Платина	1769,5
Вольфрам	3380	Припой мягкий	135—200
Воск пчелиный	61—64	Радий	700
Гелий (под давлением 30 *ат*)	−271,4	Ртуть	−38,87
Германий	958,5	Свинец	327,3
Глицерин	−18,6	Селен	220
Двуокись углерода	−218,8	Сера	112,8
Дюралюминий	650	Серебро	960,8
Железо	1535	Соль поваренная	770
Золото	1063,0	Спирт метиловый	−93,9
Иридий	2454	» этиловый	−117
Калий	63	Сплав Вуда	65—70
Кальций	850	Сталь	1300–1500
Камфара	176	Стекло оконное	460–800
Кварц плавленый	1713	Стронций	770
Керосин	ниже −50	Сурьма	630,5
Кислород	−218,83	Тантал	3000
Кобальт	1492	Титан	1725
Константан	1260–1275	Толуол	−95,0
Кремний	1440	Торий	1840
Криптон	−157,2	Углерод (алмаз)	> 3500
Ксенон	−111,9	Уран	1132
Латунь	ок. 1000	Фехраль	1450–1480
Литий	186	Фосфор белый	44,1
Магний	650	Фреон-12	−155,0
Манганин	1000	Хлор	−101
		Хром	1800

Вещество	Точка плавления, °С	Вещество	Точка плавления, °С
Хромель	1500	Чугун	1100–1200
Цезий	28,5	Этилен	—169,2
Цинк	419,505	Эфир этиловый	—116,3
Цирконий	1860	Янтарь	350–380

136. Температура плавления льда при различных давлениях

Давление, $\frac{кГ}{см^2}$	Температура плавления, °С	Давление, $\frac{кГ}{см^2}$	Температура плавления, °С	Давление, $\frac{кГ}{см^2}$	Температура плавления, °С
1	0,0	890	—7,5	1625	—15,0
336	—2,5	1155	—10,0	1835	—17,5
615	—5,0	1410	—12,5	2200	—22,1

137. Удельная теплота плавления веществ

Предполагается, что плавление происходит при нормальном атмосферном давлении.

Вещество	Удельная теплота плавления, $\frac{кал}{г}$	Вещество	Удельная теплота плавления, $\frac{кал}{г}$
Азот	6,1	Нафталин	36
Алюминий	92,4	Олово	14,3
Аммиак	108,1	Парафин	35
Бронза	30,6	Платина	27,2
Висмут	12,6	Ртуть	2,8
Водород	14,0	Свинец	5,9
Вольфрам	61	Сера	13,2
Воск	42	Серебро	21,1
Глицерин	47,5	Спирт метиловый	16,4
Железо	65	» этиловый	25,8
Золото	15,8	Сплав Вуда	7,6
Кислород	3,3	Сталь	20
Кислота азотная	9,5	Стеарин	48
» серная	24,0	Фосфор	4,7
Лед	79,77	Хлор	23,0
Магний	46,5	Цинк	28,1
Марганец	36,7	Цирконий	5,5
Медь	41,6	Чугун	23—33
Метан	14,5	Эфир этиловый	23,5
Натрий	27,4		

138. Изменение объема веществ при плавлении

Вещество	Относительное изменение объема, %	Вещество	Относительное изменение объема, %
Алюминий	6,6	Натрий	2,5
Висмут	—3,32	Олово	2,6
Золото	5,19	Ртуть	3,6
Калий	2,41	Свинец	3,69
Лед (вода)	—8,3	Серебро	4,99
Литий	1,5	Сурьма	—0,94
Магний	4,2	Цинк	6,9

139. Точка кипения веществ

Значения точек кипения даны при атмосферном давлении 760 *мм рт. ст.* для чистых веществ (свободных от примесей)

Вещество	Точка кипения, °С	Вещество	Точка кипения, °С
Азот	—195,81	Кремний	2600
Алюминий	2330	Криптон	—153,2
Аммиак	—33,4	Ксенон	—108,1
Аргон	185,9	Литий	1380
Барий	1600	Магний	1100
Бензин	40—180	Мазут	200—400
Бензол	80,1	Марганец	2150
Бериллий	2770	Медь	2582
Бром	58,8	Метан	—161,5
Ванадий	3400	Молибден	4800
Висмут	1560	Молоко	100,2
Вода	100,0	Натрий	883
» тяжелая	101,43	» хлористый	1413
Водород	—252,78	Нафталин	217,96
Воздух	от —192 до —195	Неон	—246,1
		Никель	2800
Вольфрам	5900	Окись азота	—151,8
Гелий	—268,9	» углерода	—192
Германий	2700	Олово	2337
Глицерин	290	Парафин	350—450
Железо	3050	Платина	4000
Золото	2660	Радий	1140
Иридий	5300	Ртуть	356,58
Калий	760	Свинец	1750
Кальций	1440	Селен	685
Камфара	204	Сера	444,600
Кварц плавленый	2590	Серебро	2193
Керосин	150—320	Спирт метиловый	64,1
Кислород	—182,97	» этиловый	78,5
Кобальт	3100	Стронций	1360

Вещество	Точка кипения, °С	Вещество	Точка кипения, °С
Сурьма	1440	Хлор	—34,1
Тантал	≈5300	Хром	2300
Титан	3500	Цезий	670
Толуол	110,6	Цинк	907
Торий	3500	Цирконий	> 2900
Уран	≈3900	Этилен	—103,7
Фосфор белый	282	Эфир этиловый	34,6
Фреон-12	—29,8		

140. Зависимость температуры кипения жидкостей от давления

При обычных колебаниях величины атмосферного давления температуру кипения жидкости можно определить по формуле:

$$t_k = t_0 [1 + k (H - 760)],$$

где t_0 — точка кипения жидкости при нормальном атмосферном давлении (760 *мм рт. ст.*) и k — коэффициент, различный для различных жидкостей; значения этого коэффициента приводятся ниже.

Жидкость	k	Жидкость	k
Бензол	0,000122	Спирт метиловый	0,000103
Вода	0,000101	» этиловый	0,000097
Ртуть	0,000120	Толуол	0,000117
Скипидар	0,000131	Эфир этиловый	0,000129

141. Температура кипения воды при различных барометрических давлениях

Барометрическое давление, *мм рт. ст.*	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
680	96,910	950	990	031 *	071 *	111 *	151 *	191 *	231 *	271 *
690	97,311	351	391	431	471	510	550	590	630	669
700	97,709	748	788	827	866	906	945	984	023 *	062 *
710	98,102	141	180	219	258	296	335	374	413	451
720	98,490	529	567	606	644	683	721	759	798	836
730	98,874	912	950	989	027 *	065 *	102 *	140 *	178 *	216 *
740	99,254	292	329	367	405	442	480	517	554	592
750	99,629	666	704	741	778	815	852	889	926	963
760	100,000	037	074	110	147	184	220	257	294	330
770	100,367	403	439	476	512	548	584	620	657	693
780	100,729	765	801	836	872	908	944	980		

Примечание. Звездочка показывает, что целое число градусов надо брать из следующей строки. Например, для давления 735 *мм рт. ст.* температура кипения воды не 98,065, а равна 99,065° С.

142. Удельная теплота парообразования жидкостей при температуре кипения

Предполагается, что кипение происходит при нормальном атмосферном давлении.

Жидкость	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$	Жидкость	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$
Аммиак	327,1	Неон	20,5
Аргон	37,6	Ртуть	70,6
Бензин авиационный	55—75	Свинец	221,5
Висмут	205	Скипидар	70
Вода	539,6	Спирт метиловый	263,3
Керосин	50—55	» этиловый	204,2
Кислота азотная	114,9	Фосфор	130
Кислота серная	122,1	Хлор	62,7
Криптон	25,7	Эфир этиловый	84,8
Ксенон	23,0		

143. Удельная теплота парообразования (испарения) воды при различных температурах

Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$	Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$	Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$
0	595	70	557	140	513
10	589	80	551	150	506
20	584	90	545	160	499
30	579	100	539	170	491
40	573	110	533	180	484
50	568	120	527	190	476
60	562	130	520	200	468

144. Удельная теплота парообразования сжиженных газов

В таблице дана удельная теплота парообразования некоторых жидких газов при температуре кипения и давлении 760 *мм рт. ст.*

Жидкий газ	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$	Жидкий газ	Удельная теплота парообразования, $\frac{кал}{г}$
Азот	47,6	Кислород	51,01
Аммиак	327,1	Сероводород	132
Аргон	37,6	Серы двуокись	98,9
Водород	112,5	Углерода окись	51,5
Воздух	49		
Гелий	5,52		

145. Тепловые характеристики пластмасс

Пластмасса	Коэффициент расширения, $\frac{1}{град}$	Теплостойкость, °С
Аминопласты	0,000053	100
Винипласт	0,00007	65
Гетинакс	0,00002	150
Древесные пластики		140—200
Органическое стекло	0,00012	52—58
Полиэтилен	0,000077	104—115 *
Текстолит ПТК, ПТ	0,000037	125
Целлулоид	0,0001	40

* Температура плавления.

146. Коэффициенты теплопроводности металлов и сплавов

Металл или сплав	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$	Металл или сплав	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$
Алюминий	20	177	Медь	20	340
Бронза (90% Cu, 10% Sn)	20	36	Натрий	0	86
Вольфрам	20	145	Никель	0	58
Дюралюминий	20	142	Нейзильбер (62% Cu, 15% Ni, 22% Zn)	20	21,5
Железо	20	67,5	Нихром (90% Ni, 10% Cr)	20	15
»	100	58,2	Олово	20	51,5
Золото	0	267	Платина	0	60
Константан (60% Cu, 40% Ni)	20	19,5	Платино-иридий	0—100	27
Инвар (35% Ni, 65% Fe)	20	9,5	Ртуть	—39,2	5,8
Иридий	0	51,5	Свинец	20	29,9
Латунь (70% Cu, 30% Zn)	0	91	Серебро	0	360
Магний	20	142	Сталь мягкая	0	54
Манганин (84% Cu, 4% Ni, 12% Mn)	20	18,8	Тантал	0	47
			Уран	0	21,6
			Цинк	0	97
			Чугун	100	43,5

Примечание. Коэффициент теплопроводности часто выражается в $\frac{кал}{см \cdot сек \cdot град}$ и $\frac{вт}{см \cdot град}$. Соотношения между коэффициентами теплопроводности таковы: $1 \frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град} = 2{,}7778 \cdot 10^{-3} \frac{кал}{см \cdot сек \cdot град} \approx 2{,}78 \cdot 10^{-3} \frac{кал}{см \cdot сек \cdot град} = 1{,}16 \cdot 10^{-2} \frac{вт}{см \cdot град}$.

$1 \frac{кал}{см \cdot сек \cdot град} \approx 360 \frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град} \approx 4{,}19 \frac{вт}{см \cdot град}$.

$1 \frac{вт}{см \cdot град} \approx 86 \frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град} \approx 0{,}239 \frac{кал}{см \cdot сек \cdot град}$.

147. Коэффициенты теплопроводности различных материалов

	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$
Асфальт	0—30	0,6
Бетон сухой с каменным щебнем	0	0,7
Бумага обыкновенная	20	0,12
Вата хлопчатобумажная	30	0,036
Войлок строительный	0	0,04
Воск	20	0,04
Глина	20	0,6—0,8
Гравий	20	0,31
Губка	20	0,038
Дуб поперек волокон	15	0,18
» вдоль волокон	15	0,33
Земля сухая	20	0,12
» влажная	20	0,58
Зола	0	0,10
Камышитовые плиты	0	0,09
Картон	20	0,12—0,3
Кирпич обыкновенный или силикатный	0	0,7
» пористый или пустотелый	0	0,4
Кожа	20	0,12—0,14
Котельная накипь	100	0,15—2,0
Лед	0	1,9
»	—20	2,1
Льняная ткань	20	0,08
Мел	20	0,8
Мех	ниже 0	0,031
Мрамор	0	3
Опилки древесные	20	0,05
Парафин	20	0,23
Песок мелкий речной (сухой)	0—160	0,3
Плексиглас	20	0,158
Пробка	30	0,25
Пробковые плиты	80	0,04
Резина	20	0,11—0,14
Сажа	50	0,058
Смола	20	0,45
Снег свежевыпавший	0	0,09
» уплотненный	0	0,40
Соломитовые маты	0	0,09
Сосна поперек волокон	0—50	0,13
» вдоль волокон	20	0,3—0,6
Стекло оконное	20	0,64
Стеклянная вата	88	0,047
Сукно	20	0,045
Угли для дуги	50	5,4
Фарфор	50	0,9
Фанера клееная	0	0,13

Продолжение

	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$
Фланель	50	0,014
Шерсть	0	0,033
Шлакобетон	0	0,6
Шлак котельный	0	0,25
Штукатурка известковая	0	0,6
Эбонит	20	0,14

Примечание. Возведенная сырая кирпичная стена имеет коэффициент теплопроводности около 1, этот коэффициент для той же стены через полгода после постройки равен 0,75, а для сухой стены — 0,6.

148. Коэффициенты теплопроводности жидкостей

Жидкость	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$
Алюминий	800	54
Бензин	0—50	0,125—0,095 *
Вода	0	0,474
»	20	0,515
»	100	0,587
Глицерин	20	0,24
»	0—150	0,238—0,254
Керосин	20	0,128
Кислород	—200	0,179
Магний	700	84,0
Масло трансформаторное	0—100	0,115—0,107
» касторовое	0—150	0,158—0,142
Олово	500	28
Парафин	200	0,107
Раствор поваренной соли (10%)	20	0,51
Ртуть	20	6,8
»	100	7,7
Свинец	450	25,2
Скипидар	15	0,110
Серная кислота (90%)	30	0,312
» » (30%)	30	0,372
Соляная » (96%)	20	0,28
Спирт этиловый (100%)	0—80	0,160—0,150
» » (40%)	0—80	0,300—0,415
Толуол	0—125	0,121—0,096
Эфир этиловый	30	0,119

* Первое значение коэффициента теплопроводности относится к первому значению температуры, второе — ко второму; в пределах значений температуры, указанных в таблице, допускается линейная интерполяция.

149. Коэффициенты теплопроводности газов и паров

Газ или пар	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$	Газ или пар	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$
Азот	0	0,021	Гелий	0	0,106
»	100	0,027	»	—100	0,887
Аммиак	0	0,019	Двуокись углерода	0	0,012
Аргон	0	0,014	То же	100	0,020
Водород	0	0,150	Кислород	0	0,021
»	100	0,186	»	100	0,028
Водяной пар	0	0,014	Криптон	0	0,0076
» »	100	0,021	Метан	0	0,026
» »	200	0,029	»	50	0,032
Воздух	—50	0,018	Окись углерода	0	0,020
»	—10	0,020	Хлор	0	0,0067
»	0	0,021	Этилен	0	0,015
»	20	0,023			
»	100	0,028			

150. Теплоизоляционные материалы с высокой рабочей температурой

Материал	Предельная температура применения, °С	Коэффициент теплопроводности, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$
Асбест распушенный	700	0,11
Асбестовый картон	500	0,14
Асбослюда	600	0,1
Вата минеральная и стеклянная	500	0,04—0,05
» шлаковая	750	0,05
Кирпич диатомовый	850	0,097
» динасовый	1700	0,8
» магнезитовый	1700	4
» шамотный	1450	0,72
Пеностекло	800	0,1

151. Теплота сгорания твердого топлива

Основным показателем теплоценности топлива служит низшая теплота сгорания рабочего топлива (т. е. топлива в том виде, в котором оно поступает для сгорания). Низшей теплотой сгорания называется количество теплоты, выделенное топливом при полном сгорании единицы его веса (или единицы объема в случае газообразного топлива) за вычетом теплоты, пошедшей на испарение воды, содержащейся в топливе и образующейся при его сгорании. В таблице даются значения низшей теплоты сгорания основных видов твердого топлива.

Топливо	Низшая теплота сгорания, $\frac{ккал}{кг}$	Топливо	Низшая теплота сгорания, $\frac{ккал}{кг}$
Антрацит	7800—8350	Каменный уголь (кузнецкий) (Ленинские копи)	6010
Антрацит донецкий .	6820	Каменный уголь кизеловский	5720
Бурый уголь подмосковный	2980	Порох	720—750
Дрова (воздушно-сухие)	2000—2500	Сланцы горючие . .	1750—3600
Древесный уголь . .	6500—7400	» горючие (эстонские) . . .	2590
Каменный уголь . .	7000—8600	Торф	2500—3500
Каменный уголь марки Д (донецкий)	5640	Кокс	6700—7500
Каменный уголь челябинский	4350		
Каменный уголь марки Г (донецкий)	6430		

152. Теплота сгорания жидкого топлива

Топливо	Низшая теплота сгорания, $\frac{ккал}{кг}$	Топливо	Низшая теплота сгорания, $\frac{ккал}{кг}$
Бензин	10 500—11 250	Мазут сернистый марки 10 . . .	9 620
Дизельное автотракторное масло	10 180	Моторное топливо для дизелей (смесь солярового масла и мазута)	9 880
Керосин	10 500—11 000	Нефть	10 400—11 000
Мазут малосернистый марки 10 .	9 850	Соляровое масло	10 110
Мазут малосернистый марки 80 .	9 240	Этиловый спирт .	6 470

153. Теплота сгорания газообразных топлив

Теплота сгорания газообразного топлива относится к одному кубическому метру газа, взятому при нормальных условиях (0° С и 760 *мм рт. ст.*). Эта единица объема обозначается 1 *нм*³.

Газ	Низшая теплота сгорания, $\frac{ккал}{нм^3}$	Вес кубометра газа, $\frac{кГ}{нм^3}$
Природный:		
Бугурусланский	8109	0,88
Дашавский	8523	0,73
Елшанский (Саратовский)	8560	0,77
Курдюмский	8039	0,76
Мелитопольский	8391	0,73
Ставропольский	8489	0,73
Ухтинский	7946	0,79
Шебелинский	8472	0,79
Подземной газификации:		
из каменного угля	1027	1,19
из подмосковного угля	861	1,15
Генераторный:		
антрацит донецкий	1230	1,13
богословский уголь	1303	1,14
древесина	1000—1150	1,12
лисичанский уголь	1451	1,12
подмосковный »	1411	1,13
торф машиноформовочный	1548	1,12
челябинский уголь	1449	1,13
Коксовый (очищенный)	3924	0,48
Доменный из коксовых печей	940—1100	1,30

154. Теплота сгорания горючих газов

Газ	Низшая теплота сгорания в		Газ	Низшая теплота сгорания в	
	$\frac{ккал}{нм^3}$	$\frac{ккал}{кг}$		$\frac{ккал}{нм^3}$	$\frac{ккал}{кг}$
Ацетилен	13 385	11 524	Окись углерода	3 016	2 413
Бутан	28 345	10 932	Пропан	21 800	11 083
Водород	2 576	28 640	Этан	15 231	11 353
Метан	8 558	11 957	Этилен	14 110	11 274

155. Виды топлива жидкостных реактивных (ракетных) двигателей

Топливо (горючее + окислитель)	Теплота сгорания, $\frac{ккал}{кг}$	Скорость истечения газов, $\frac{км}{сек}$	Температура горения, °С	Масса окислителя для 1 кг горючего, кг
Анилин + азотная кислота	1420		2770	3,9
Керосин + азотная кислота	1460	3,5	2720	5,5
Керосин + перекись водорода	1580	3,6		
Этиловый спирт + жидкий кислород	2020	4,1	2970—3070	2
Керосин + жидкий кислород	2200	4,4	3270—3370	3,4

156. Калорийность пищевых продуктов

Продукт	Калорийность, $\frac{ккал}{кг}$ с учетом усвояемости	Калорийность, $\frac{ккал}{кг}$ без учета усвояемости
Корнеплоды, овощи:		
Арбузы	333	394
Картофель	836	902
Морковь	346	410
Огурцы свежие	116	139
Редис	210	250
Крупа и бобовые:		
Горох	2933	3359
Крупа гречневая, перловая	3170	3508
Крупа овсяная	3431	3798
Кукурузные хлопья	3478	3690
Пшено	3241	3578
Рис	3335	3513
Мясо-молочные продукты:		
Баранина средней упитанности	2085	2278
Говядина средней упитанности	1658	1797
Жир свиной топленый	8319	9243
Кефир, простокваша	620	645
Масло сливочное несоленое	7417	7807
Масло топленое	8747	9207
Молоко	642	668
Мясо гуся	3070	3374
» курицы	1198	1285
» утки	2311	2526
Свинина сальная	3662	4036
Сливки (20% жирности)	2026	2127
Сметана	3360	3533
Сыр (50% жирности)	3446	3547
Творог жирный	2221	2330
Рыба:		
Карась	868	923
Сельдь полярная	2814	3082
Окунь	796	842
Щука	791	836

Продукт	Калорийность, ккал/кг: с учетом усвояемости	Калорийность, ккал/кг: без учета усвояемости
Фрукты, ягоды:		
Виноград	622	693
Вишня	563	627
Груши	472	525
Земляника садовая	396	443
Крыжовник	459	513
Малина	411	459
Слива	541	603
Смородина черная	529	590
Черника	389	435
Яблоки средней полосы	431	480
Хлебобулочные продукты:		
Батоны простые	2356	2497
Хлеб ржаной подовый	1926	2122
» формовой	1868	2059
» пшеничный подовый	2000	2212
Хлеб формовой	1931	2134
Прочие продукты:		
Масло льняное, подсолнечное	8827	9291
Мед	3382	3577
Мороженое сливочное	1724	1791
Сахар (песок, рафинад)	4055	4096
Яйца цельные	1572	1649

Примечание. В таблице указана калорийность съедобной части пищевого продукта, как например мяса и рыбы без костей, овощей и фруктов без кожуры и косточек, яиц без скорлупы и т. п. Так как продукты не усваиваются организмом полностью, то указывается не только калорийность продукта, но и его калорийность с учетом потерь при усвоении этого продукта организмом.

157. Средние энергетические затраты при различной деятельности человека

Вид деятельности	Затрата килокалорий за 1 час на 1 кг веса человека	Вид деятельности	Затрата килокалорий за 1 час на 1 кг веса человека
Езда верхом шагом	4,0	Работа кузнеца	3,5
» » рысью	5,2	» металлиста	3,2
» » галопом	7,1	» слесаря	3,5
Езда на велосипеде	7,1	» тракториста	2,14
» » лыжах	6,2	Сидение	1,3
Лежание	1,1	Сон	0,9
Печатание на машинке	3,2	Стояние	1,75
Плавание	7,1	Физическая зарядка	3,5—4,9
Работа грузчика	5,4	Ходьба	3,9
» комбайнера	2,2	Чтение лекций	3,2

158. Энергетические затраты при некоторых видах спортивных соревнований

Название физического упражнения	Длина дистанции, м	Затрата килокалорий	Название физического упражнения	Длина дистанции, м	Затрата килокалорий
Легкоатлетический бег	100	35	Плавание	200	140
То же	200	70	»	400	200
» »	400	100	Бег на лыжах	10 000	900
» »	5 000	450	» » »	20 000	1700
» »	10 000	750	» » »	30 000	2400
» »	42 193	2500	» » »	50 000	4000
Плавание	100	100			

159. Примерные энергетические затраты у лиц разных профессий и учащихся

Все взрослое население СССР по энергетическим затратам разделяется на четыре группы, а детское население — на несколько групп. Пищевой суточный рацион, согласно нормам, установленным Институтом питания Академии медицинских наук СССР, должен иметь следующие значения.

Характер деятельности человека	Калорийность суточного рациона, ккал	Суточный рацион		
		Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г
Профессии, не связанные с физическим трудом (педагоги, врачи, ученые, инженеры, студенты, канцелярские работники и др.)	3000—3200	109	106	433
Профессии механизированного труда (токари, фрезеровщики, строгальщики, инструментальщики, трактористы, столяры, аппаратчики-химики и др.)	3500	122	116	491
Профессии немеханизированного или частично механизированного физического труда (кузнецы, слесари, водопроводчики, сельскохозяйственные рабочие, штукатуры и др.)	4000	141	134	558
Профессии тяжелого физического труда (землекопы, лесорубы, шахтеры, грузчики, каменотесы)	4500—5000	163	153	631
Учащиеся (дети, подростки):				
от 11 до 15 лет	2940	98	86	424
от 15 до 18 лет	3340	119	99	471

160. Примерная температура воздуха, сжимаемого без охлаждения

Конечное давление воздуха, *ат*	Конечная температура воздуха, °С	Конечное давление воздуха, *ат*	Конечная температура воздуха, °С
1	20	6	214
2	85	7	235
3	124	8	254
4	160	9	271
5	190	10	288

161. Характеристика рабочего процесса поршневого компрессора

Показатели	Ступени сжатия				
	I	II	III	IV	V
Давление всасывания, *ат* . .	0,99	2,64	8,3	22,1	68,0
» нагнетания, *ат* . .	3,22	9,36	24,6	70,3	206
Степени сжатия	3,24	3,55	2,96	3,18	3,03
Температура на всасывании, °С	17,3	26,1	50,5	35,8	29,5
Температура на нагнетании, °С	119,2	139,1	157,8	137,5	145,3

Примечание. Температура воздуха (газа) в цилиндре в конце сжатия не должна быть выше 150—160° С, т. к. при более высокой температуре масло разлагается на составные части, из него выделяются летучие вещества, которые, соединяясь с газом, сжимаемым в компрессоре, могут образовать взрывчатую смесь.

162. Число ступеней компрессора в зависимости от давления газа

Рабочее давление газа, $\frac{кГ}{см^2}$	Число ступеней сжатия	
	минимум	максимум
2—10	1	2
10—50	2	3
50—100	3	4
100—300	4	6
300—650	5	7
650—900	6	7
900—1000	6	8

163. Коэффициенты поверхностного натяжения жидкостей

Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей даны по отношению к воздуху (обозначается буквой в) или к собственным парам (обозначается буквой п).

Жидкость	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$	Жидкость	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$
Азот (п)	—193,1	8,27	Масло касторовое (в)	18	33,1
Аммиак (п) . .	—29	41,2	Медный купорос (25% раствор) (в)	30	74,12
Аргон (п) . . .	—188,1	13,2	Молоко (в) . .	20	50
Белок куриный (в)	15—20	52,7	Неон (п) . . .	—248,4	5,61
Вода (в) . . .	15	73,26	Окись углерода (п)	—193,1	9,83
Водород (п) . .	—255,1	2,32	Парафин (в) . .	54	30,6
Воздух (п) . .	—190,5	12,2	Раствор мыла (в)	20	40
Воск (в)	68	33,3	Скипидар (в) .	18	26,8
Гелий (п) . . .	—271,16	0,35	» (в) .	20	26,7
Глицерин (в) .	15,5	64,3	Спирт этиловый (п)	35	20,6
Керосин (в) . .	20	24	Толуол (в) . .	15	28,8
Кислород (п) .	—183,1	13,2	Углекислый газ (п)	—52,0	16,5
Кислота азотная 70% (в) . . .	20	59,4	Эфир этиловый (п)	20	16,5
Кислота серная 85% (в) . . .	18	57,6			
Кислота соляная 25% (в) . . .	20	70,74			

164. Коэффициент поверхностного натяжения воды при различной температуре

Значения коэффициента поверхностного натяжения для воды даны по отношению к влажному воздуху.

Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$
0	75,49	23	72,08	40	69,54
5	74,75	24	71,93	45	68,6
10	74,01	25	71,78	50	67,8
12	73,70	26	71,63	55	66,9
14	73,41	28	71,33	60	66,0
16	73,11	30	71,03	65	65,1
18	72,82	32	70,74	70	64,2
20	72,53	34	70,44	75	63,3
21	72,37	36	70,14	80	62,3
22	72,22	38	69,85	90	60,75
				100	58,85

165. Коэффициент поверхностного натяжения металлов в жидком состоянии

Металл	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$	Металл	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, $\frac{дин}{см}$
Алюминий	750	520	Олово	500	510
Висмут	300	376	Ртуть	18	481,2
»	400	370	»	112	454
»	500	363	»	200	436
Железо	1535	950—997	»	300	405
Золото	1070	612,2	»	354	394
Натрий	100	206,4	Серебро	1000	782,4
»	250	199,5	Свинец	350	442
Олово	300	526	»	450	438
»	400	518	»	500	431

166. Сравнение физических свойств обыкновенной и тяжелой воды

Показатели	Вода обыкновенная (H_2O)	Вода тяжелая (D_2O)
Молекулярный вес	18,016	20,028
Наибольшая плотность, $\frac{г}{см^3}$	1,0000	1,10602
Температура наибольшей плотности, °С	3,98	11,23; 11,21 *
Плотность при 20° С, $\frac{г}{см^3}$	0,9982	1,1056
Удельная теплоемкость при 20° С, $\frac{кал}{г \cdot град}$	0,999	1,005
Температура кипения при нормальном атмосферном давлении (точка кипения), °С	100,00	101,41; 101,43 *
Удельная теплота парообразования при температуре кипения, $\frac{кал}{г}$	539,6	492,48
Удельная теплота парообразования при 20° С, $\frac{кал}{г}$	584	544,60
Удельная теплота парообразования при 200° С, $\frac{кал}{г}$	468	422,70
Температура плавления при нормальном атмосферном давлении (точка плавления), °С	0,00	3,82
Удельная теплота плавления, $\frac{кал}{г}$	79,7	75,6
Теплопроводность при 20° С, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$	0,515	0,499
Критическая температура, °С	374,15	371,5
Критическое давление, *атм*	218,53	218,6
Критическая плотность, $\frac{г}{см^3}$	0,315	0,363
Скорость звука при 25° С, $\frac{м}{сек}$	1496	1398
Диэлектрическая проницаемость при 20° С	80,1	79
Показатель преломления при 20° С (для желтой линии натрия $\lambda = 5893$ Å)	1,333	1,328

* По данным разных исследователей.

167. Высота подъема жидкости в стеклянном капилляре

Высоту h подъема (опускания) жидкости в стеклянном капилляре можно определить по следующей формуле:

$$h = \frac{A}{d} \ (мм),$$

где d — диаметр капилляра в *мм*, A — постоянная данной жидкости. Числовые значения постоянной A для стеклянных капилляров приведены ниже:

Вода	30	Спирт	10
Ртуть	—10	Толуол	13

168. Капиллярность почвы

В таблице указана высота подъема воды в зависимости от размеров частиц, образующих капилляры. Капиллярная вода с растворенными в ней солями является главным источником снабжения растений влагой. В зависимости от гранулиметрического состава почв высота капиллярного подъема колеблется от нескольких сантиметров до нескольких метров. Почвы глинистые и суглинистые имеют более узкие капиллярные промежутки, почвы песчаные и супесчаные — более широкие. Обычно капиллярный подъем воды в почве лежит в пределах 1—1,5 *м*, подъем прекращается, если частицы почвы крупнее 3—4 *мм*.

Диаметр частиц, *мм*	Высота капиллярного подъема, *см*	Диаметр частиц, *мм*	Высота капиллярного подъема, *см*
3—4	3,4	0,2	45
0,5	24,4	0,06—0,08	91,1

169. Фитильная смазка

Сущность способа

При смазке используются капиллярные свойства фитиля (или войлочных подушек и концов, пряжи). Фитиль одним концом опущен в смазочную жидкость, а другим питает маслом поверхность скольжения или качения. Войлочные подушки и концы также опускаются в масло и охватывают полукругом смазываемые цапфу или шейку вала. Фитиль из шерстяной ткани поднимает масло на высоту 30—32 *мм*.

Преимущества и недостатки фитильной смазки

Дешевизна, равномерная подача масла, фильтрация масла фитилем. Ограниченная возможность регулирования подачи масла, подача масла при перерывах в работе машины.

Область применения

Смазка подшипников скольжения, работающих с относительно невысокой скоростью (трансмиссионные установки, подшипники скольжения подвижного состава железных дорог, направляющие фрезерных станков и др.), смазка подшипников качения и других устройств, требующих умеренной смазки (например, механизма коробки подач токарных станков и др.)

170. Модуль упругости при растяжении

Для некоторых материалов величина модуля упругости при растяжении (модуля Юнга) в одних случаях одинакова как при растяжении, так и при сжатии (сталь, медь), в других случаях — различна. В обычных расчетах этой разницей пренебрегают и принимают для большинства материалов одно и то же значение модуля при растяжении и сжатии.

Величина модуля упругости зависит от термической и механической обработки материала, от его структуры и химического состава. В таблице указываются средние значения модуля Юнга при комнатной температуре, которые в отдельных случаях могут иметь иную величину.

Материал	Модуль упругости, $\frac{кГ}{мм^2}$	Материал	Модуль упругости, $\frac{кГ}{мм^2}$
Алюминий	6300—7500	Лед	1 000
Алюминиевая проволока	7 000	Манганин	12 600
Бетон	1 000—3 000	Магний	4 200
Бронза	10 600	Медь мягкая	10 000—11 700
Вольфрам	40 000—42 000	» твердая	12 000—13 000
Гетинакс	1 000—1 700	Мрамор	5 600
Гранит	4 900	Нейзильбер	12 600—14 000
Дерево вдоль волокон	1 000—1 200	Никель	21 000—23 000
Дерево поперек волокон	50—100	Нить кварцевая	5 200
Дюралюмин Д6	7 200	» шелковая	600
Золото	7 000—8 500	Олово	4 000—5 600
Известняк	4 200	Паутина	300
Инвар	14 000	Песчаник	1 800
Иридий	53 000	Платина	16 000—17 500
Каменная кладка из гранита	900—1 000	Резина	400
Каменная кладка из известняка	600	Свинец	1 500—1 800
Каменная кладка из кирпича	270—300	Серебро	7 000—8 200
Каучук	0,8	Сталь легированная	21 000—22 000
Кварц	6 800	Сталь углеродистая	20 000—21 000
Кетгут *	300	Стекло обыкновенное	5 000—8 000
Кобальт	20 000—21 300	Стекло органическое	300
Константан	16 600	Тантал	19 000
Латунь Л96	11 400	Цинк	8 000—10 000
Легированные стали	21 000	Хром	24 000—25 000
		Чугун	7 500—10 500

* Жилка, из которой изготовляются струны для музыкальных инструментов, теннисных ракеток и др.

171. Примерные значения предела упругости материалов (при растяжении)

Материал	Предел упругости, $\frac{кГ}{мм^2}$	Материал	Предел упругости, $\frac{кГ}{мм^2}$
Алюминий литой	5,5	Никелевая сталь 25 Н3	41,6
» мягкий (отожженный)	3—4	Олово	0,16
Дюралюмин Д6	5—38	Свинец	0,25
Латунь Л68 (катаная)	11,2	Углеродистая сталь 35	35,1
Медь мягкая	2,5	Хромоникелевая сталь, обработанная на наибольшую прочность	98,4
» твердая	30	Хромоникелевая сталь, обработанная на наибольшую вязкость	71,7
Магний	1,2		
Нейзильбер (мягкий)	10		
Нихром (твердый)	35		

172. Пределы прочности материалов $\left(\frac{кГ}{мм^2}\right)$

Прочность материала зависит от его обработки, структуры и от других факторов. Поэтому в таблице приводятся только средние значения, которые в отдельных случаях могут иметь иную величину.

Материал	На растяжение	На сжатие
Алюминий литой	9	12
» мягкий	8	11
» твердый	15	25
Береза вдоль волокон	7	
Бетон		0,5—6
Гранит	0,3	12—26
Дуб вдоль волокон	9,5	5
» поперек »		1,5
Дюралюмин Д6	46	
Ель вдоль волокон	6,5	3,5
» поперек »		0,4
Естественные камни		1—50
Золото	12,2	
Известняк		5—15
Инвар	78	
Кирпич марки «150»		1,5
» » «50»		0,5
Константан	40—50	
Лед (при 0° и в интервале температур от —12 до —15° С)	≈0,1	0,1—0,2
Латунь Л96 мягкая	24	
Манганин	45—60	
Медь мягкая	20—24	
» твердая	40—50	

Продолжение

Материал	На растяжение	На сжатие
Нейзильбер мягкий	38—45	
Никель	33—42	
Нихром	65—70	
Нить кварцевая	90	
» шелковая	26	
Олово литое	1,9—2,1	
Паутина	18	
Песчаник	0,2	4—15
Свинец	1,12—1,92	
Сосна вдоль волокон	8	4
» поперек »		0,5
Сплавы меди (латунь, бронза)	22—50	
Специальные стали для машиностроения	75—190	
Сталь для конструкции (в мостах, зданиях)	38—42	
Сталь машиноделочная (углеродистая)	32—80	
» рельсовая	70—80	
Стекло (крон)	7	
Фехраль	70	
Хромаль	80	
Цинк	13—20	
Чугун серый	14—18	до 140

173. Величины допускаемых напряжений

В таблице приводятся ориентировочные величины допускаемых напряжений на растяжение и сжатие некоторых материалов, применяемых в строительстве и машиностроении. Эта таблица составлена на основании действующих в настоящее время норм.

Наименование материала	Допускаемое напряжение, $\frac{кГ}{мм^2}$	
	на растяжение	на сжатие
Алюминий	3—8	
Бетон	0,01—0,07	0,1—0,9
Бронза	6—12	
» алюминиевая	8—12	
Дуб вдоль волокон	0,9—0,13	1,3—1,5
» поперек »		0,20—0,35
Дюралюмин	8—15	
Каменная кладка	до 0,03	0,04—0,40
Кирпичная »	до 0,02	0,06—0,25

Продолжение

Наименование материала	Допускаемое напряжение, $\frac{кГ}{мм^2}$	
	на растяжение	на сжатие
Латунь		7—14
Медь		3—12
Сосна вдоль волокон	0,7—1,0	1,0—1,2
» поперек »		0,15—0,20
Сталь (ст. 3)		16
Сталь легированная конструкционная в машиностроении		10—40 и выше
Сталь углеродистая конструкционная в машиностроении		6—25
Текстолит		3—4
Чугун серый в отливках	2,8—8,0	12—15

174. Коэффициент запаса прочности

Коэффициент запаса прочности выбирается с таким расчетом, чтобы величина напряжения не превосходила предела упругости (или текучести) материала.

Характер нагрузки	Состояние материала, подвергающегося нагрузке	Коэффициент запаса
Статическая длительная нагрузка	Пластичный материал (стальные конструкции из прокатанного металла)	2,4—2,6
» »	Хрупкий материал (дерево, чугун, бетон и др.)	3,0—9,0
Ударная нагрузка	Пластичный материал	2,8—5,0
Переменная нагрузка	Пластичный материал (сталь)	5,0—15,0

175. Твердость металлов и сплавов по Бринеллю * $\left(\frac{кГ}{мм^2}\right)$

Твердость металлов зависит от их внутренней структуры, термообработки, способа получения и др. В таблице указаны средние значения твердости металлов и сплавов (при комнатной температуре).

Алюмель	130	Нейзильбер мягкий	70
Алюминий	20—37	Никель литой	90—110
Бронза оловянистая	60—120	» прокатанный	110—300
Вольфрам	350	Нихром	170
Дюралюмин Д6	105	Олово	5—6
Железо кованое	60—80	Платина	до 60
Золото	15—20	Свинец	4,2—4,5
» кованое	19—25	Серебро	20—25
Иридий	170	Сталь твердая закаленная	до 600
Кобальт	132	Сталь углеродистая, качественная	131—255
Константан	75—90	Сталь хромистая	241
Латунь	40—150	Фехраль	90
» Л96	40	Хромель	150—200
Марганец	20	Цинк мягкий	8—10
Манганин	120	» литой	30—38
Магний (литой)	25—30	Чугун ковкий	149—201
Медь мягкая	30—45	» серый	180—260
» твердая	120		
Молибден	140—250		
Натрий	0,07—0,08		

* См. табл. 463.

176. Твердость древесины

Порода	Твердость, $\frac{кГ}{мм^2}$		Порода	Твердость, $\frac{кГ}{мм^2}$	
	торцовая	боковая		торцовая	боковая
Береза	3,9	3,2	Осина	2,6	1,8
Дуб	5,7	4,8	Сосна	2,4	1,8
Ель	2,1	1,2	Тополь	2,2	1,8
Клен	7,4	5,5	Ясень	6,7	
Липа	1,6	1,2			

Продолжение

Наименование материала	Допускаемое напряжение, $\frac{кГ}{мм^2}$	
	на растяжение	на сжатие
Латунь		7—14
Медь		3—12
Сосна вдоль волокон	0,7—1,0	1,0—1,2
» поперек »		0,15—0,20
Сталь (ст. 3)		16
Сталь легированная конструкционная в машиностроении		10—40 и выше
Сталь углеродистая конструкционная в машиностроении		6—25
Текстолит		3—4
Чугун серый в отливках	2,8—8,0	12—15

174. Коэффициент запаса прочности

Коэффициент запаса прочности выбирается с таким расчетом, чтобы величина напряжения не превосходила предела упругости (или текучести) материала.

Характер нагрузки	Состояние материала, подвергающегося нагрузке	Коэффициент запаса
Статическая длительная нагрузка	Пластичный материал (стальные конструкции из прокатанного металла)	2,4—2,6
» »	Хрупкий материал (дерево, чугун, бетон и др.)	3,0—9,0
Ударная нагрузка	Пластичный материал	2,8—5,0
Переменная нагрузка	Пластичный материал (сталь)	5,0—15,0

175. Твердость металлов и сплавов по Бринеллю * $\left(\frac{кГ}{мм^2}\right)$

Твердость металлов зависит от их внутренней структуры, термообработки, способа получения и др. В таблице указаны средние значения твердости металлов и сплавов (при комнатной температуре).

Алюмель	130	Нейзильбер мягкий	70
Алюминий	20—37	Никель литой	90—110
Бронза оловянистая	60—120	» прокатанный	110—300
Вольфрам	350	Нихром	170
Дюралюмин Д6	105	Олово	5—6
Железо кованое	60—80	Платина	до 60
Золото	15—20	Свинец	4,2—4,5
» кованое	19—25	Серебро	20—25
Иридий	170	Сталь твердая закаленная	до 600
Кобальт	132	Сталь углеродистая, качественная	131—255
Константан	75—90	Сталь хромистая	241
Латунь	40—150	Фехраль	90
» Л96	40	Хромель	150—200
Марганец	20	Цинк мягкий	8—10
Манганин	120	» литой	30—38
Магний (литой)	25—30	Чугун ковкий	149—201
Медь мягкая	30—45	» серый	180—260
» твердая	120		
Молибден	140—250		
Натрий	0,07—0,08		

* См. табл. 463.

176. Твердость древесины

Порода	Твердость, $\frac{кГ}{мм^2}$		Порода	Твердость, $\frac{кГ}{мм^2}$	
	торцовая	боковая		торцовая	боковая
Береза	3,9	3,2	Осина	2,6	1,8
Дуб	5,7	4,8	Сосна	2,4	1,8
Ель	2,1	1,2	Тополь	2,2	1,8
Клен	7,4	5,5	Ясень	6,7	
Липа	1,6	1,2			

177. Механические свойства пластмасс

Материал	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Предел прочности, $\frac{кГ}{см^2}$		Модуль упругости, $\frac{кГ}{мм^2}$	Твердость по Бринеллю, $\frac{кГ}{мм^2}$
		при растяжении	при сжатии		
Аминопласты	1,4—1,5	500—700	1500—2100	700—1000	40
Асботекстолит	1,7	800	1000		30—45
Бакелит		200—300	800—1000	200—300	
Винипласт	1,35—1,40	400—600	800—1000	300—400	15—16
Гетинакс	1,3—1,4	1500—1700	1500—1800	1000—1700	16—25
Древесно-слоистые пластмассы	1,3—1,4	2500—2800	1500—1700		22—35
Карболит литой	1,1—1,2	160—200	800—1000		30—45
Органическое стекло	1,18	400—500	700—850	200—300	7—18
Полистирол	1,05—1,08	350—600	800—1000		20
Полихлорвинил	1,4	500—700	800—1600	40—100	
Текстолит А, Б (электротехнический)	1,30—1,37	600—750	1500		30
Текстолит ПТК, ПТ	1,3—1,4	850—1000	2300—2500	600—1000	30—40
Целлулоид	1,35—1,40	500—700		140	5,5
Эбонит	1,25	600—650	560—850		7—12
Эскапон	1,15—1,30	500—650	600—850		13—15

178. Физические свойства волокон

Название волокна	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Прочность на разрыв, $\frac{кГ}{мм^2}$	Максимальный модуль упругости, $\frac{кГ}{мм^2}$	Теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	Температура плавления (п) или разложения (р), °С	Горючесть
Хлопок	1,52	36—53	1200	0,42	Выше температуры распада	Горит без плавления
Лен	1,50	67—135			То же	То же
Шерсть	1,32	13—20	600	0,39	≈180п	Горит, плавится
Шелк натуральный	1,25	35—37	1300	0,33	≈150п	То же
Вискозное волокно	1,52	20—32	800	0,42		
Капрон обычный	1,14	45—52	300	0,36	180р; 230п	»
Найлон-анид	1,14	63—85	350		180р; 250п	»
Лавсан-терилен	1,38	57—100	1200		250п	»
Тефлон	2,3				>350п	Не горит
Стеклянное волокно	2,45	160—300	7000	0,19	800р	»
Асбестовое волокно	2,7	190—300	5000	0,19		»
Стальное волокно	7,8	80—120		0,11	1400п	»

Сплав	Состав сплава, %	Свойства и применение сплава
Дюралюмины	до 4,8 Cu, до 1 Mn, до 1,5 Mg, до 0,7 Si и Fe, остальное Al	Удельный вес 2,55—2,83 $\frac{Г}{см^3}$, твердость по Бринеллю 50—125 $\frac{кГ}{мм^2}$, предел прочности 8—22 $\frac{кГ}{мм^2}$, предел текучести 5—38 $\frac{кГ}{мм^2}$. Широко применяется в самолетостроении
Инвар	36 Ni, остальное Fe	Коэффициент линейного расширения в интервале температур от —30 до 100° С весьма мал $\left(9 \cdot 10^{-7} — 1 \cdot 10^{-6} \frac{1}{град}\right)$. Плотность 7,9 $\frac{г}{см^3}$, предел прочности 35 $\frac{кГ}{мм^2}$, предел упругости 14 $\frac{кГ}{мм^2}$, модуль упругости $14{,}5 \cdot 10^3 \frac{кГ}{мм^2}$. Стоек против коррозии, обладает высокой тягучестью и вязкостью, хорошо протягивается и прокатывается в ленту, проволоку. Употребляется в точном приборостроении. Из него изготовляют детали, которые практически не должны менять своих размеров (например, мерные проволоки в геодезии, маятники хронометров, часовые пружины, эталоны длины и др.)

Продолжение

Сплав	Состав сплава, %	Свойства и применение сплава
Латунь (Л96)	95—97 Cu, остальное Zn	Сплав обладает высокой коррозионной устойчивостью. Хорошо обрабатывается давлением. Плотность 8,85 $\frac{г}{см^3}$, коэффициент расширения 0,000017 $\frac{1}{град}$, модуль упругости 11 400 $\frac{кГ}{мм^2}$, предел прочности 24 $\frac{кГ}{мм^2}$ (мягкая), 40 $\frac{кГ}{мм^2}$ (твердая), предел текучести 6,3 $\frac{кГ}{мм^2}$ (мягкая), 39 $\frac{кГ}{мм^2}$ (твердая). Твердость по Бринеллю 40 $\frac{кГ}{мм^2}$ (литая). Применяется для изготовления радиаторных и конденсаторных трубок
Легкоплавкий сплав	45,3 Bi, 12,3 Cd, 17,9 Pb, 24,5 Sn	Температура плавления 70°.
Мельхиор (МН-19)	18—20 Ni + Co, остальное Cu	Сплав устойчив против коррозии, хорошо обрабатывается давлением, обладает высокими механическими свойствами (твердость по Бринеллю 128 $\frac{кГ}{мм^2}$, предел прочности 80 $\frac{кГ}{мм^2}$, модуль упругости 14 000 $\frac{кГ}{мм^2}$, коэффициент расширения 0,000016 $\frac{1}{град}$). Идет на изготовление разменной монеты, медицинского инструмента, деталей в точной механике и химической промышленности, а также для производства предметов широкого потребления

Продолжение

Сплав	Состав сплава, %	Свойства и применение сплава
Мягкий припой оловянно-свинцовистый ПОС-90	89—90 Sn, 0,1—0,15 Sb, остальное Pb	Плавится при температуре 183—222°. Предел прочности 4,3 $\frac{кГ}{мм^2}$, твердость по Виккерсу 12,8 $\frac{кГ}{мм^2}$. Применяется для пайки хозяйственной посуды (электрочайников, кастрюль и др.)
Мягкий припой свинцово-оловянно-сурьмяный ПОСС—4—6	3—4 Sn, 5—6 Sb, остальное Pb	Плавится при 245—265°, предел прочности 5,8 $\frac{кГ}{мм^2}$, твердость по Виккерсу 15 $\frac{кГ}{мм^2}$. Используется для пайки и лужения белой жести, железа, латуни и меди.
Платинит	40—48 Ni, остальное Fe	Коэффициент линейного расширения такой же, как у стекла и платины, поэтому сплав применяется для проводников, впаиваемых в стекло при изготовлении вакуумной аппаратуры и электрических ламп накаливания. Он вытеснил платину, применявшуюся для этих целей
Платино-иридиевый сплав	10 Ir, остальное Pt	Сплав обладает большой механической прочностью, сохраняет неизменные размеры и не окисляется при хранении. Твердость по Бринеллю 94 $\frac{кГ}{мм^2}$. Применяется для изготовления эталонов мер и весов

Продолжение

Сплав	Состав сплава, %	Свойства и применение сплава
Силумины	до 6,5 Cu, 0,6 Mg, до 0,5 Mn, остальное Al и Si	Удельный вес 2,55—2,83 $\frac{Г}{см^3}$. Используются в виде литых заготовок для ответственных и тонкостенных деталей (картеры, блоки, корпусы цилиндров двигателей)
Сплав Вуда	50 Bi, 12,5 Cd, 25 Pb, 12,5 Sn	Температура плавления 68°. Применяется в прецизионном литье, в операциях изгиба труб, в качестве выплавляемых стержней при изготовлении полых тел способом гальванопластики
Сталь	0,1—1,7 C, остальное Fe	Применяется в строительстве, машиностроении и т. д.
Твердый припой медно-цинковый ПМЦ-52	49—53 Cu, остальное Zn	Температура плавления 876—885°, предел прочности 26 $\frac{кГ}{мм^2}$, твердость по Бринеллю 90 $\frac{кГ}{мм^2}$, применяется для пайки бронзы, меди, латуни, нейзильбера, жести и велосипедных рам
Чугун	Более 2 C, остальное Fe	Первичный продукт плавки из руд в доменных печах. Применяется для переработки на сталь, для производства разнообразных отливок, изделий
Электрон	до 10 Mg, до 2 Zn, до 0,5 Mn, остальное Al	Удельный вес 1,74 $\frac{Г}{см^3}$, твердость по Бринеллю 40—60 $\frac{кГ}{мм^2}$, предел прочности 18—28 $\frac{кГ}{мм^2}$. Используется для изготовления деталей двигателей, автомобилей, радиоаппаратуры.

180. Твердые сплавы

Виды сплавов	Состав сплава, %	Твердость по Роквеллу, * RA	Метод получения	Область применения
Зернообразные				
Сталинит **	Марганец 13—17; хром 16—20; углерод 8—10; кремний 3	56—57	Изготовляется при механическом смешивании исходных материалов в виде зернообразного продукта (крупки размером 0,5—1 *мм*). В процессе его наплавки на детали порошок превращается в сплав	Муфты, валки дробилок, лемехи плугов, зубья ковшей экскаваторов
Литые				
Стеллит (В2К) **	Вольфрам 13—17; хром 27—23; марганец 1; никель 2; кобальт 47—53; железо 2; углерод 1,8—2,5; кремний 1—2, примеси 1,5	45—47	Плавление исходных продуктов в индукционной печи и отливка расплава в формы. Релит изготовляется в виде крупки (размером 0,18—0,8 *мм*), а стеллит и сормайт — в виде металлических прутков	Лопатки турбин, штамповой инструмент (матрицы и пуансоны), ножи блюмингов, арматура высокого давления, шестерни

Продолжение

Виды сплавов	Состав сплава, %	Твердость по Роквеллу, *RA	Метод получения	Область применения
Сормайт (№ 1)**	Железо 54—65; хром 25—31; углерод 2,5—3,3; никель 3—5; кремний 2,8—4,2; марганец 1	49—54	Плавление исходных продуктов в индукционной печи и отливка расплава в формы. Релит изготовляется в виде крупки (размером 0,18—0,8 *мм*), а стеллит и сормайт — в виде металлических прутков	Наплавка лопаток вентиляторов и быстроизнашивающихся деталей металлургического оборудования.
Релит	Углерод 3,6—4,2, остальное вольфрам	88—92		Инструмент для нефтяного бурения, наварка зубьев для долот
Металлокерамические***				
Вольфрамокобальтовые (типа ВК)	Карбид вольфрама 85—98; кобальт 15—2****	86—90	Прессование смеси порошка карбида с порошком связывающего металла, например кобальта, а затем спекание смеси	Металлообработка (изготовление пластинок для режущего инструмента — резцов, фрез, сверл и др.), изготовление штампового инструмента, быстроизнашивающихся деталей

Продолжение

Виды сплавов	Состав сплава, %	Твердость по Роквеллу, *RA	Метод получения	Область применения
Вольфрамотитанокобальтовые (типа ТК)	Карбид вольфрама 34—85; кобальт 6—9; карбид титана 60—6	88—92	Прессование смеси порошка карбида с порошком связывающего металла, например кобальта, а затем спекание смеси	Изготовление пластинок для режущего инструмента. Современные металлокерамические сплавы позволяют обрабатывать стали со скоростью 700—800 $\frac{м}{мин}$ вместо 10—30 $\frac{м}{мин}$, доступных для обычного режущего инструмента

* См. табл. 463

** Относится к наплавочным сплавам. Наплавочные сплавы наносятся на рабочие части быстроизнашивающихся деталей. Применение этих сплавов значительно увеличивает срок службы деталей, дает большую экономию металла, позволяет в ряде случаев отказаться от применения легированной стали и изготовлять детали из обычной углеродистой стали. Наплавка производится электрической дугой, ацетилено-кислородным пламенем или токами высокой частоты.

*** Металлокерамические твердые сплавы никакой керамики в своем составе не содержат. Такое название сплавов возникло в связи со способом их изготовления, напоминающим способ изготовления керамических изделий.

**** Без учета примесей.

181. Антифрикционные сплавы

Показатели	Марка баббита							Марка бронзы (сплава на медной основе)			
	на оловянной основе			на свинцово-сурьмяной основе				оловянистая	оловянно-фосфористая	свинцовистая	оловянно-свинцовистая
	Б91	Б89	Б83	Б93А	БС6	БТ	БС	Бр 014	Бр ОФ 10-1	Бр С30	Бр ОС8-12
Точка плавления, °С	223	298	370	260	280		410	950	952	975	950
Твердость по Бринеллю, $\frac{кГ}{мм^2}$	22	24,3	300	16,1	16,9	24,3	20,0	105	80—100	28	61—69
Основные компоненты сплава, %	91 Sn; 4,5 Sb; 4,5 Cu	89 Sn; 8 Sb; 3 Cu	10—12 Sb; 5,5—6,5 Cu; остальное олово	93 Sn; 5 Sb; 2 Cu	5,5—6,6 Sn; 5,5—6,5 Sb; остальное свинец	9—11 Sn; 14—16 Sb; 0,7—1,1 Cu; 0,05—0,2 Te; остальное свинец	80,5—81,5 Pb; 16—18 Sb; 1—1,5 Cu	86 Cu; 14 Sn	9—11 Sn; 0,8—0,1 P; остальное медь	30 Pb; 70 Cu	7—9 Sn; 11—13 Pb; остальное медь
Применение в технике	Заливка подшипников двигателей внутреннего сгорания				Автомобильные вкладыши	Автомобильные и тракторные двигатели	Подшипники товарных вагонов, вагонеток	Изготовление подшипников высокоскоростных станков и ответственных деталей, работающих в условиях трения	Покрытие поршневых колец, изготовление подшипников электродвигателей, прокатных станов, зубчатых колес	Заливка подшипников электродвигателей, мощных дизелей, тракторных дизелей	В подшипниках станов холодной прокатки
Коэффициент трения со смазкой			0,005			0,009	0,007	0,005	0,008	0,009	0,007
Коэффициент трения без смазки			0,28			0,38	0,24	0,4	0,1	0,16	0,13

182. Давление и плотность насыщенного водяного пара

Температура, °С	Давление пара, *мм рт. ст.*	Плотность пара, $\frac{г}{м^3}$	Температура, °С	Давление пара, *мм рт. ст.*	Плотность пара, $\frac{г}{м^3}$
—20	0,772	0,88	25	23,756	23,0
—18	0,935	1,05	26	25,209	24,4
—16	1,128	1,27	27	26,739	25,8
—14	1,357	1,51	28	28,349	27,2
—12	1,627	1,80	29	30,043	28,7
—10	1,946	2,14	30	31,824	30,3
—8	2,321	2,54	31	33,695	32,0
—6	2,761	2,99	32	35,663	33,8
—4	3,276	3,51	33	37,729	35,6
—2	3,879	4,13	34	39,898	37,6
0	4,579	4,84	35	42,175	39,6
2	5,294	5,60	36	44,563	41,7
4	6,101	6,40	37	47,067	44,0
6	7,013	7,3	38	49,692	46,2
8	8,045	8,3	39	52,442	48,6
10	9,209	9,4	40	55,324	51,2
11	9,844	10,0	45	71,88	65,6
12	10,518	10,7	50	92,51	83,2
13	11,231	11,4	55	118,04	104,6
14	11,987	12,1	60	149,38	130,5
15	12,780	12,8	65	187,54	161,5
16	13,634	13,6	70	233,71	198,4
17	14,530	14,5	75	289,13	242,1
18	15,477	15,4	80	355,12	293,8
19	16,477	16,3	85	433,62	354,1
20	17,535	17,3	90	525,76	424,1
21	18,650	18,3	95	633,90	505,0
22	19,827	19,4	100	760,00	598,0
23	21,068	20,6	110	1074,26	827,0
24	22,377	21,8	120	1489,14	1122,0

183. Давление и температура насыщенного водяного пара

Давление, *ат*	Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{ккал}{кг}$	Давление, *ат*	Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{ккал}{кг}$
0,01	6,7	593,4	0,7	89,45	545,5
0,02	17,2	587,6	0,9	96,18	541,2
0,04	28,6	581,1	1,0	99,09	539,4
0,05	32,5	578,9	2,0	119,62	525,9
0,1	45,4	571,6	5,0	151,11	503,7
0,5	80,86	550,8	10,0	179,04	481,8

Продолжение

Давление, *ат*	Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{ккал}{кг}$	Давление, *ат*	Температура, °С	Удельная теплота парообразования, $\frac{ккал}{кг}$
15,0	197,4	466,0	100	309,5	317,1
20,0	211,4	452	140	335	258,6
30	232,8	430,2	170	350,7	210,5
40	249,2	410,8	200	364	150,8
50	262,7	393,1	224	373,6	54
90	301,9	331,5			

184. Критические температура, давление и плотность для некоторых веществ

Вещество	Критические параметры		
	температура, °С	давление, *ат.м*	плотность, $\frac{г}{см^3}$
Азот	—147,0	33,5	0,31
Аммиак	132,4	111,5	0,24
Аргон	—122,4	48,0	0,53
Ацетилен	35,9	62,0	0,23
Вода	374,15	218,3	0,32
Водород	—239,92	12,8	0,031
Воздух	—140,7	37,2	0,31
Гелий	—267,9	2,26	0,07
Кислород	—118,4	50,1	0,41
Криптон	—63,7	54,9	0,91
Ксенон	16,7	58,2	1,15
Метан	—82,1	45,6	0,16
Неон	—228,7	26,9	0,48
Окись азота	—92,9	64,6	0,52
» углерода	—140,0	34,5	0,30
Ртуть	1460	103,5	5,0
Спирт метиловый	240,0	78,5	0,27
» этиловый	243,0	63,0	0,27
Толуол	320,6	41,6	0,29
Углекислый газ	31,0	72,9	0,47
Фреон-12	111,7	39,6	0,36
Хлор	144,0	76,1	0,57
Этилен	9,5	50,7	0,28
Эфир этиловый	193,8	35,5	0,26

185. Психрометрическая таблица

Температура влажного термометра, °С	Разность между сухим и влажным термометрами																					
	0°		1°		2°		3°		4°		5°		6°		7°		8°		9°		10°	
	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность	абсолютная влажность	относительная влажность
	мм	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%	*мм*	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
—10	2,1	100	1,6	69	1,0	42	0,5	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—9	2,3	100	1,7	71	1,2	46	0,7	24	0,2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—8	2,5	100	1,9	73	1,4	49	0,9	28	0,4	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—7	2,7	100	2,2	74	1,6	52	1,1	32	0,6	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—6	2,9	100	2,4	76	1,9	55	1,3	36	0,8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—5	3,1	100	2,6	77	2,1	57	1,6	40	1,0	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—4	3,4	100	2,9	78	2,3	59	1,8	43	1,3	28	0,8	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—3	3,7	100	3,1	79	2,6	61	2,1	45	1,6	32	1,0	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—2	4,0	100	3,4	80	2,9	63	2,4	48	1,9	35	1,3	23	0,8	13	—	—	—	—	—	—	—	—
—1	4,3	100	3,7	81	3,2	65	2,7	51	2,2	38	1,6	27	1,1	17	—	—	—	—	—	—	—	—
0	4,6	100	4,1	82	3,5	67	3,0	53	2,5	40	2,0	30	1,4	20	0,9	12	—	—	—	—	—	—
1	4,9	100	4,4	82	3,8	66	3,2	52	2,6	39	2,0	28	1,4	18	0,8	10	0,2	2	—	—	—	—
2	5,3	100	4,7	83	4,1	67	3,5	54	2,9	42	2,3	31	1,7	22	1,1	13	0,5	6	—	—	—	—
3	5,7	100	5,1	83	4,5	69	3,9	56	3,3	44	2,5	34	2,1	25	1,5	16	0,9	9	0,3	3	—	—
4	6,1	100	5,5	84	4,9	70	4,3	57	3,7	46	3,1	36	2,5	28	1,9	19	1,3	13	0,7	6	0,1	1
5	6,5	100	5,9	85	5,3	71	4,7	59	4,1	48	3,5	39	2,9	30	2,3	22	1,7	16	0,1	10	0,5	4

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6	7,0	100	6,4	85	5,8	72	5,2	61	4,6	50	4,0	41	3,4	33	2,8	25	2,2	18	1,6	13	1,0	7
7	7,5	100	6,9	86	6,3	73	5,7	62	5,1	52	4,5	43	3,9	35	3,3	28	2,7	21	2,1	15	1,5	10
8	8,0	100	7,4	86	6,8	74	6,2	63	5,6	54	5,0	45	4,4	37	3,8	30	3,2	24	2,6	18	2,0	13
9	8,6	100	8,0	86	7,4	75	6,8	65	6,2	55	5,5	47	5,0	39	4,4	32	3,8	26	3,2	20	2,5	16
10	9,2	100	8,6	87	8,0	76	7,4	66	6,8	57	6,2	48	5,5	41	4,9	34	4,3	28	3,7	23	3,1	18
11	9,8	100	9,2	88	8,6	77	8,0	67	7,4	58	6,8	50	6,2	43	5,6	36	5,0	30	4,4	25	3,7	20
12	10,5	100	9,9	88	9,3	78	8,6	68	8,0	59	7,4	52	6,8	44	6,2	38	5,6	32	5,0	27	4,4	22
13	11,2	100	10,6	89	10,0	78	9,3	69	8,7	61	8,1	53	7,5	46	6,9	40	6,3	34	5,7	29	5,1	25
14	11,9	100	11,3	89	10,7	79	10,1	70	9,5	62	8,9	54	8,3	47	7,7	41	7,0	36	6,4	31	5,8	26
15	12,7	100	12,1	89	11,5	80	10,9	71	10,3	63	9,7	55	9,1	49	8,4	43	7,8	37	7,2	33	6,6	28
16	13,5	100	12,9	90	12,3	80	11,7	72	11,1	64	10,5	57	9,9	50	9,3	44	8,7	39	8,1	34	7,4	30
17	14,4	100	13,8	90	13,2	81	12,6	72	12,0	65	11,4	58	10,8	52	10,1	46	9,5	40	8,9	36	8,3	31
18	15,4	100	14,8	90	14,1	81	13,5	73	12,9	66	12,3	59	11,7	53	11,1	47	10,5	42	9,9	37	9,2	33
19	16,4	100	15,7	91	15,1	82	14,5	74	13,9	66	13,3	60	12,7	54	12,1	48	11,4	43	10,8	39	10,2	34
20	17,4	100	16,8	91	16,2	82	15,6	74	14,9	67	14,3	61	13,7	55	13,1	49	12,5	44	11,9	40	11,3	36
21	18,5	100	17,9	91	17,3	83	16,7	75	16,0	68	15,4	62	14,8	56	14,2	51	13,6	46	13,0	41	12,4	37
22	19,7	100	19,0	91	18,4	83	17,8	76	17,4	69	16,6	63	16,0	57	15,4	52	14,7	47	14,1	42	13,5	38
23	20,9	100	20,3	91	19,7	83	19,0	76	18,4	69	17,8	63	17,2	58	16,6	53	16,0	48	15,3	43	14,7	39
24	22,2	100	21,6	92	21,0	84	20,3	77	19,7	70	19,1	64	18,5	59	17,9	53	17,2	49	16,6	44	16,0	40
25	23,5	100	22,9	92	22,3	84	21,7	77	21,1	71	20,5	65	19,8	59	19,2	54	18,6	50	18,0	45	17,4	41

186. Способы получения низких температур

Способ получения низкой температуры	Достигаемая температура, °К
Плавление льда	273,15
» смеси льда и 23% поваренной соли	252
» » » » 58% хлористого кальция	218
Возгонка твердой углекислоты	194,7
Кипение жидкого воздуха	от 88 до 81
» » кислорода	90,2
» » азота	77,4
» » водорода	20,36
» » гелия	4,26
» » гелия при пониженном давлении	до 0,71
Размагничивание парамагнитной соли	0,001
» медного образца, охлажденного до 0,01° К	0,00002

187. Температура и теплота плавления охлаждающих смесей из льда и поваренной соли

Количество соли (по весу), %	Температура смеси, °С	Теплота плавления, $\frac{ккал}{кг}$	Количество соли (по весу), %	Температура смеси, °С	Теплота плавления, $\frac{ккал}{кг}$
6	—3,5	77	18	—12,1	68
8	—4,9	76	20	—13,7	66
10	—6,1	75	22	—15,2	63
12	—7,5	74	24	—16,9	60
14	—9,0	72	26	—18,6	57
16	—10,5	70	28	—19,3	53

188. Жидкие газы

Жидкий газ	Температура кипения, °С	Температура плавления, °С	Область применения
Азот	—195,8	—210,03	В машиностроительной промышленности (холодная посадка), для заполнения ламп накаливания, ртутных термометров, предназначенных для измерения высоких температур, использование для синтеза аммиака и др.

Продолжение

Жидкий газ	Температура кипения, °С	Температура плавления, °С	Область применения
Аргон	—185,9	—189,3	В электроламповой промышленности (лампы накаливания, аргоновые трубки)
Водород . . .	—252,8	—259,2	В физических лабораториях, для питания реактивных двигателей и др.
Воздух . . .	—192	—213	В машиностроительной промышленности (холодная посадка), для получения других жидких газов
Гелий	—268,9		В физических лабораториях как самый низкотемпературный хладоагент, для наполнения дирижаблей, в металлургии, для наполнения ламп накаливания, радиоламп, газосветных ламп и др.
Кислород . .	—182,97	—218,8	В металлургии, автогенной промышленности, для питания реактивных двигателей, взрывных работ и др.
Криптон . . .	—153,2	—157,2	В электровакуумной технике (наполнение ламп накаливания, газовых тиратронов, рекламных трубок и пр.)
Ксенон . . .	—108,1	—111,9	
Неон	—246,1	—248,7	В электровакуумной технике (наполнение газосветных ламп, фотоэлементов и др.)

189. Физические свойства воздуха

Молекулярный вес (средний) 28,966

Процентный состав сухого воздуха на высоте уровня моря:

	Азот	Кислород	Аргон	Углекислый газ
По весу, % . . .	75,5	23,10	1,286	0,046
По объему, % . .	78,09	20,95	0,93	0,030

Другие газы (неон, криптон, ксенон, гелий, водород, озон, радон) составляют около 0,01% (по объему). Масса воздуха, окружающего Землю, ок. $5{,}15 \cdot 10^{15}$ *т*.

Плотность сухого воздуха (давление 760 *мм рт. ст.*), $\frac{г}{дм^3}$,

при —50° С	1,584	при 100° С	0,946
» —20° С	1,395	» 500° С	0,456
» 0° С	1,293	» 1000° С	0,276
» 20° С	1,205		

Плотность жидкого воздуха при —192,0° С, $\frac{кг}{дм^3}$ 0,96

Удельная теплоемкость жидкого воздуха (при —192,0° С)

$\frac{кал}{г \cdot град}$ 0,45

Температура кипения жидкого воздуха, °С . . . . . от —192,0 до —195,0

» плавления » » , °С . . . . . —213

Критические константы:

температура, °С	—140,6
давление, *атм*	37,2
плотность, $\frac{кг}{дм^3}$	0,35

Удельная теплота парообразования (при —192° С), $\frac{кал}{г} \approx 50$

Удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении (760 *мм рт. ст.*) и различных температурах, $\frac{кал}{г \cdot град}$

0—100° С	0,24	20° С	0,240
—50° С	0,242	100° С	0,241
—20° С	0,241	1000° С	0,283
0° С	0,240		

Удельная теплоемкость при постоянном объеме (0—1500° С),

$\frac{кал}{г \cdot град}$ 0,200

Коэффициент теплопроводности (давление 760 *мм рт. ст.*), $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot град}$

при —50° С	0,0175	при 100° С	0,0276
» 0° С	0,0210	» 1000° С	0,0694

Коэффициент теплового расширения (0—100° С), $\frac{1}{град}$ 0,003670

Вязкость при давлении 760 *мм рт. ст.*, $\frac{г}{см \cdot сек}$

при 0° С	0,000172	при 50° С	0,000196
» 25° С	0,000184	» 100° С	0,000219

Вязкость при давлении 100 *атм* и температуре 25° С, $\frac{г}{см \cdot сек}$ 0,000206

» » » 300 *атм* » » 25° С, $\frac{г}{см \cdot сек}$ 0,000280

Показатель преломления (по отношению к пустоте) 1,00029

Диэлектрическая проницаемость:

при 0° С, 760 *мм рт. ст.* 1,000590
» 19° С, 760 *мм рт. ст.* 1,000576
при —192,0 °С, 760 *мм рт. ст.* (жидкий воздух) 1,43

190. Коэффициенты полезного действия тепловых машин, установок, электростанций (%)

Карбюраторный двигатель	22—27
Быстроходный дизель	28—36
Турбореактивный двигатель (в полете)	до 24
Газотурбинная установка (стационарная)	до 32
Тепловоз ТЭ-3	28
Паровоз 2-4-2	9,2
Турбогенераторная установка мощностью 100 000 *квт*:	
низкие параметры пара (15 *ат*, 350°)	25
средние (35 *ат*, 435°)	32
высокие (90 *ат*, 480°)	36
сверхвысокие (170 *ат*, 550°)	40
Тепловая конденсационная электростанция при различных параметрах пара:	
низких	15
средних	25
высоких	30
сверхвысоких	35
при давлении 220 *ат*	40

Электричество и магнетизм

191. Диэлектрическая проницаемость веществ

Значения диэлектрической проницаемости для жидкостей и твердых тел даны для постоянных электрических полей при комнатной температуре (18—20° С), а для газов — при температуре 20° С и давлении 760 *мм рт. ст.*

Вещество	Диэлектрическая проницаемость	Вещество	Диэлектрическая проницаемость
Газы		Аммиак	1,00837
Азот	1,00058	Аргон	1,00056
» (при давлении 20 *ат*)	1,0109	Водород	1,00027
		Воздух	1,00058

Вещество	Диэлектрическая проницаемость
Воздух (при 0° С)	1,00059
» (при 19° С и давлении 20 *ат*)	1,0109
Гелий	1,000074
Кислород	1,00055
Метан	1,00095
Окись углерода	1,00069
Пары воды	1,0078
Углекислый газ	1,00098
Жидкости	
Бензин	1,9—2,0
Бензол	2,3
Вазелин	2,2
Вода	80,08
» (при 0° С)	88
Глицерин	39,1
Керосин	2,1
Масло касторовое	4,0—4,5
» трансформаторное	2,2—2,5
Нефть	2,0—2,2
Скипидар	2,2—2,3
Спирт метиловый	33,1
» этиловый	26,8
Эфир »	4,4
Твердые тела	
Алмаз	16,5
Асфальт	2,7
Бакелит	3—5
Бумага сухая	2,0—2,5
Винипласт	4,1
Воск пчелиный	2,5—3,0
Гетинакс	3,5—6,5
Двуокись титана	40,0—80,0
Дерево	2,2—3,7
Каменная соль	5,6
Кварц плавленый	3,5—4,1
Керамики титано-магнезиальная	10—20
титано-цирконневая	40—60
рутиловая	60—100
Кость слоновая	6,9
Лед (—18°)	3,2
Мрамор	8—10
Парафин	1,9—2,2
Плексиглас (органическое стекло)	3,0—3,6
Полистирол	2,5—2,6
Полихлорвинил	3,0—5,0
Полиэтилен	2,2—2,3
Резина	2,6—3,0
Рутил $\perp$ оси	86
» $\parallel$ оси	170
Слюда мусковит	4,5—8,0
» флогопит	4,0—5,5
Смола	1,8—2,6
Специальные керамические массы, содержащие BaO и TiO_2	1000—10 000
Стекло кронглас	5,0—9,0
» флинтглас	7,0—10,0
Текстолит	7
Титанат бария	1200
Фарфор	4,4—6,8
Фибра сухая	2,5—8,0
Целлулоид	4,1
Шеллак	3,1—3,7
Эбонит	4,0—4,5
Янтарь	2,7—2,9

192. Диэлектрические свойства пластмасс

Пластмасса	Диэлектрическая проницаемость	Удельное объемное сопротивление, *ом·см*	Пробивное напряжение, * $\frac{кв}{мм}$	Область применения в электротехнике
Винипласт	4,1	10^{14}—10^{15}	15—45	Химически стойкий негорючий изоляционный материал для панелей, прокладок и др.
Гетинакс (электроизоляционный)	3,5—6,5	10^{10}—10^{11}	16—22	Один из важнейших слоистых электроизоляционных материалов. Используется в электрических машинах и аппаратах для работы в трансформаторном масле и в воздухе
Карболит	8—9	10^{12}—10^{14}	7—10	Различные изоляционные и электроустановочные детали: панели, основания выключателей и др.
Органическое стекло	3,0—3,6	10^{12}—10^{14}	15—30	Изоляционные детали (шкалы, панели и др.)
Полистирольные пленки	2,5—2,6	10^{16}—10^{18}	80—120	Для изоляции проводов, в конденсаторах
Полихлорвиниловый пластикат	3,0—5,0	10^{12}—10^{14}	12—18	Гибкие оболочки проводов и кабелей, изоляционные трубки и ленты
Полиэтилен	2,2—2,3	10^{16}—10^{18}	25—40	Эластичная изоляция высокочастотных кабелей и проводов (радиолокация, дальние телефонные кабели и др.). Каркасы катушек, футляры для радиоприемников

Пластмасса	Диэлектрическая проницаемость	Удельное объемное сопротивление, *ом·см*	Пробивное напряжение, * $\frac{кв}{мм}$	Область применения в электротехнике
Прессовочные карболитовые материалы типа К-21-22, К-211-2, К-220-23	5—9	10^{12}—10^{13}	13—16	Электроизоляционные детали в электрических машинах и аппаратах (панели, изоляционные основания, колодки и др.)
Стекловолокнит	5—7	10^{12}—10^{13}	4,5—6,0	Механически прочные и теплостойкие изоляционные детали в электрических машинах, аппаратах, работают в интервале температур от —60 до +180°
Гекстолит марок А, Б (электротехнический)	7	10^{10}—10^{11} (марка А) 10^{9}—10^{10} (марка Б)	6,0—13,5 (марка А) 3,5—8,0 (марка Б)	Один из важнейших электроизоляционных материалов. Предназначается для работы в трансформаторном масле и на воздухе в интервалах температур от —60 до +70°
Эбонит	4,0—4,5	10^{13}	15	Различные электроизоляционные изделия для электроизмерительных и других приборов
Эскапон	2,7—3,0	10^{15}—10^{17}	30—40	Электроизоляционные детали в приборах на низких и высоких частотах (электромашиностроение, радиолокация и др.)

* Пробивным напряжением называется напряжение, при котором диэлектрик теряет свои электроизоляционные свойства.

193. Напряжение искрового разряда при различной длине искрового промежутка (в *кв*)

В таблице приведены значения напряжения, соответствующие электрическому разряду между двумя одинаковыми незаземленными шарами или плоскими электродами в воздухе при давлении 760 *мм рт. ст.* и температуре 20° С.

Длина искрового промежутка, *см*	Диаметр шаров, *см*			Плоские пластинки
	1,11	2,54	6,66	
0,05	2,90			
0,1	4,95			4,5
0,2	8,70	8,32	8,09	8,0
0,3	12,0	11,6	11,3	11,3
0,4	15,0	14,8	14,4	14,4
0,5	17,9	17,9	17,5	17,4
0,6	20,6	21,0	20,5	20,3
0,7	23,3	24,0	23,5	23,2
0,8	25,6	27,0	26,4	26,1
0,9	27,7	29,8	29,4	28,9
1,0	29,5	32,5	32,4	31,7

Примечание. При напряжении в 20 *кв* длина искрового промежутка между остриями составляет 15,5 *мм*, между плоскостями — 6 *мм* и между шарами диаметром по 5 *см* — 5,8 *мм*; при напряжении 40 *кв* соответственно 45,5, 13,7 и 13 *мм*, при 100 *кв* — 220; 36,7 и 45 *мм*, при 300 *кв* — 600, 144 и 530 *мм*.

194. Данные о молнии

Напряженность поля вблизи Земли перед молниевым разрядом, $\frac{кв}{м}$	до 200—300
Обычная напряженность атмосферного электрического поля у поверхности Земли, $\frac{в}{м}$	130
Длительность одного импульса грозового разряда *, *мксек*	ок. 100
Длительность молнии (в среднем), *сек*	0,2
Величина тока молнии, *ка*	10—30 **
Заряд, протекающий в молнии, *к*	порядка 10—50
Скорость движения головки проводящего канала, $\frac{км}{сек}$	<150
Длина молнии между облаками, *км*	до 15—20 и более
» » » облаком и землей, *км*	2—3
Диаметр молнии по данным проф. Стекольникова (в среднем), *см*	16
Число грозовых разрядов над Землей в 1 *сек*	ок. 100

Разность потенциалов между облаком и землей перед ударом молнии часто составляет сотни миллионов, а иногда и миллиарды вольт.

* Чаще всего полный грозовой разряд состоит из нескольких отдельных импульсов.

** Молнии с величиной тока в 10 *ка* составляют ок. 65% всех случаев молний на территории СССР (молнии с величиной тока в 100 *ка* составляют ок. 2,5%). Наибольший ток молнии, измеренный в СССР, имел величину ок. 230 *ка*.

195. Величины тока и напряжения в различных машинах и устройствах

Ток, а

Электрические лампы накаливания	0,1—5
Электрический чайник	до 5
Генератор автомобиля «Победа»	18
» » «Москвич-407»	15—17
Двигатель трамвая ДТИ-60	112
Электрическая дуга в кинопрожекторе КПД-35	120
Двигатель моторвагонной секции	126
Электропередача Кашира — Москва	150
Двигатель троллейбуса	160
Электродвигатель тепловоза ТЭ-3	820
Дуговая сварка (под флюсом)	300—3500
Генератор мощностью 150 тыс. *квт*	5350
Электрическая дуговая печь	до 50000

Напряжение, в

Автомобильные аккумуляторы	6; 12
Генератор автомобиля «Победа»	12
» » «Москвич-407»	12—15
Электрическая дуга	40—60
Электрические лампы в поездах	50
Электрическая дуговая сталеплавильная печь	120—250
Тяговой электродвигатель тепловоза ТЭ-3	275
Троллейбус, трамвай	550
Электротрактор	1000
Тяговой двигатель электровоза	1500
Контактные провода электрифицированной железной дороги (постоянный ток)	1500; 3000
Электродвигатели асинхронные трехфазного тока	127; 220; 380; 500
Трехфазные гидрогенераторы	230; 400; 2200; 2300; 6300; 6600; 10500; 11000; 13800; 15750
Трехфазные синхронные гидрогенераторы (мощностью от 100 до 1000 *квт*)	400; 6300
Трехфазные синхронные генераторы (мощностью от 100 до 1000 *квт*)	230; 400; 6300
Двухполюсные турбогенераторы (с воздушным охлаждением)	
мощностью: 750 *квт*	230; 400; 525
1 500 »	400; 525; 3150; 6300;
2500, 4000, 6000 »	3150; 6300
12 000, 25 000 »	6300; 10500
50 000 »	10 500
Двухполюсные турбогенераторы (с водородным охлаждением)	
мощностью: 25 000 *квт*	6300; 10 500
50 000 »	10 500
100 000 »	15 750
150 000 »	18 000

Продолжение

Дальние электропередачи 35 000; 110 000; 220 000; 400 000; 500 000

Электропередача постоянного тока Кашира — Москва 200 000

196. Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией и шнуров с резиновой изоляцией (при температуре воздуха 25° С)

В знаменателе приведены нагрузки на провода с алюминиевыми жилами.

Сечение жилы, мм²	Токовые нагрузки, *а*					
	провода, проложенные открыто	провода, проложенные в одной трубе				
		два одножильных	три одножильных	четыре одножильных	один двужильный	один трехжильный
0,5	10	—	—	—	—	—
0,75	13	—	—	—	—	—
1	15	14	13	12	13	12
1,5	20	17	15	14	16	13
2,5	27/21	24/18	22/17	22/17	22	19
4	36/28	34/25	31/25	27/20	28	24
6	46/35	41/32	37/28	35/27	35	30
10	70/50	60/45	55/42	45/35	50	45
16	90/70	75/55	70/55	65/50	70	60
25	125/95	100/75	90/70	80/60	90	75
35	150/115	120/90	110/85	100/75	110	90
50	190/145	165/125	150/115	135/105	140	120

Примечание. Провода и шнуры имеют буквенные обозначения. Буква Ш или П в начале обозначения указывает на принадлежность изделия к шнуру или к проводу. Стоящая перед П буква А указывает на алюминиевую жилу, отсутствие буквы означает медную жилу. Резиновая или полихлорвиниловая изоляция обозначается соответственно буквами Р или В. Последующие буквы характеризуют особенности конструкции изделия: Г — гибкие жилы, Д — двойной провод, П — плоский провод, О — в общей оплетке и т. д. Например, марка ППВ означает провод плоский с полихлорвиниловой изоляцией; ПРД — медный провод с резиновой изоляцией двойной (двужильный) и т. д. Резиновая изоляция жил изготовляется на 220, 500, 1000 и 3000 *в*; полихлорвиниловая — на 500 *в*.

197. Ток плавления голой проволоки

Приведенные в таблице значения токов плавления ориентировочные, т. к. их величина зависит не только от диаметра проволоки, но и от ее длины и условий охлаждения.

Ток плавления, *а*	Диаметр проволоки (плавкой вставки), *мм*			
	медь	олово	свинец	железо
1	0,05	0,19	0,21	0,12
2	0,09	0,29	0,33	0,19
3	0,11	0,36	0,43	0,25
4	0,14	0,46	0,52	0,30
5	0,16	0,56	0,60	0,42
10	0,25	0,85	0,95	0,55
15	0,33	1,11	1,25	0,72
25	0,46	1,59	1,75	1,01
35	0,57	1,95	2,20	1,28
50	0,73	2,84	2,78	1,61

198. Удельное сопротивление металлов, сплавов и графита

Величина удельного сопротивления для металлов зависит от примесей. В таблице даны значения удельного сопротивления для химически чистых металлов при температуре 20° С (если не указана иная температура).

Металл или сплав	Удельное сопротивление, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	Металл или сплав	Удельное сопротивление, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$
Алюминий	0,028	Медь	0,0172
Бронза (88% Cu, 12% Sn)	0,18	» (—258,6°)	0,00014
Висмут	1,16	Молибден	0,057
Вольфрам	0,055	Натрий	0,047
Графит	8,0	Никель	0,073
Дюралюминий	0,0335	Олово	0,120
Железо	0,098	Осмий	0,095
» (50°)	0,115	Платина	0,105
» (—252,7°)	0,00011	Платинит	0,45
Золото	0,024	Ртуть	0,958
» (—252,8°)	0,00018	» (—183,5°)	0,0697
Инвар	0,81	Свинец	0,210
Иридий	0,053	» (—252,9°)	0,0059
Кадмий	0,100	Серебро	0,016
Калий	0,066	» (—258,6°)	0,00009
Кальций	0,046	Сплав Вуда (0° С)	0,52
Кобальт	0,062	Сталь (0,1—0,15% С)	0,10—0,14
Латунь Л-68 (67—70% Cu, 0,3% примеси, остальное Zn)	0,071	Тантал	0,146
		Торий	0,18
		Уран	0,29
Магний	0,044	Хром	0,131
Марганец	0,05	Цинк	0,059
		Чугун	0,5

199. Сопротивление одного метра проволоки в зависимости от ее диаметра и удельного сопротивления (в *омах*)

Диаметр проволоки, *мм* \ Удельное сопротивление, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,030	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
0,05	8,15	8,66	9,17	9,68	10,19	15,3	20,04	25,5	30,6	36	41	51	102	153	204	255
0,10	2,04	2,16	2,29	2,42	2,55	3,8	5,1	6,4	7,6	8,9	10,2	12,7	25,5	38	51	64
0,15	0,91	0,96	1,02	1,07	1,13	1,70	2,26	2,83	3,4	4,0	4,5	5,7	11,3	17,0	22,6	28,3
0,20	0,51	0,54	0,57	0,60	0,64	0,95	1,27	1,59	1,91	2,23	2,55	3,18	6,4	9,5	12,7	15,9
0,25	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,61	0,81	1,02	1,22	1,43	1,63	2,04	4,1	6,1	8,1	10,2
0,30	0,226	0,240	0,255	0,269	0,283	0,424	0,566	0,707	0,849	0,99	1,13	1,41	2,83	4,24	5,66	7,07
0,40	0,127	0,135	0,143	0,151	0,159	0,239	0,318	0,398	0,477	0,56	0,64	0,80	1,59	2,39	3,18	3,98
0,50	0,081	0,087	0,092	0,097	0,102	0,153	0,204	0,255	0,306	0,36	0,41	0,51	1,02	1,53	2,04	2,55
0,60	0,057	0,060	0,064	0,067	0,071	0,106	0,141	0,177	0,212	0,248	0,283	0,354	0,7	1,06	1,41	1,77
0,70	0,042	0,044	0,047	0,049	0,052	0,078	0,104	0,130	0,156	0,182	0,208	0,260	0,52	0,78	1,04	1,30
0,80	0,0318	0,0338	0,0358	0,0378	0,0398	0,060	0,080	0,099	0,119	0,139	0,159	0,199	0,398	0,60	0,80	0,99
1,00	0,0204	0,0216	0,0229	0,0242	0,0255	0,038	0,051	0,064	0,076	0,089	0,102	0,127	0,55	0,38	0,51	0,64
1,2	0,0142	0,0150	0,0159	0,0168	0,0177	0,0265	0,0354	0,0442	0,053	0,062	0,071	0,088	0,177	0,265	0,354	0,442
1,4	0,0104	0,0110	0,0117	0,0123	0,0130	0,0195	0,0260	0,0325	0,039	0,045	0,052	0,065	0,130	0,195	0,260	0,325
1,6	0,0080	0,0085	0,0090	0,0095	0,0099	0,0149	0,0199	0,0249	0,0298	0,0348	0,0398	0,0497	0,099	0,149	0,199	0,249
2,0	0,0051	0,0054	0,0057	0,0060	0,0064	0,0095	0,0127	0,0159	0,0191	0,0223	0,0255	0,0318	0,064	0,095	0,127	0,159
2,5	0,00326	0,00346	0,00367	0,00387	0,00407	0,0061	0,0081	0,0102	0,0122	0,0143	0,0163	0,0204	0,0407	0,061	0,081	0,102
3,0	0,00226	0,00240	0,00255	0,00269	0,00283	0,0042	0,0057	0,0071	0,0085	0,0099	0,0113	0,0141	0,0285	0,042	0,057	0,071
3,5	0,00166	0,00177	0,00187	0,00197	0,00208	0,00312	0,00416	0,0052	0,0062	0,0073	0,0083	0,0104	0,0208	0,0312	0,0416	0,052
4,0	0,00127	0,00135	0,00143	0,00151	0,00159	0,00239	0,00318	0,0040	0,0048	0,0056	0,0064	0,0080	0,0159	0,0239	0,0318	0,040

200. Длина проволоки, сопротивление которой равно 1 *ом*, в зависимости от диаметра проволоки и ее удельного сопротивления (в *м*)

Диаметр проволоки, *мм* \ Удельное сопротивление, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	0.016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,030	0,01	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
0,05	0,123	0,115	0,109	0,103	0,098	0,065	0,049	0,039	0,0327	0,0280	0,0245	0,0196	0,0098	0,0065	0,0049	0,0039
0,10	0,49	0,46	0,44	0,41	0,39	0,262	0,196	0,157	0,131	0,112	0,098	0,079	0,039	0,0262	0,0196	0,0157
0,15	1,11	1,04	0,98	0,93	0,88	0,59	0,44	0,35	0,295	0,252	0,221	0,177	0,088	0,059	0,044	0,035
0,20	1,96	1,85	1,75	1,65	1,57	1,05	0,79	0,63	0,52	0,45	0,39	0,314	0,157	0,105	0,079	0,063
0,25	3,07	2,89	2,73	2,58	2,45	1,64	1,23	0,98	0,82	0,70	0,61	0,49	0,245	0,164	0,123	0,098
0,30	4,4	4,2	3,9	3,7	3,5	2,36	1,77	1,41	1,18	1,01	0,88	0,71	0,35	0,236	0,177	0,141
0,40	7,9	7,4	7,0	6,6	6,3	4,19	3,14	2,51	2,09	1,80	1,57	1,26	0,63	0,419	0,314	0,251
0,50	12,3	11,5	10,9	10,3	9,8	6,54	4,91	3,93	3,27	2,80	2,45	1,96	0,98	0,654	0,491	0,393
0,60	17,6	16,6	15,7	14,9	14,1	9,4	7,1	5,7	4,7	4,0	3,53	2,83	1,41	0,94	0,71	0,57
0,70	24,0	22,6	21,4	20,3	19,2	12,8	9,6	7,7	6,4	5,5	4,81	3,85	1,92	1,28	0,96	0,77
0,80	31,4	29,6	27,9	26,4	25,1	16,8	12,6	10,1	8,4	7,2	6,3	5,0	2,51	1,68	1,26	1,01
1,00	49,1	46,2	43,6	41,3	39,3	26,2	19,6	15,7	13,1	11,2	9,8	7,9	3,93	2,62	1,96	1,57
1,2	71	66	63	59	57	37,7	28,3	22,6	18,8	16,2	14,1	11,3	5,7	3,77	2,83	2,26
1,4	96	90	86	81	77	51,3	38,5	30,8	25,7	22,0	19,2	15,4	7,7	5,13	3,85	3,08
1,6	126	118	112	106	101	67	50	40	33,5	28,7	25,1	20,1	10,1	6,7	5,0	4,0
2,0	196	185	175	165	157	105	79	63	52,4	44,9	39,2	31,4	15,7	10,5	7,9	6,3
2,5	307	289	273	258	245	164	123	98	82	70	61	49	24,5	16,4	12,3	9,8
3,0	442	416	393	372	353	236	177	141	118	101	88	71	35,3	23,6	17,7	14,1
3,5	601	566	535	506	481	321	241	192	160	137	120	96	48	32,1	24,1	19,2
4,0	785	739	698	661	628	419	314	251	209	180	157	126	63	41,9	31,4	25,1

201. Электрическое сопротивление диэлектриков *

Диэлектрик	Удельное объемное сопротивление при 20° С, ом·см	Диэлектрик	Удельное объемное сопротивление при 20° С, ом·см
Алмаз	10^{12}—10^{13}	Селен (в темноте)	$2 \cdot 10^{14}$
Асбест	10^{8}	Сера	10^{17}
Береза сухая	$2 \cdot 10^{8}$— $5 \cdot 10^{10}$	Слюда	10^{13}—10^{15}
		Сургуч	$5 \cdot 10^{15}$
» , пропитанная в вакууме парафином	$7 \cdot 10^{13}$	Фарфор	10^{12}—10^{14}
Канифоль	10^{16}	Фибра	10^{8}—10^{12}
Кварц плавленый	$2 \cdot 10^{14}$	Церезин (искусственный воск)	10^{15}—10^{17}
Миканит	10^{13}—10^{14}	Шеллак	10^{14}—10^{18}
Мрамор	10^{8}—10^{11}	Шифер	10^{7}—10^{9}
Парафин	10^{16}—10^{18}	Янтарь	10^{17}—10^{19}

* См. табл. 192.

202. Температурный коэффициент сопротивления металлов и сплавов

Металл или сплав	Температура, °С	Коэффициент сопротивления $\frac{1}{град}$	Металл или сплав	Температура, °С	Коэффициент сопротивления $\frac{1}{град}$
Алюминий	18—100	0,0038	Молибден	0—110	0,0043
Бронза (88% Cu + 12% Sn)	20	0,0005	Натрий	18	0,0044
Висмут	18	0,0040	Никель	0—100	0,0062
Вольфрам	0—170	0,0051	Олово	20	0,0042
Железо	20	0,0062	Платина	0—100	0,0038
Золото	18	0,0039	Платинит	0	0,003
Иридий	18	0,0039	Ртуть	0—25	0,0009
Калий	18	0,0051	Свинец	18	0,0042
Кальций	18	0,0033	Серебро	0—100	0,0036
Латунь (60% Cu + 40% Zn)	15	0,0010	Сплав Вуда	20	0,0037
Литий	18	0,0047	Сталь (0,1—0,15% С)	20	0,006
Магний	18	0,0039	Тантал	0—100	0,0035
Медь	18	0,0043	Цинк	20	0,0037
			Чугун	20	0,001

203. Температура перехода чистых металлов в сверхпроводящее состояние (° К)

Известно 24 чистых металла, способных переходить в сверхпроводящее состояние; у остальных металлов (их около пятидесяти) сверхпроводимость до сих пор (1960 г.) не обнаружена.

Алюминий	1,1	Ртуть	4,1
Ванадий	4,2	Свинец	7,2
Олово	3,6	Цинк	0,7

204. Сплавы высокого сопротивления

Сплав и его марка	Примерный химический состав (примеси не указаны), %	Удельное сопротивление при 20° С, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	Средний температурный коэффициент сопротивления в интервале 0—100° С, $\frac{1}{град}$	Температура плавления, °С	Максимальная рабочая температура, °С	Область применения
Манганин МНМЦ3-12	11,5—13,5 Mn; 2,5—3,5 Ni; остальное Cu	0,42—0,48	0,00003	1000	100	В контакте с медью используется для изготовления эталонов и магазинов сопротивления, шунтов, дополнительных сопротивлений приборов высокого класса точности
Константан МНМЦ-40-1,5	39—41 Ni; остальное Cu	0,44—0,52	0,00002	1275	500	Сплавы используются для изготовления реостатов и балластных сопротивлений. Константан идет также на изготовление термопар, нагревательных приборов с рабочей температурой до 500° С, сопротивлений приборов низкого класса точности
Никелин	25—30 Ni; 67 Cu; 2—3 Mn	0,39—0,45	0,0001	1230	150—200	
Реотан	4 Zn; 84 Cu; 12 Mn	0,45—0,52	0,0004		150—200	
Нейзильбер МНЦ-15-20	20 Zn; 15 Ni; 65 Cu	0,27	0,0002	1080	150—200	Нейзильбер применяется также при изготовлении приборов точной механики, паровой и водяной аппаратуры, медицинского инструмента, изделий широкого потребления и др.

Продолжение

Сплав и его марка	Примерный химический состав (примеси не указаны), %	Удельное сопротивление при 20° С, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	Средний температурный коэффициент сопротивления в интервале 0—100° С, $\frac{1}{град}$	Температура плавления, °С	Максимальная рабочая температура, °С	Область применения
Нихром Х20Н80	20—23 Cr; 75—78 Ni; остальное Fe	1,0—1,1	0,0001	≈1400	1000	Используется для изготовления нагревательных приборов (лабораторных и промышленных печей и др.) с рабочей температурой 900—1000° С
Фехраль Х13Ю4	12—15 Cr; 3,5—5,5 Al; 1 Si; 0,7 Mn; остальное Fe	1,1—1,3	0,0002	1450	850—900	Бытовые электронагревательные приборы и промышленные печи с рабочей температурой до 650° С. Не содержит никеля и поэтому служит дешевым заменителем нихрома
Хромаль Х25Ю5	23—27 Cr; 4,5—6,5 Al; остальное Fe	1,3—1,5	0,00004		1100—1300	Нагревательные элементы электрических печей. Дешевый заменитель нихрома

205. Электрическое сопротивление водных растворов

В таблице указаны удельные сопротивления электролитов в *ом · см* при 18° С.

При повышении температуры на 1° С сопротивление раствора уменьшается примерно на 2%.

Содержание соли или кислоты в растворе, %	Нашатырь NH_4Cl	Хлористый натрий $NaCl$	Медный купорос $CuSO_4$	Едкое кали KOH	Едкий натр $NaOH$	Серная кислота H_2SO_4
5	10,9	14,9	52,9	5,8	5,1	4,8
10	5,6	8,3	31,3	3,2	3,2	2,6
20	3,0	5,1		2,0	3,0	1,5
30				1,8	4,8	1,35
40				2,2	8,3	1,5

206. Электрохимические эквиваленты веществ

Ионы	Электрохимический эквивалент		Ионы	Электрохимический эквивалент	
	$\frac{мг}{а \cdot сек}$	$\frac{г}{а \cdot ч}$		$\frac{мг}{а \cdot сек}$	$\frac{г}{а \cdot ч}$
Катионы					
Ag^{+}	1,1180	4,025	Li^{+}	0,072	0,26
Al^{+++}	0,0932	0,335	Mg^{++}	0,126	0,45
Au^{+}	2,043	7,370	Mn^{++}	0,285	1,03
Au^{+++}	0,681	2,451	NH_4^{+}	0,187	0,67
Ba^{++}	0,712	2,56	Na^{+}	0,238	0,86
Bi^{+++}	0,719	2,60	Ni^{++}	0,304	1,10
Ca^{++}	0,208	0,75	Ni^{+++}	0,203	0,73
Cd^{++}	0,582	2,10	Pb^{++}	1,074	3,87
Co^{++}	0,306	1,10	Pd^{++}	0,553	1,99
Co^{+++}	0,204	0,74	Pt^{++}	1,010	3,96
Cr^{+++}	0,180	0,65	Pt^{++++}	0,506	1,82
Cu^{+}	0,660	2,37	Sb^{+++}	0,421	1,52
Cu^{++}	0,329	1,19	Sb^{+++++}	0,252	0,91
Fe^{++}	0,289	1,04	Sn^{++}	0,616	2,22
Fe^{+++}	0,193	0,69	Sn^{++++}	0,308	1,11
H^{+}	0,01045	0,0376	Sr^{++}	0,454	1,63
Hg_2^{++}	2,079	7,48	Tl^{+}	2,118	7,63
Hg^{++}	1,039	3,74	Tl^{+++}	0,706	2,55
K^{+}	0,405	1,46	Zn^{++}	0,339	1,22

Ионы	Электрохимический эквивалент		Ионы	Электрохимический эквивалент	
	$\frac{мг}{а \cdot сек}$	$\frac{г}{а \cdot ч}$		$\frac{мг}{а \cdot сек}$	$\frac{г}{а \cdot ч}$
Анионы					
Br'	0,828	2,98	F'	0,197	0,709
BrO_3'	1,326	4,77	J'	1,315	4,74
CHO_2'	0,466	1,68	JO_3'	1,813	6,53
$C_2H_3O_2'$	0,612	2,20	NO_3'	0,643	2,31
C_2O_4''	0,456	1,64	O''	0,0829	0,298
CO_3''	0,311	1,12	OH'	0,177	0,635
Cl'	0,367	1,32	S''	0,167	0,598
ClO_3'	0,865	3,11	SO_4''	0,499	1,79
CN'	0,270	0,970	Se''	0,411	1,48
CrO_4''	0,601	2,16	SiO_3''	0,395	1,42

207. Мощность бытовых радиоэлектроприборов (*вт*)

Электродвигатели для магнитофонов	15—30
Настольный вентилятор	30—60
Электродвигатель швейной машины	50
Радиоприемник (5—6-ламповый)	50—80
Холодильник	100—160
Радиоприемник (12—13-ламповый)	120—190
Пылесос малогабаритный	120—200
Телевизор «Рекорд-Б»	140
» «Темп-3»	165
» КВН-49	220
Стиральная машина	300—450
Электрический утюг без регулировки температуры	350—400
Пылесос универсальный	350—600
Электроплитка	400—800
Электрочайник	400—800

208. Мощность электрических устройств, машин и сооружений (*квт*)

Электротрактор ХТЗ-12	42
Двигатель трамвая МТВ-82	55
Троллейбус МТБ-82	86
Трамвай МТВ-82	220
Моторный вагон метрополитена	400
Двигатель электровоза ВЛ-22^м	400
» » Н-8	525
Одна моторвагонная секция	680

Электровоз ВЛ-22^{м}	2400
» Н-8	4200
Двигатель прокатного стана	6000
Электропередача постоянного тока Каширская ГРЭС — Москва	30 000
Гидрогенератор Иркутской ГЭС	83 000
» Волжской ГЭС им. В. И. Ленина	115 000
Электропередача Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва	1,15 млн.

209. Мощность действующих или сооружаемых электрических станций (в тыс. *квт*)

Волховская ГЭС	64	Камская ГЭС	504
Плявиньская ГЭС	120	Бухтарминская ГЭС	525
Верхне-Свирская ГЭС	160	Черепетская ГРЭС	600
Цимлянская ГЭС	160	Кременчугская ГЭС	625
Славянская ГРЭС	200	Днепровская ГЭС	650
Гюмушская ГЭС	224	Иркутская ГЭС	660
Дубровская ГРЭС	300	Воткинская ГЭС	1000
Каховская ГЭС	312	Назаровская ГРЭС	1200
Днепродзержинская ГЭС	350	Саратовская ГЭС	1500
Зуевская ГРЭС	350	Волжская ГЭС им. В. И. Ленина	2300
Мингечаурская ГЭС	350	Криворожская ГРЭС-2	2400
Горьковская ГЭС около	400	Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС	2730
Мироновская ГРЭС	400	Нурекская ГЭС	2700
Южно-Кузбасская ГРЭС	400	Братская ГЭС	4500
Новосибирская ГЭС	400	Красноярская ГЭС	5000
Каменская ГЭС	500		

210. Коэффициенты полезного действия электрических приборов, устройств, машин и сооружений (%)

Трансформатор большой мощности	98
Электродвигатель	82—98
Линия электропередачи Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва	92,3
Электровоз	85
Электрическая тяга при питании сети от тепловой электростанции	15—18
Гидроэлектростанция большой мощности	89
Генератор в 150 тыс. *квт*	98,9
Электродвигатель моторвагонной секции	90—91
Гидрогенератор небольшой мощности (120 *квт*)	90
Электроплитка с открытым нагревательным элементом	50
» » закрытым » »	65
Электрочайник с нагревательным элементом, расположенным под его дном	65
Электрочайник с трубчатым герметичным нагревательным элементом	86

211. Значение термоэлектродвижущей силы различных термоэлектродов в паре с чистой платиной

Величины термо-э. д. с. различных термопар, приведенные в таблице, получены на основании многочисленных измерений термо-э. д. с. различных материалов в паре с химически чистой платиной. В качестве основного, общего для всех термопар электрода (так называемого нормального) принято брать платину, потому что она обладает постоянством термоэлектрических свойств, устойчива при высоких температурах, сравнительно легко получается в чистом виде.

Знак «+» или «—» перед значением термо-э. д. с. означает, что данный термоэлектрод в паре с платиной может быть положительным или отрицательным. Чтобы определить термо-э. д. с. термопары с электродами из каких-либо двух указанных в таблице материалов, следует взять разность термо-э. д. с. этих материалов. Например, хромель-копелевая термопара имеет термо-э. д. с. $+2{,}95 - (-4) = 6{,}95$ *мв*.

Наибольшее распространение для изготовления промышленных типов термопар получили платина, платинородий, хромель, алюмель и копель. Для измерений в лабораторных установках применяются также медь, железо, константан и др.

Металл или сплав	Т.-э.д.с. при $t_{гор}=100°$ С и $t_{хол}=0°$ С, *мв*	Верхний температурный предел применения, °С	
		длительный нагрев	кратковременный нагрев
Сурьма *	+4,7		
Хромель	+2,95	1000	1250
Нихром	+2,0	1000	1100
Железо	+1,8	600	800
Молибден	+1,31	2000	2500
Манганин	+0,8		
Вольфрам	+0,79	2000	2500
Медь	+0,75	350	500
Серебро	+0,72	600	700
Платинородий	+0,64	1300	1600
Алюмель	—1,2	1000	1250
Никель	—1,52	1000	1100
Константан	—3,4	600	800
Копель	—4,0	600	800
Висмут ($\perp$ оси) *	—5,2		
» ($\parallel$ оси) *	—12,1		

* Термоэлектроды, выпускаемые в виде проволок, лент, тонких прутков и др., должны быть прочны, поэтому такие хрупкие металлы, как сурьма или висмут, непригодны для термопар (эти металлы идут на изготовление термостолбиков, служащих для измерения энергии излучения).

212. Термоэлектродные сплавы

Название сплава	Основные компоненты сплава, %	Механические и физические свойства сплава						
		плотность, $\frac{г}{см^3}$	температура плавления, °С	коэффициент линейного расширения при 20° С, $\frac{1}{град}$	удельное сопротивление, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	температурный коэффициент сопротивления при 0° С, $\frac{1}{град}$	предел прочности при растяжении, $\frac{кГ}{мм^2}$	твердость по Бринеллю, $\frac{кГ}{мм^2}$
Алюмель	1,8—2,5 Al; 1,8—2,2 Mn; 0,85—1,15 Si; 94 Ni; остальное — Co	8,5	1430—1450		0,25—0,35	0,0027—0,00044	56—110	130—300
Копель	0,1—1,0 Mn; 42,5—44 Ni+Co; остальное — Cu	8,9	1220—1290	$14 \cdot 10^{-6}$	0,5	0,00014 (при 400°—0,00000)	40—70	90—185
Хромель	9 Cr; 90 Ni; остальное — Co	8,7	1435	$12,8 \cdot 10^{-6}$	0,6—0,7	0,00048	60—110	150—300

213. Сплавы, применяемые для изготовления постоянных магнитов

Сплав	Процентное содержание								Магнитные свойства		
	Cu	Ni	Cr	Fe	Al	Co	Si	W	коэрцитивная сила, (H_c), э	остаточная индукция (B_r), гс	магнитная энергия (HB) макс, э·гс
Вольфрамовая сталь	—	—	—	94	—	—	—	6	60	10 000	300 000
Хромистая »	—	—	3	97	—	—	—	—	60	9 000	275 000
Кобальтовая »	—	—	5	90	—	5	—	—	90—220	9 000	380 000—930 000
Ални	5	25	—	56	14	—	—	—	550	5 500	1 300 000
Алниси	—	34	—	51	14	—	1	—	800	4 000	1 400 000
Алнико	6	17	—	55	10	12	—	—	500	7 000	1 500 000
Магнико	3	13	—	52	8	24	—	—	550	12 000	4 350 000

214. Магнитомягкие сплавы *

Сплав	Химический состав, %	Магнитная проницаемость, $\frac{гс}{э}$		Коэрцитивная сила, $э$	Магнитное насыщение, $гс$	Удельное сопротивление, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	Область применения сплава
		начальная	максимальная				
Альсифер	5,4 Al; 9,6 Si; 85 Fe	35 100	117 000	0,02	11 000	0,81	Корпусы приборов, машин и аппаратуры, детали магнитопроводов (при частоте до 50 $гц$)
Пермаллой 45	45 Ni; 54 Fe; остальное — примеси (Mn и др.)	2 500	25 000	0,3	16 000	0,5	Сердечники телефонных и радиотрансформаторов, дросселей, деталей реле, полюсные наконечники и др.
Пермаллой 78	78 Ni; 21 Fe; остальное — примеси	8 000	100 000	0,05	10 000	0,25	Магнитные усилители, слаботочные трансформаторы и катушки индуктивности аппаратуры связи и автоматики
Пермендюр	2 V; 49 Co; 49 Fe	800	4 500	2	24 500	0,26	Детали слаботочной аппаратуры, полюсы электромагнитов динамических репродукторов, мембраны телефонов
Супермаллой	79 Ni; 5 Mo; 15 Fe	100 000	1 000 000	0,002	7 900	0,6	В радиотехнике, телефонии, телемеханике
Трансформаторная сталь	4 Si; 0,02 C; 95,9 Fe	450	8 000	0,4–0,6	19 700	0,6	Изготовление сердечников трансформаторов, дросселей, электрических машин и электромагнитов переменного тока

* К магнитомягким сплавам относятся сплавы, отличающиеся высокой магнитной проницаемостью и небольшой коэрцитивной силой.

215. Магнитная проницаемость пара- и диамагнитных веществ

Парамагнитные вещества	Магнитная проницаемость	Диамагнитные вещества	Магнитная проницаемость
Азот	1,000013	Висмут	0,999824
Алюминий	1,000023	Вода	0,999991
Воздух	1,000038	Водород	0,999937
Вольфрам	1,000175	Золото	0,999963
Кислород	1,000017	Медь	0,999912
» (жидкий)	1,0034	Серебро	0,999981
Платина	1,000253	Стекло	0,999987
Эбонит	1,000014	Цинк	0,999991

216. Магнитная проницаемость ферромагнитных элементов

Напряженность внешнего намагничивающего поля, э	Железо		Никель		Кобальт	
	магнитная индукция, гс	магнитная проницаемость	магнитная индукция, гс	магнитная проницаемость	магнитная индукция, гс	магнитная проницаемость
1,0	5 800	5 800	650	650		
1,5	7 500	5 000	1 350	900		
2,5	9 200	3 680	2 800	1 120	210	84
5,0	11 000	2 200	4 330	865	570	114
10	12 300	1 230	4 940	494	1 700	170
20	13 450	673	5 400	270	3 400	170
50	14 850	297	5 850	117	5 960	119
100	16 000	160	6 200	62	7 840	78
150	16 860	112	6 400	43	9 000	60
300	18 400	61,3	6 700	22		
500	19 200	38,4	6 910	14		
1 000	20 000	20,0	7 370	7,4		
2 000	21 060	10,5	8 400	4,2		
3 000	22 100	7,4	9 380	3,1		
4 000	23 130	5,8	10 40	2,6		
5 000	24 120	4,8				
6 000	25 130	4,2				

217. Магнитная проницаемость ферромагнитных материалов

Металл	Начальная магнитная проницаемость, μ_0	Максимальная магнитная проницаемость, $\mu_{макс}$	Область применения
Альсифер	35 100	117 000	Корпусы приборов
Железо-никелевые сплавы:			
супермаллой	100 000	1 000 000	Трансформаторы
сплав 1040	40 000	100 000	Трансформаторы
78 пермаллой	8 000	100 000	Чувствительные реле, слаботочные трансформаторы
Железо-кобальтовые сплавы:			
пермендюр	800	4 500	Полюса электромагнитов
V-пермендюр	800	4 000	Телефонные диафрагмы
Кремнистое железо	400—600	7 000—10 000	Электрические машины (двигатели, генераторы) и силовые трансформаторы

218. Точка Кюри для ферромагнитных веществ

Вещество	Точка Кюри, °С	Вещество	Точка Кюри, °С
Железо	770±10	Сплавы железо-никелевые:	
» кремнистое (4,3% Si)	690	22% Fe + 78% Ni	550
Карбид железа . . .	212	50% Fe + 50% Ni	420
Кобальт	1180±20	70% Fe + 30% Ni	ок. 70
Никель	365		

Примечание. Точкой Кюри называется температура, выше которой ферромагнитные материалы превращаются в парамагнитные, т. е. их магнитная проницаемость резко падает до значения, близкого к единице. Явление исчезновения ферромагнитного состояния при нагревании тел было впервые исследовано П. Кюри в 1895 г.

219. Некоторые особенности радиоволн

Диапазон волн	Длинные	Средние	Промежуточные	Короткие	Метровые	Дециметровые	Сантиметровые
Длина волны	10 000—3 000 *м*	3 000—200 *м*	200—50 *м*	50—10 *м*	10—1 *м*	1 *м*—10 *см*	10—1 *см*
Частота	30—100 *кгц*	100—1 500 *кгц*	1,5—6 *Мгц*	6—30 *Мгц*	30—300 *Мгц*	300—3 000 *Мгц*	3 000—30 000 *Мгц*
Область применения	Телеграфная связь	Радиовещание	Телеграфная связь, любительская связь	Радиовещание, телеграфная и любительская связь	Радиовещание, телевидение, радионавигация, любительская связь	Телевидение, радиолокация, радионавигация, радиорелейные линии связи и другие специальные применения	
Характер излучения	Преимущественно ненаправленное		Ненаправленное и направленное			Преимущественно направленное	
Характер распространения	Главным образом поверхностная волна	Поверхностная и пространственная волны		Пространственная волна	Близкое к оптическому	Прямолинейно-оптическое	
Дальность	Большая, зависит от мощности передатчика			Большая, зависит от частоты	Зависит в основном от высоты передающей и приемной антенн, за пределами горизонта — от мощности передатчика и направленности антенны		
Высота отражающего слоя ионосферы для пространственной волны	60—80 *км*	100—400 *км*			Отражаются только при сильной ионизации	—	—
Помехи	Атмосферные, индустриальные, магнитного поля Земли	Замирание, атмосферные, индустриальные	Замирание, от солнечной активности		От системы зажигания двигателей	—	—

220. Световая характеристика нормальных осветительных ламп накаливания

Мощность, *вт*	Напряжение сети			
	110 и 127 *в*		220 *в*	
	световой поток, *лм*	световая отдача, $\frac{лм}{вт}$	световой поток, *лм*	световая отдача, $\frac{лм}{вт}$
10	70	7,0	—	—
15	125	8,3	101	6,7
25	228	9,1	198	7,9
40	380	9,5	340	8,5
60	660	11,0	540	9,0
75	915	12,2	698	9,3
100	1 320	13,2	1050	10,5
150	2 280	15,2	1845	12,3
300	5 160	17,2	4350	14,5
500	9 100	18,2	8000	16,0
1000	19 500	19,5	18 000	18,0

221. Световая характеристика люминесцентных ламп дневного света

Лампы	Световой поток, *лм*	Световая отдача, $\frac{лм}{вт}$	Мощность лампы, *вт*	Напряжение на лампе, *в*	Ток лампы, *а*
ДС-15	490	32,6	15	58	0,30
ДС-20	700	35,0	20	60	0,35
ДС-30	1160	38,6	30	108	0,32
ДС-40	1700	42,5	40	108	0,41

222. Яркость и сила света люминесцентных ламп

Мощность, *вт*	ДС, ХБС		БС		ТБС	
	сила света, *св*	яркость, 10^3 *нт*	сила света, *св*	яркость, 10^3 *нт*	сила света, *св*	яркость, 10^3 *нт*
15	45	4,0	52	4,6	46	4,1
20	65	2,8	74	3,2	65	2,8
30	107	4,7	130	5,7	115	5,0
40	157	3,4	177	3,8	163	3,5

223. Энергетический баланс лампы накаливания мощностью 100 вт (%)

Распределение энергии	Тип лампы			
	вакуумная с прямой нитью	газополная со спиральной нитью	биспиральная газополная	газополная с криптоно-ксеноновой смесью
Излучение в видимой части спектра . . .	7	10	12	13
Невидимые излучения	86	68	74	76
Потери вследствие теплопроводности держателей	7	3	2	2
Потери вследствие конвекции газа	—	19	12	9

Примечание. Глаз человека наиболее чувствителен к желто-зеленому и мало чувствителен к фиолетовому и красному участкам спектра. Поэтому если энергетический к. п. д. лампы накаливания составляет 7—13%, то фактический (световой) к. п. д. этой лампы составляет 1,5—4%. Это значит, что только 1,5—4% потребляемой лампой энергии воспринимается нашим глазом (из 7—13% излучения в видимой части спектра).

224. Энергетический баланс белой люминесцентной лампы мощностью 40 вт (%)

В люминесцентных лампах 18—21% подводимой мощности превращается в излучение, лежащее в видимой части спектра. Таким образом, энергетический к. п. д. люминесцентной лампы в 1,5—2 раза больше энергетического к. п. д. лампы накаливания. Световой к. п. д. люминесцентной лампы составляет 4—7%.

Тепловые потери (конвекция и теплопроводность)	53,0
Невидимые излучения	26,5
Излучение в видимой части спектра	20,5

225. Сила света источников света (*св*)

Фара велосипеда (ФГ 15-А)	60 *
» мотоцикла (ФГ 17):	
дальний свет (нить лампы 32 *св*)	10 000 *
ближний » (» » 21 *св*)	5 000 *
Фара автомобиля «Волга» (ФГ 21):	
дальний свет (нить лампы 50 *св*)	16 000 *
ближний » (» » 21 *св*)	6 000 *
Кинопрожектор ламповый (КПЛ-10) при лампе 150 *вт*	20 000 **
Кинопрожектор ламповый (КПЛ-35) при лампе 5 *кв*	$6 \cdot 10^5$ **
Кинопрожектор дуговой (КПД-35)	$4 \cdot 10^6$ **
Кинопрожектор дуговой (КПД-90)	$100 \cdot 10^6$ **

* Минимальная сила света.
** Максимальная сила света.

226. Яркость источников света

Источник света	Яркость, *нт*	Источник света	Яркость, *нт*
Ночное безлунное небо	10	Нить вольфрамовой вакуумной лампы 40 *вт*	$212 \cdot 10^4$
Неоновые трубки для реклам	$2 \cdot 10^3$	Нить вольфрамовой лампы 75 *вт*	$546 \cdot 10^4$
Свеча	$5 \cdot 10^3$	Нить газонаполненной лампы 2 *квт*	$1325 \cdot 10^4$
Пламя керосиновой лампы	$(5{,}6—12{,}5) \cdot 10^3$	Солнце на горизонте	$3{,}6 \cdot 10^6$
Люминесцентная лампа	$8 \cdot 10^3$	Электрическая дуга с простыми углями	$150 \cdot 10^6$
Матированная снаружи лампа 40 *вт*	$25 \cdot 10^3$	Электрическая дуга с высокоинтенсивными углями	$900 \cdot 10^6$
Вольфрамовая вакуумная лампа 25 *вт*, матированная изнутри	$4 \cdot 10^4$	Солнце в зените	$165 \cdot 10^7$
Ацетиленовое пламя	$15 \cdot 10^4$		

227. Примерные величины яркости объектов (*нт*)

Асфальт сухой в тени	$(0{,}8—1{,}3) \cdot 10^3$
Небо в пасмурную погоду	$(0{,}6—1{,}6) \cdot 10^3$
» » ясный день	$(0{,}9—1{,}6) \cdot 10^3$
Белая бумага в тени (солнечный день)	$(0{,}2—0{,}3) \cdot 10^4$
» » в пасмурный день на открытой площадке	$(0{,}3—0{,}4) \cdot 10^4$
Небо, средняя облачность	$(0{,}4—0{,}5) \cdot 10^4$
Асфальт сухой (в солнечный день)	$(0{,}4—0{,}6) \cdot 10^4$
Небо, покрытое светлыми облаками	$(0{,}9—1{,}1) \cdot 10^4$
Белая бумага, освещенная прямым солнечным светом	$(1{,}1—2) \cdot 10^4$
Снег под прямыми лучами Солнца	$3 \cdot 10^4$

228. Световой к. п. д. тепловых излучателей

Излучатели	Температура, °К	Световой к. п. д., %
Монохроматическое излучение с длиной волны 5560 Å	—	100
Солнце в зените	—	13,8
Вольфрам при плавлении	3653	8,1
Газополная вольфрамовая лампа накаливания	2800	3,2
Вакуумная вольфрамовая лампа накаливания	2450	1,6
Лампа с угольной нитью	2135	0,52
Керосиновая лампа	1850	0,04

229. Нормы освещенности на рабочих поверхностях в производственных помещениях

Характеристика работы и размер детали	Контраст детали с фоном	Фон	Наименьшая освещенность, *лк*			
			при люминесцентных лампах		при лампах накаливания	
			комбинированное освещение	одно общее освещение	комбинированное освещение *	одно общее освещение
Высокой точности, от 0,1 до 0,3 *мм*	Малый	Темный	2000	750	1000	300
	»	Светлый	1000	400	500	150
	Средний	Темный				
	»	Светлый	750	200	400	100
	Большой	Темный				
	»	Светлый	500	150	300	75
Точная, от 0,3 до 1 *мм*	Малый	Темный	1000	300	500	150
	»	Светлый	750	200	400	100
	Средний	Темный				
	»	Светлый	500	150	300	75
	Большой	Темный				
	»	Светлый	400	150	200	50
Малой точности, от 1 до 10 *мм*	Малый	Темный	150	150	150	50
	»	Светлый	150	150	150	50
	Средний	Темный				
	»	Светлый	100	100	100	30
	Большой	Темный				
	»	Светлый	100	100	100	30
Грубая, более 10 *мм*	Любой	Любой	100	100	100	30
Общее наблюдение за ходом производственного процесса	Любой	Любой	75	75	—	20

* *Комбинированное освещение* — это совокупность местного освещения (стационарного или переносного, предназначенного для освещения только рабочей поверхности) и общего освещения, предназначенного для освещения всего помещения.

230. Нормы освещенности помещений жилых и общественных зданий

Наименование помещений	Наименьшая освещенность, *лк*		Уровень поверхности, к которой относится норма освещенности
	при лампах накаливания	при люминесцентных лампах	
Операционные * . . .	200	400	0,8 *м* от пола
Кабинеты черчения, рисования и ручного труда	200	400	0,8 » » »
Проектные залы, чертежные, машинописные бюро **	150	300	0,8 » » »
Школьные классы, лаборатории и учебные кабинеты	150	300	0,8 » » »
Классные доски . . .	150	300	Вертикальная плоскость
Торговые залы в магазинах готового платья, обуви, тканей, галантерейных, книжных, продовольственных и др.	150	300	0,8 *м* от пола
Читальные залы библиотек **	100	300	0,8 » » »
Актовые залы	100	200	На полу
Торговые залы в магазинах посудных, мебельных и др. . . .	100	200	0,8 *м* от пола
Кабинеты и рабочие комнаты для конторских занятий ** . .	75	200	0,8 » » »
Кухни на предприятиях общественного питания, в детских учреждениях и общежитиях **	75	200	0,8 » » »
Зрительные залы театров, клубов, домов культуры и т. п., фойе, залы столовых, чайных, буфетов и т. п.	75	200	0,8 » » »

Продолжение

Наименование помещений	Наименьшая освещенность, *лк*		Уровень поверхности, к которой относится норма освещенности
	при лампах накаливания	при люминесцентных лампах	
Учительские, комнаты общественных организаций **	75	150	0,8 *м* от пола
Спортивные залы . . .	75	150	На полу
Жилые комнаты в общежитиях и интернатах	50	100	0,8 *м* от пола
Гардеробы и вестибюли (в школах, вузах, клубах, музеях и т. д.)	50	100	На полу
Кухни в жилых зданиях **	30	100	0,8 *м* от пола
Жилые комнаты в квартирах **	30	75	0,8 » » »
Зрительные залы кинотеатров	30	100	0,8 » » »
Главные лестницы и главные коридоры в общественных зданиях (школах, театрах)	30	100	На площадках и ступенях
Лифты	30	75	На полу
Лестницы (не главные) в общественных зданиях и лестницы жилых домов	10	50	На площадках и ступенях

* Для освещения операционного поля нужно применять дополнительно 3000 *лк* от бестеневых светильников.
** Нормирована средняя освещенность.

231. Величина освещенности в различных случаях (в *лк*)

Под прямыми солнечными лучами в полдень (средние широты)	100 000
На открытом месте в пасмурный день	1 000
В светлой комнате вблизи окна	100
На экране кинотеатра	20—80
От полной Луны	0,2
От ночного неба в безлунную ночь	0,0003

232. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания материалов и сред

Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания показывают, какая часть пучка белого света соответственно отражается, поглощается, пропускается данным материалом, средой.

Материалы, среды	Коэффициент		
	отражения	поглощения	пропускания
Зеркальные			
Алюминий (полированный)	0,62—0,68	0,32—0,38	—
Никель »	0,55—0,60	0,40—0,45	—
Серебро (свежеполированное)	0,90—0,92	0,08—0,10	—
Стеклянное посеребренное зеркало	0,85—0,88	0,12—0,15	—
Хром (полированный)	0,61—0,63	0,37—0,39	—
Прочие			
Атмосфера (воздух)* при:			
исключительно ясной погоде	—	0,05	0,95
ясной погоде	—	0,10	0,90
сырой »	—	0,20	0,80
легком тумане	—	0,30	0,70
сильном »	—	0,40	0,60
Бумага белая	0,75	0,25	—
Белая клеевая краска	0,80	0,20	—
Матированное стекло (толщина 1,3—3,7 *мм*)	0,10	0,05	0,85
Молочное стекло (толщина 2—3 *мм*)	0,45	0,15	0,40
Оконное » (толщина 1—3 *мм*)	0,08	0,02	0,90
Фарфоровая эмаль	0,60	0,40	—
Черное сукно	0,02	0,98	—
Черный бархат	0,005	0,995	—

* Толщина слоя атмосферы — 1 *км*.

233. Диффузное отражение материалов в белом свете

Материал	Отражение, %	Материал	Отражение, %
Бархат черный	0,5	Материалы, окрашенные в желтый цвет	40
Бумага коричневая	13	Дерево (сосна)	40
Марля	16	Материалы, окрашенные белилами	50
Трава	20—26	Снег	50—90
Калька	22	Картон белый	60—70
Жирная глина (желтая)	24	Бумага обычная белая	65—75
Бумага голубая	25	Облака	60—90
» желтая	25	Киноэкран	70—85
Песок	29—34	Окись магния	98
Картон желтый	30		

234. Длина световых волн и соответствующие им цвета видимого спектра

Человеческий глаз наиболее чувствителен к средней, зеленой части видимого спектра, соответствующей длине волны около 5500 Å.

Длина волн, Å	Цвет спектра	Длина волн, Å	Цвет спектра
7600—6200	Красный	5000—4800	Голубой
6200—5900	Оранжевый	4800—4500	Синий
5900—5600	Желтый	4500—3800	Фиолетовый
5600—5000	Зеленый		

235. Величина энергии одного кванта различных видов излучения

Длина волны	Энергия, *эв*	Длина волны, Å	Энергия, *эв*
1 *мм*	$1{,}22 \cdot 10^{-3}$	3000	4,10
300 *мк*	$4{,}1 \cdot 10^{-3}$	1000	$1{,}22 \cdot 10$
1 *мк*	1,22	100	$1{,}22 \cdot 10^{2}$
в Å		10	$1{,}22 \cdot 10^{3}$
8000	1,52	1	$1{,}22 \cdot 10^{4}$
7000	1,75	0,1	$1{,}22 \cdot 10^{5}$
6200	1,96	0,01	$1{,}22 \cdot 10^{6}$
5000	2,44	0,001	$1{,}22 \cdot 10^{7}$
4000	3,06	0,0001	$1{,}22 \cdot 10^{8}$

236. Показатель преломления жидкостей и твердых тел (относительно воздуха)

Данные таблицы относятся к желтым лучам линии *D* натрия, длина волны которой 5893 Å (см. табл. 241). Значение показателя преломления для жидкостей указаны при 20° С.

	Показатель преломления		Показатель преломления
Аммиак жидкий . . .	1,325	Оливковое масло . . .	1,46
Вода	1,333	Подсолнечное масло	1,47
Бензол	1,501	Серная кислота . . .	1,43
Глицерин	1,473	Сероуглерод жидкий .	1,63
Жидкий азот	1,197	Скипидар	1,47
» водород . . .	1,12	Соляная кислота . . .	1,254
» гелий	1,028	Спирт метиловый . . .	1,33
» кислород . . .	1,221	» этиловый . . .	1,362
Касторовое масло . .	1,48	Толуол	1,497
Кедровое » . . .	1,516	Эфир	1,354
Льняное » . . .	1,47	Алмаз	2,417

	Показатель преломления		Показатель преломления
Желатин	1,525	Сахар	1,56
Каменная соль	1,544	Слюда	1,56—1,60
Камфара	1,546	Стекло (легкий крон)	1,57
Кварц	1,54	» (тяжелый флинт)	1,8
Лед	1,31	Янтарь	1,546
Рубин	1,76		

237. Показатель преломления для воды

Значения показателя преломления даны для температуры 20° С.

Длина волны, *мк*	Показатель преломления	Длина волны, *мк*	Показатель преломления
0,3611	1,3474	0,5893	1,3330
0,4341	1,3403	0,6562	1,3311
0,4861	1,3371	0,7682	1,3289
0,5460	1,3345	1,028	1,3245

238. Показатель преломления газов и водяного пара

Значения показателя преломления указаны при нормальных условиях для $\lambda = 0{,}5893$ *мк* (желтая линия натрия).

Газ	Показатель преломления	Газ	Показатель преломления
Азот	1,000298	Гелий	1,000035
Аммиак	1,000379	Кислород	1,000271
Аргон	1,000281	Неон	1,000067
Водород	1,000132	Окись углерода	1,000334
Водяной пар	1,000255	Углекислый газ	1,000451
Воздух	1,000292	Хлор	1,000768

239. Зависимость показателя преломления от длины волн

Длина волны, Å	Цвет	Среда			
		стекло (тяжелый флинт)	стекло (легкий крон)	вода при 20° С	каменная соль
6563	Красный	1,6444	1,5145	1,3311	1,5407
5893	Желтый	1,6499	1,5170	1,3330	1,5443
5461	Зеленый	1,6546	1,5191	1,3345	1,5475
4800	Синий	1,6648	1,5235	1,3374	1,5541
4047	Фиолетовый	1,6852	1,5318	1,3428	1,5665

240. Предельный угол полного внутреннего отражения

Вещество	Предельный угол, δ	Вещество	Предельный угол, δ
Алмаз	24	Спирт	47
Вода	49	Стекло различных сортов	30—42
Глицерин	43	Эфир этиловый . . .	47
Сероуглерод	38		

241. Длина волн линий поглощения солнечного спектра (Фраунгоферовы линии)

Длина волны, Å	Число колебаний, $10^{12}\ \frac{1}{сек}$	Буквенное обозначение линии	Элемент	Область спектра
7594,1	395	A	Кислород	Красная
6869,9	437	B	»	»
6562,8	457	C	Водород	Оранжевая
5895,93 *	508	D_1	Натрий	Желтая
5889,97 *	509	D_2	»	»
5875,62	510	D_3	Гелий	»
5269,56	570	E	Железо	Зеленая
4861,37	617	F	Водород	»
4307,9	697	G	Железо (кальций) **	Синяя
4101,8	731	h	Водород	»
3968,4	756	H	Кальций	Фиолетовая

* Двойная линия; принятое среднее значение длины волны двойной линии натрия — 5893 Å.

** Две близкие линии: железа (4307,91 Å) и кальция (4307,74 Å).

242. Дополнительные цвета

В таблице указаны цвета излучения, которые при смешивании дают белый цвет

красный + сине-зеленый	желтый + синий
оранжевый + синий	зелено-желтый + фиолетовый

243. Данные о схематическом глазе

В схематическом глазе указываются значения, наиболее близко подходящие к средним, фактическим наблюдаемым значениям оптических констант глаза.

В скобках указаны значения соответствующих величин при аккомодации глаза.

Диаметр глазного яблока взрослого человека, *мм* . . ок. 24
» » » у новорожденного, *мм* . . ок. 16
Объем глазного яблока, $см^3$ 6,5

Вес глазного яблока, *г*	15
Толщина склеры, *мм*	0,4—1
» роговицы, *мм*	0,8—1
» сосудистой оболочки, *мм*	до 0,35
» сетчатки, *мм*	0,1—0,4
Длина колбочек, *мм*	до 0,07
» палочек, *мм*	ок. 0,06
Число палочек в сетчатке глаза, млн.	» 130
» колбочек » » » , млн.	» 7
Сечение зрительного нерва, *мм*^{2}	» 4
Размеры слепого пятна (форма — овальная)	1,5 × 2 *мм*^{2}
Показатель преломления роговицы	1,376
» » водянистой влаги и стекловидного тела	1,336
Показатель преломления хрусталика	1,386
Радиус кривизны передней поверхности роговицы, *мм*	7,7
» » » » хрусталика, *мм*	10 (5,33)
Радиус кривизны задней поверхности роговицы, *мм*	—6 (—5,33)
Фокусное расстояние хрусталика, *мм*	69,9 (40,4)
Преломляющая сила хрусталика, *дптр*	19,11 (33,06)
Диаметр хрусталика, *мм*	ок. 10
Толщина » , *мм*	3,7—4,0 (4,5)
Вес » , *г*	0,2
Фокусное расстояние (переднее) полной системы глаза, *мм*	—17,055 (—14,17)
Фокусное расстояние (заднее) полной системы глаза, *мм*	22,78 (18,93)
Преломляющая сила полной системы глаза, *дптр*	58,64 (70,57)
Диаметр зрачка при очень больших яркостях, *мм*	до 2
» » » » малых » , *мм*	» 7
Давление внутри глаза выше атмосферного на	16—22 *мм рт. ст.*
Диапазон яркостей, в котором может работать глаз, *нт*	10^{-5}—10^{7}
Время инерции зрения (в среднем), *сек*	0,05

244. Спектральная чувствительность глаза при дневном видении

Длина волны, Å	Относительная видность	Длина волны, Å	Относительная видность
4000	0,0004	5000	0,323
4200	0,004	5200	0,710
4400	0,023	5400	0,954
4600	0,060	5600	0,995
4800	0,139	5800	0,870

Длина волны, Å	Относительная видность	Длина волны, Å	Относительная видность
6000	0,631	7000	0,0041
6200	0,381	7200	0,001
6400	0,175	7400	0,00025
6600	0,061	7600	0,00006
6800	0,017		

Примечание. Глаз обладает избирательной спектральной чувствительностью. Наибольшей чувствительностью (при дневном видении) глаз обладает к желто-зеленой части спектра, к излучению с длиной волны 5550 Å*. Чувствительность глаза к излучению указанной длины волны условно принята за единицу.

Число, показывающее, во сколько раз чувствительность глаза к излучению данной длины волны меньше, чем к излучению с длиной волны 5550 Å называется *относительной видностью* (обозначается K_λ).

* При сумеречном зрении максимум спектральной чувствительности глаза относится к излучению с длиной волны 5070 Å.

245. Потери света на отражение в объективах (непросветленных)

Число линз в объективе	Число поверхностей раздела стекла и воздуха	Яркость выходящего пучка *
1	2	0,90
2	4	0,82
3	6	0,75
4	8	0,68

Примечание. Просветление объективов значительно уменьшает потери света на отражение. Например, если объектив «Юпитер-3» до просветления обладает коэффициентом пропускания ** 72%, то после просветления коэффициент пропускания возрастает до 91%. Эти величины для объективов «Юпитер-12» и «Индустар-22» составляют соответственно 68 и 89%, 69 и 90%.

* Яркость упавшего на объектив пучка лучей принята равной 1,00.

** Коэффициентом пропускания называется отношение светового потока, прошедшего через объектив, к световому потоку, падающему на объектив.

246. Состав солнечного излучения

В таблице дан состав солнечного излучения при высоте Солнца над горизонтом в 30°.

В каком месте	Энергия частей спектра, %		
	ультрафиолетовой	видимой	инфракрасной
На границе атмосферы	5	52	43
На поверхности Земли	1	40	59

247. Химические элементы, открытые с помощью спектрального анализа

Название элемента	Год открытия	Кто открыл	Способ возбуждения спектра
Цезий (Cs)	1860	Р. Бунзен и Г. Кирхгоф (Германия)	Пламя
Рубидий (Rb)	1861	Р. Бунзен и Г. Кирхгоф	
Таллий (Tl)	1861	У. Крукс (Англия)	
Индий (In)	1863	Ф. Рейх и Т. Рихтер (Германия)	
Галлий (Ga)	1875	П. Э. Лекок де Буабодран (Франция)	Искра
Самарий (Sm)	1879		
Гелий (He)	1895	У. Рамзай* (Англия)	Гейслеровы трубки
Неон (Ne)	1898	У. Рамзай и М. Траверс (Англия)	
Криптон (Kr)			
Ксенон (Xe)			
Гафний (Hf)	1923	Г. Хевеши (Венгрия) и Д. Костер (Дания)	Открыт с помощью рентгено-спектрального анализа

* В 1868 г. астрономы Ж. Жансен (Франция) и Л. Локьер (Англия) обнаружили в солнечном спектре ярко-желтую линию, которую нельзя было приписать ни одному из известных в то время на Земле элементов. Неизвестный элемент был назван гелием. У. Рамзай открыл гелий в спектре газа, выделенного из минерала клевеита.

248. Спектр электромагнитных колебаний (волн)

Название частот колебаний	Частота, *гц*	Название диапазонов волн (лучей)	Название групп волн (лучей)	Длина волны	
				см	в других единицах длины
Инфранизкие . .	Ниже 10^{-1}	Низкочастотные волны	—	Более $3 \cdot 10^{11}$	Более $3 \cdot 10^6$ *км*
Низкие	$10^{-1} - 20$		—	$3 \cdot 10^{11} - 1{,}5 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^6 - 1{,}5 \cdot 10^4$ *км*
Промышленные	$10 - 2 \cdot 10^2$		—	$3 \cdot 10^9 - 1{,}5 \cdot 10^8$	$(30-1{,}5) \cdot 10^3$ *км*
Звуковые . . .	$20 - 20\,000$		—	$1{,}5 \cdot 10^9 - 1{,}5 \cdot 10^6$	$15 \cdot 10^3 - 15$ *км*
Радио	Ниже 10^5	Радиоволны	Длинные	Более $3 \cdot 10^5$	Более 3 *км*
	$(1 - 15) \cdot 10^5$		Средние	$3 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^4$	3 *км* — 200 *м*
	$(1{,}5 - 30) \cdot 10^6$		Короткие . . .	$2 \cdot 10^4 - 10^3$	200 — 10 *м*
	$(3 - 30) \cdot 10^7$		Метровые . . .	$10^3 - 10^2$	10 — 1 *м*
	$(3 - 30) \cdot 10^8$		Дециметровые .	100 — 10	1 — 0,1 *м*
	$(3 - 30) \cdot 10^9$	Ультрарадиоволны	Сантиметровые .	10 — 1	10 — 1 *см*
	$(3 - 30) \cdot 10^{10}$		Миллиметровые	1 — 0,1	10 — 1 *мм*
	$(3 - 30) \cdot 10^{11}$		Переходные . .	$10^{-1} - 10^{-2}$	1 — 0,1 *мм*
Инфракрасные .	$(3 - 400) \cdot 10^{12}$	Инфракрасные лучи (волны)	Декамикронные	$10^{-2} - 10^{-3}$	100 — 10 *мк*
			Микронные . .	$10^{-3} - 0{,}76 \cdot 10^{-4}$	10 — 0,76 *мк*

Продолжение

Название частот колебаний	Частота, *гц*	Название диапазонов волн (лучей)	Название групп волн (лучей)	Длина волны	
				см	в других единицах длины
Световые . . .	$(4 — 8) \cdot 10^{14}$	Световые лучи (волны)	Красные	$(0{,}76 — 0{,}62) \cdot 10^{-4}$	7600 — 6200 Å
			Оранжевые . . .	$(0{,}62 — 0{,}59) \cdot 10^{-4}$	6200 — 5900 Å
			Желтые	$(0{,}59 — 0{,}56) \cdot 10^{-4}$	5900 — 5600 Å
			Зеленые	$(0{,}56 — 0{,}50) \cdot 10^{-4}$	5600 — 5000 Å
			Голубые	$(0{,}50 — 0{,}48) \cdot 10^{-4}$	5000 — 4800 Å
			Синие	$(0{,}48 — 0{,}45) \cdot 10^{-4}$	4800 — 4500 Å
			Фиолетовые . .	$(0{,}45 — 0{,}38) \cdot 10^{-4}$	4500 — 3800 Å
Ультрафиолетовые	$(8 — 600) \cdot 10^{14}$	Ультрафиолетовые лучи (волны)	Ближайшие . .	$(0{,}38 — 0{,}05) \cdot 10^{-4}$	3800 — 500 Å
			Дальние (крайние)	$(50 — 5) \cdot 10^{-7}$	500 — 50 Å
Рентгеновские .	$6 \cdot 10^{16} — 7{,}5 \cdot 10^{19}$	Рентгеновские лучи (волны)	Граничные . . .	$(50 — 1) \cdot 10^{-8}$	50 — 1 Å
			Мягкие	$(10 — 4) \cdot 10^{-9}$	1 — 0,4 Å
			Жесткие	$(40 — 4) \cdot 10^{-10}$	0,4 — 0,04 Å
Гамма	$7{,}5 — 10^{19} — 3 \cdot 10^{21}$	Гамма-лучи (волны)	Декаиксовые . .	$(4 — 1) \cdot 10^{-10}$	40 — 10 X
			Иксовые	$10^{-10} — 10^{-11}$	10 — 1 X
Космические . .		Космические лучи (волны)	—	$10^{-12} — 10^{-14}$	0,1 — 0,001 X

Строение атома

249. Элементарные частицы

Таблица содержит перечень элементарных частиц, существование которых экспериментально установлено на 1. I—1960 г. Весьма вероятно, что число открытых элементарных частиц будет увеличено. Например, в марте 1960 г. в Дубне (СССР) была открыта новая частица — анти-сигма-минус-гиперон (она имеет положительный заряд, масса ее равна 2340 массам электрона, время жизни $1{,}2 \cdot 10^{-10}$ *сек*). Затем в Италии была открыта элементарная частица — анти-сигма-плюс-гиперон, несущая отрицательный заряд и имеющая несколько меньшую массу, чем частица, открытая в Дубне.

№ п/п	Название частицы	Обозначение (символ) частицы	Масса покоя		Заряд (в зарядах электрона)	Время жизни свободных частиц, *сек*	Спин
			в массах электрона	в *Мэв*			
1	Фотон	γ, $h\nu$	0	0	0	Стабилен	1
2	Нейтрино	ν	0	0	0	»	$^1/_2$
3	Антинейтрино	$\tilde{\nu}$	0	0	0	»	$^1/_2$
4	Электрон	e^-	1	0,510976	—1	»	$^1/_2$
5	Позитрон	e^+	1	0,510976	+1	Стабилен в вакууме	$^1/_2$
6	Мю-плюс-мезон	μ^+	206,7	105,6	+1	$2{,}2 \cdot 10^{-6}$	$^1/_2$
7	Мю-минус-мезон	μ^-	206,7	105,6	—1	$2{,}2 \cdot 10^{-6}$	$^1/_2$
8	Пи-плюс-мезон	π^+	273,3	139,7	+1	$2{,}6 \cdot 10^{-8}$	0
9	Пи-минус-мезон	π^-	272,8	139,4	—1	$2{,}6 \cdot 10^{-8}$	0
10	Пи-ноль-мезон	π^0	264,3	135,0	0	$\approx 10^{-15}$	0
11	Ка-плюс-мезон	K^+	965	494,0	+1	$1{,}2 \cdot 10^{-8}$	0
12	Ка-минус-мезон	K^-	965	494,0	—1	$1{,}2 \cdot 10^{-8}$	0

Продолжение

№ п/п	Название частицы	Обозначение (символ) частицы	Масса покоя		Заряд (в зарядах электрона)	Время жизни свободных частиц, *сек*	Спин
			в массах электрона	в *Мэв*			
13	Ка-ноль-мезон	K^0	966	497,9	0	$1{,}00 \cdot 10^{-10}$	0
14	Анти-ка-ноль-мезон	$\widetilde{K^0}$	966	497,9	0	$3 \cdot 10^{-8}$	0
	Нуклоны:						
15	Протон	p	1836,14	938,214	+1	Стабилен	$^1/_2$
16	Нейтрон	n	1838,65	939,508	0	$7{,}2 \cdot 10^3$	$^1/_2$
	Антинуклоны:						
17	Антипротон	$\widetilde{p}$	1836,14	938,214	—1	Стабилен	$^1/_2$
18	Антинейтрон	$\widetilde{n}$	1838,65	939,508	0	$7{,}2 \cdot 10^3$	$^1/_2$
19	Лямбда-гиперон	Λ^0, Λ	2181	1115,45	0	$2{,}8 \cdot 10^{-10}$	$^1/_2$
20	Анти-лямбда-гиперон	$\widetilde{\Lambda^0}$, $\widetilde{\Lambda}$	2181	1115,45	0	$2{,}8 \cdot 10^{-10}$	$^1/_2$
21	Сигма-плюс-гиперон	Σ^+	2327,4	1189,5	+1	$0{,}86 \cdot 10^{-10}$	$^1/_2$
22	Сигма-минус-гиперон	Σ^-	2340	1196,39	—1	$1{,}83 \cdot 10^{-10}$	$^1/_2$
23	Сигма-ноль-гиперон	Σ^0	близко к массе $\Sigma^\pm$		0	$< 10^{-11}$	$^1/_2$
24	Кси-минус-гиперон	Ξ^-	2580	1319,1	—1	$(4{,}6 - 200) \cdot 10^{-10}$	$^1/_2$?
25	Кси-ноль-гиперон	Ξ^0	2585	1326	0	$\approx 10^{-10}$	$^1/_2$?

Примечание. Единственные элементарные частицы, кванты электромагнитного поля тождественны со своими у которых нет и теоретически не должно быть античас- античастицами — частица и античастица в этом случае тиц, — это π^0-мезон и фотон. Нейтральный пи-мезон и совпадают.

Фотон (от греч. *фотос* — свет) — стабильная частица света (световой квант). Не имеет массы покоя и электрического заряда. Энергия фотона $h\nu$, импульс $\frac{h\nu}{c}$.

При столкновении фотона достаточно большой энергии (не меньшей, чем 1,02 *Мэв*) с ядром или нуклоном вместо исчезающего фотона возникают две частицы — электрон и позитрон, т. е. происходит рождение электронно-позитронной пары; ее могут создать и два фотона. В веществе, при столкновении позитрона с электроном, может наблюдаться противоположный процесс — аннигиляция пары, при этом обе частицы превращаются в фотоны. Такие фотоны возникают при облучении какого-либо вещества позитронами.

Фотон стали считать элементарной частицей лишь в тридцатых годах XX в., когда был открыт факт взаимопревращаемости вещества и излучения.

Электрон (от греч. *электрон* — янтарь) — стабильная частица, легчайшая из электрически заряженных элементарных частиц. Масса покоящегося электрона $\approx 9{,}11 \cdot 10^{-28}$ *г* $\left(\approx \frac{1}{1840}\right.$ массы атома водорода$\left.\right)$. Электрон обладает зарядом $\approx 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ *к* $= 4{,}80 \cdot 10^{-10}$ ед. заряда СГСЭ.

Свободные электроны могут быть выделены из вещества при облучении светом (фотоэффект), нагревании (термоэлектронная эмиссия), действии электрического поля (холодная эмиссия). Электроны, испускаемые атомами при радиоактивном распаде, называют β-частицами.

Движущиеся вокруг атомного ядра электроны определяют оптические, электрические и другие свойства атомов и молекул, а характер движения электронов определяет свойства жидких и твердых тел (прочность, электропроводность, свойства диэлектриков и др.).

Позитрон (от лат. *позитивус* — положительный) — легкая частица, масса равна массе электрона, а положительный заряд равен по величине заряду электрона. Испускается ядрами некоторых атомов при искусственной радиоактивности (при β-распаде ядер), а также образуется фотонами, если их энергия превышает энергию, соответствующую сумме масс покоя электрона и позитрона, т. е. энергию 1,02 *Мэв*.

Позитроны стабильны в вакууме; в веществе они практически не могут существовать вследствие аннигиляции с электронами.

Благодаря открытию позитрона получило обоснование предложенное впервые П. Дираком новое и чрезвычайно важное представление о существовании античастиц. Позитрон был первой элементарной частицей, существование которой следовало из теории (предсказана в 1928 г. П. Дираком; экспериментально открыта в 1932 г.).

Протон (от греч. *протос* — первый) — ядро атома водорода, тяжелая стабильная положительно заряженная частица. Масса протона $1{,}6724 \cdot 10^{-24}$ *г*. Протоны входят в состав всех атомных ядер; число протонов в ядре определяет его заряд. Протоны и нейтроны носят общее название нуклонов (от лат. *нуклеус* — ядро).

Искусственное ускорение протонов широко используется для осуществления различных ядерных реакций.

Антипротон — элементарная частица, аналогичная протону, но обладающая отрицательным зарядом. Предположения о существовании антипротона были высказаны более двадцати лет тому назад. Однако

для его получения были необходимы пучки частиц высокой энергии, и он был открыт лишь в 1955 г. при бомбардировке медной мишени пучком протонов, ускоренных до энергии 6 млрд. *эв*. Основным процессом при взаимодействии антипротона с ядром является аннигиляция, при которой сталкивающиеся антипротон и нуклон превращаются в мезоны с большой кинетической энергией.

Нейтрон (от лат. *нейтрум* — ни то, ни другое) — тяжелая частица, лишенная заряда. Масса нейтрона ($1{,}6746 \cdot 10^{-24}$ *г*) несколько больше массы протона и в 1838,65 раза больше массы электрона. Нейтрон устойчив только в составе атомного ядра, а свободный нейтрон в отличие от протона и электрона неустойчив, радиоактивен. В вакууме он превращается в протон, испуская электрон и антинейтрино.

Свободные нейтроны получают путем выбивания их из атомных ядер (бомбардируя, например, ядра α-частицами, протонами, дейтронами или γ-лучами, которые испускаются при радиоактивных превращениях или ускоряются при помощи ускорителей заряженных частиц). Они образуются также космическими лучами в атмосфере. Наиболее мощные источники нейтронов — ядерные реакторы.

Проникающая способность быстрых нейтронов значительно больше, чем быстрых заряженных частиц, так как у нейтрона отсутствует электрический заряд и они свободно проходят электронные оболочки атомов, не ионизируя атомы и не тратя на это свою энергию.

Нейтроны легко проникают в любые ядра, вплоть до самых тяжелых. Под действием нейтронов могут делиться тяжелые ядра (тория, урана и др.), протекать ядерные реакции с вылетом γ-квантов, протонов, α-частиц.

Нейтроны, как и протоны, входят в состав ядер атомов. Элементы, отличающиеся только количеством нейтронов, входящих в состав ядра, называют изотопами.

Нейтроны с энергией до 0,44 *эв* называют *тепловыми*, от 0,44 до 1000 *эв* — *резонансными* (тепловые и резонансные нейтроны составляют группу медленных нейтронов). Нейтроны промежуточных энергий обладают энергией от 1 до 500 *кэв*, быстрые нейтроны — от 0,5 до 10 *Мэв*, а сверхбыстрые — до 50 *Мэв*.

Антинейтрон — нейтральная элементарная частица с массой, равной массе нейтрона. Антинейтрон может аннигилировать с нуклонами с выделением энергии, равной сумме энергии покоя антинейтрона и нуклона. В результате аннигиляции могут испускаться π-мезоны и частично *K*-мезоны.

Нейтрино (от итал. *нейтрино*, уменьшительное от нейтрона) и антинейтрино* — элементарные частицы, лишенные электрического заряда, масса покоя которых, по-видимому, равна нулю. Можно считать экспериментально установленным, что масса нейтрино во всяком случае меньше $^1/_{2000}$ массы электрона.

Нейтрино и антинейтрино сопровождают β-распад и распад μ-мезонов. Большие потоки нейтрино и антинейтрино посылает на Землю Солнце. Кроме того, потоки этих частиц образуются в промышленных атомных реакторах.

Не имея электрического заряда, нейтрино и антинейтрино весьма слабо взаимодействуют с веществом (взаимодействие нейтрино с протонами и электронами примерно в 10^{12} раз слабее, чем электромагнит-

* Первоначально предполагалось, что нейтрино и антинейтрино неразличимы, однако в 1957 г. теоретически было показано, что эти частицы отличаются знаком «спиральности» (оказалось, что спин нейтрино направлен под углом 180° к импульсу частицы, а антинейтрино — по направлению импульса).

ное взаимодействие). Поэтому нейтрино обладает рекордной для элементарных частиц проникающей способностью *, вследствие чего ее обнаружение представляло исключительно сложную задачу.

Существование нейтрино было постулировано швейцарским физиком В. Паули в 1933 г., т. е. более чем за двадцать лет до прямого доказательства ее существования, сделанного в 1956 г., и вытекало из необходимости удовлетворения закона сохранения энергии при β-распаде.

Мезоны (от греч. *мезос* — средний) — неустойчивые частицы, масса которых в 264—273 раза превышает массу электрона. Существуют также тяжелые мезоны с массой, почти в 1000 раз большей массы электрона, а также антимезоны. Таким образом, по массе эти частицы занимают промежуточное, среднее положение между массой электрона и массой нуклонов (отсюда и их название). Мезоны несут один положительный или отрицательный элементарный заряд. Существуют также нейтральные мезоны (по устаревшей терминологии их иногда называют нейтретто). Мезоны распадаются, образуя электроны, позитроны, нейтрино и гамма-фотоны.

Существование мезонов было постулировано японским физиком Х. Юкавой в связи с проблемой ядерных сил.

Первыми были открыты в 1936 г. мю-мезоны (μ-мезоны). На небольших высотах над Землей они составляют большую часть потока космических лучей; очень слабо взаимодействуют с атомными ядрами. Они, вопреки первоначальным предположениям, не являются ядерноактивными частицами и не имеют отношения к ядерным силам.

Через 11 лет после открытия μ-мезонов в составе космического излучения были обнаружены отрицательно и положительно заряженные частицы с массой около 300 m_e, получившие название π-мезоны (пи-мезоны, или пионы).

Основной способ их распада — это распад на μ-частицу (μ-мезон) и нейтрино (или антинейтрино): $\pi^+ \to \mu^+ + \nu$; $\pi^- \to \mu^- + \tilde{\nu}$. π-мезоны рождаются в основном при взаимодействии частиц большой энергии (сотни *Мэв* и выше) — при столкновениях нуклонов или фотонов большой энергии с атомными ядрами. С помощью ускорителей также оказывается возможным получать и исследовать интенсивные потоки π-мезонов. Рождение π-мезонов наблюдается и при аннигиляции нуклонов и антинуклонов. π-мезоны интенсивно взаимодействуют с нейтронами и протонами.

По современным представлениям, π-мезонам принадлежит основная роль в ядерных силах: ядерные силы обусловливаются обменом π-мезонами между нуклонами ядер. Нейтральные π-мезоны распадаются в подавляющем числе случаев на два γ-кванта; в некоторых же случаях происходит распад на γ-квант и на позитрон и электрон.

В космических лучах было обнаружено несколько новых видов тяжелых частиц с массой около 966 электронных масс — тяжелых мезонов, получивших название K-мезонов. Известны четыре вида K-мезонов; два заряженных K^+, K^- и два нейтральных K^0 и $\tilde{K}^0$.

Примеры реакций распада мезонов:

$$\mu^+ \to e^+ + \nu + \tilde{\nu}$$

$$\mu^- \to e^- + \nu + \tilde{\nu}$$

$$K^0 \to \begin{cases} \pi^+ + \pi^- \\ \pi^0 + \pi^0 \end{cases}$$

$$K^+ \to \begin{cases} \mu^+ + \nu \\ \pi^+ + \pi^0 \\ \pi^+ + \pi^+ + \pi^- \\ \pi^+ + \pi^0 + \pi^0 \\ \mu^+ + \pi^0 + \nu \\ e^+ + \pi^0 + \nu \end{cases} \qquad K^- \to \begin{cases} \mu^- + \tilde{\nu} \\ \pi^- + \pi^0 \\ \pi^- + \pi^- + \pi^+ \\ \pi^- + \pi^0 + \pi^0 \\ \mu^- + \pi^0 + \tilde{\nu} \\ e^- + \pi^0 + \tilde{\nu} \end{cases}$$

* Например, нейтрино может пройти всю толщу земного шара, не вызывая превращений.

Тяжелые мезоны рождаются при столкновениях π-мезонов и нуклонов большой энергии, превышающей несколько миллиардов электронвольт, с нуклонами и атомными ядрами. Рождение K-мезонов возможно и при аннигиляции нуклонов и антинуклонов.

K-мезоны никогда не рождаются в одиночку. Они рождаются только либо в паре друг с другом K^+ и K^-, либо в паре с гипероном. K-мезоны могут поглощаться ядрами, образуя при этом гипероны.

Гипероны (от греч. *гипер* — сверх, выше) — нестабильные нейтральные или заряженные частицы, масса гиперонов более чем в 2000 раз больше массы электрона; она больше примерно на одну четверть массы нуклонов, но меньше массы дейтронов.

К наиболее известным гиперонам относятся сигма-минус-гиперон (Σ^-) и сигма-плюс-гиперон (Σ^+).

При распаде гипероны испускают π-мезоны и превращаются в нуклоны (протон или нейтрон). Это позволяет рассматривать гипероны как возбужденные нуклоны. Гипероны рождаются при столкновениях быстрых нуклонов и π-мезонов с нуклонами и атомными ядрами, наряду с гиперонами при этом рождаются и K-мезоны.

Нейтральный гиперон (Λ^0) распадается на протон и π-мезон (при этом освобождается энергия, равная 37 *Мэв*); заряженные сигма-гипероны распадаются по следующим схемам:

$$\Sigma^+ \to n + \pi^+ + 110 \text{ Мэв};$$
$$\Sigma^+ \to p + \pi^0 + 116 \text{ Мэв};$$
$$\Sigma^- \to n + \pi^- + 118 \text{ Мэв}.$$

Масса Σ^--гиперона примерно на 15 электронных масс больше массы Σ^+-гиперона, а время жизни — примерно в 2 раза больше.

Гиперон-кси-минус называют каскадным гипероном, т. к. он распадается на другой гиперон и π-мезон по следующей «каскадной» схеме:

$$\Xi^- \to \Lambda^0 + \pi^- + 65 \text{ Мэв}.$$
$$\downarrow$$
$$p + \pi^- + 37 \text{ Мэв}$$

Все гипероны были вначале обнаружены в космическом излучении, а в дальнейшем, когда были созданы гигантские ускорители на 3 и 6 млрд. *эв* (США) и 10 млрд. *эв* (СССР), они были получены и исследованы в лабораторных условиях.

Группа частиц — нуклоны (протон и нейтрон) и антинуклоны, гипероны и антигипероны получили общее название *барионов*.

Точное значение спинов каскадных гиперонов неизвестно (по-видимому, они равны $^1/_2$); спины же остальных барионов равны $^1/_2$.

Группа элементарных частиц, имеющих целый спин — нейтрино и антинейтрино, электрон и позитрон, μ-мезон (или, иначе, анти-μ^+-мезон), μ^+-мезон, получила название *лептонов* (от греч. *лептос* — тонкий, легкий). В отличие от гиперонов и мезонов лептоны не обладают сильным взаимодействием с нуклонами и, следовательно, с атомными ядрами.

К *мезонам* относится группа частиц с целым или нулевым спином — фотоны, π-мезоны (π^+, π^-, π^0), K-мезоны (K^+, K^-, K^0, анти-K^0-мезон). μ-мезоны не относятся к группе мезонов, т. к. их спин равен $^1/_2$, и слово «мезон» фигурирует в названии этих частиц по той причине, что они тяжелее электрона и легче нуклонов.

251. Неэлементарные частицы

Дейтрон, или дейтон, ($_1H^2$, D или d) — ядро атома одного из изотопов водорода, называемого тяжелым водородом, или дейтерием. Масса нейтрального атома дейтерия равна 2,01473 а. е. м.

Дейтрон состоит из двух частиц — нейтрона и протона, связанных друг с другом. Масса дейтрона равна массе дейтерия минус масса электрона. Масса дейтрона в атомных единицах массы равна 2,01423. В дейтроне среднее расстояние между протоном и нейтроном относительно невелико, а энергия их связи, т. е. энергия, которую нужно затратить для разложения ядра дейтерия на протон и нейтрон, относительно мала: она равна $2{,}23 \cdot 10^6$ *эв* (для α-частицы энергия связи равна $28 \cdot 10^6$ *эв*).

В качестве бомбардирующих частиц дейтрон широко используется в ядерных реакциях.

Тритон — ядро атома радиоактивного изотопа (трития), обозначается $_1H^3$, t. Состоит из одного протона и двух нейтронов. Масса тритона 3,01646 а. е. м., заряд равен единице.

Тритий ($_1H^3$ или T) — «сверхтяжелый» изотоп водорода с массовым числом 3. Тритий радиоактивен (период полураспада 12,46 лет) и переходит в устойчивый изотоп гелия с испусканием электрона. Его получают искусственно — обычно облучением лития медленными нейтронами в ядерном реакторе ($_3Li^6 + n \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^3$). Он может использоваться как термоядерное горючее (в водородных бомбах). Одна из возможных термоядерных реакций состоит в синтезе ядра гелия из ядер трития и дейтерия. Эта реакция идет с выделением энергии ($_1H^3 + {}_1H^2 = {}_2He^4 + n + 17{,}6$ *Мэв*). При синтезе по этой реакции 1 *кг* гелия выделяется энергия, равная 10^{11} *ккал* (120 млн. *квт · ч*), что эквивалентно сгоранию 120 000 *т* угля. Для осуществления такой реакции необходимо за весьма малое время (порядка десятимиллионных долей секунды) получить температуру порядка десятков миллионов градусов, которая в настоящее время может быть достигнута в земных условиях только при взрыве атомной бомбы.

Тритий образуется также в ничтожных количествах в атмосфере вследствие взаимодействия космических лучей с ядрами атомов.

α-частицы — ядра атомов гелия $_2He^4$; они состоят из двух нейтронов и двух протонов, прочно связанных между собой. Положительный заряд 2 ($9{,}606 \cdot 10^{-10}$ ед. заряда СГСЭ), а массовое число 4 (масса равна $6{,}644 \cdot 10^{-24}$ *г*).

α-частицы, испускаемые при радиоактивном распаде некоторых ядер, имеют скорости порядка $(1—2) \cdot 10^4$ *км/сек*, а энергию порядка $(6—14) \cdot 10^{-6}$ *эрг* (4—11 *Мэв*). α-частицы составляют около 20% первичного космического излучения. Проходя через вещество, они ионизируют его, образуя цепочки ионов, которые можно видеть в камере Вильсона. За весь пробег α-частица создает в воздухе число пар ионов порядка 10^5 (α-частица полония, например, создает $1{,}45 \cdot 10^5$ пар ионов). Средний пробег α-частицы в воздухе при нормальных условиях составляет несколько сантиметров (2,5—8,5 *см*).

252. Данные из атомной физики

Заряд электрона, ед. заряда СГСЭ	$-4{,}80288 \cdot 10^{-10}$
Масса покоящегося электрона, *г*	$9{,}1085 \cdot 10^{-28}$
Отношение заряда электрона к его массе, $\frac{\text{ед. заряда СГСЭ}}{г}$	$5{,}2736 \cdot 10^{17}$

Продолжение

Масса электрона, выраженная в единицах энергии, *эв*	$5{,}10976 \cdot 10^5$
Классический радиус электрона, *см*	$2{,}8175 \cdot 10^{-13}$
Средняя длина свободного пробега электрона при 20° С, *см*	
в золоте	$410 \cdot 10^{-8}$
в меди	$420 \cdot 10^{-8}$
в серебре	$570 \cdot 10^{-8}$
Скорость электрона, имеющего энергию 1 *эв*, $\frac{см}{сек}$	$5{,}9 \cdot 10^7$
Заряд протона, ед. заряда СГСЭ	$4{,}80288 \cdot 10^{-10}$
Магнитный момент электрона, $\frac{эрг}{гс}$	$0{,}9273 \cdot 10^{-20}$
Масса покоящегося протона, *г*	$1{,}6724 \cdot 10^{-24}$
Отношение массы протона к массе электрона	1836,14
Масса нейтрона, *г*	$1{,}6746 \cdot 10^{-24}$
Отношение массы нейтрона к массе электрона	1838,65
Радиус нейтрона или протона, *см*	порядка 10^{-13}
Масса α-частицы (ядра гелия), *г*	$6{,}644 \cdot 10^{-24}$
» атома водорода, *г*	$1{,}6733 \cdot 10^{-24}$
Радиус первой водородной орбиты (радиус траектории электрона в водородном атоме), *см*	$0{,}528 \cdot 10^{-8}$
Расстояние между атомами в твердом теле, *см*	порядка 10^{-8}
А. е. м. (атомная единица массы), *г*	$1{,}657 \cdot 10^{-24}$
Масса, а. е. м.	
электрона	0,0005486
протона	1,0075888
атома водорода	1,0081374
нейтрона	1,008982
α-частицы (ядра гелия)	4,00274
Радиус атомного ядра, *см*	порядка 10^{-13}
» ядра урана, *см*	$8{,}5 \cdot 10^{-13}$
Радиус ядра гелия, *см*	$(2-3) \cdot 10^{-13}$
» атома, *см*	порядка 10^{-8}
» » урана, *см*	$\approx 1{,}5 \cdot 10^{-8}$
» действия ядерных сил, *см*	$\approx (1-1{,}4) \cdot 10^{-13}$
Плотность ядерного вещества в различных атомных ядрах, $\frac{г}{см^3}$	порядка $1{,}4 \cdot 10^{14}$
Энергия, высвобождаемая при делении одного ядра на два тяжелых осколка, *Мэв*	170 (или $2{,}72 \cdot 10^{-4}$ *эрг*)
Скорость α-частицы, вылетающей из ядра радия, $\frac{км}{сек}$	15 200
Средний пробег в воздухе (при нормальных условиях) α-частицы, вылетевшей из ядра радия, *см*	3,3

253. Электронные оболочки атомов

В таблице дано число электронов в электронных оболочках (слоях) нейтральных атомов всех химических элементов, распределение электронов в подгруппах оболочек, буквенные наименования электронных оболочек и подгрупп, значения главных и побочных квантовых чисел (см. примечания к таблице).

Атомный номер элемента	Символ элемента	Электронные оболочки (слои)																	
		K $n=1$	L $n=2$		M $n=3$			N $n=4$				O $n=5$				P $n=6$			Q $n=7$
		$l=0$ $1s$	$l=0$ $2s$	$l=1$ $2p$	$l=0$ $3s$	$l=1$ $3p$	$l=2$ $3d$	$l=0$ $4s$	$l=1$ $4p$	$l=2$ $4d$	$l=3$ $4f$	$l=0$ $5s$	$l=1$ $5p$	$l=2$ $5d$	$l=3$ $5f$	$l=0$ $6s$	$l=1$ $6p$	$l=2$ $6d$	$l=0$ $7s$
1-й период																			
1	H	1																	
2	He	2																	
2-й период																			
3	Li	2	1																
4	Be	2	2																
5	B	2	2	1															
6	C	2	2	2															
7	N	2	2	3															
8	O	2	2	4															
9	F	2	2	5															
10	Ne	2	2	6															
3-й период																			
11	Na	2	2	6	1														
12	Mg	2	2	6	2														

Продолжение

Атомный номер элемента	Символ элемента	Электронные оболочки (слои)																	
		K $n=1$	L $n=2$		M $n=3$			N $n=4$				O $n=5$				P $n=6$			Q $n=7$
		$l=0$ $1s$	$l=0$ $2s$	$l=1$ $2p$	$l=0$ $3s$	$l=1$ $3p$	$l=2$ $3d$	$l=0$ $4s$	$l=1$ $4p$	$l=2$ $4d$	$l=3$ $4f$	$l=0$ $5s$	$l=1$ $5p$	$l=2$ $5d$	$l=3$ $5f$	$l=0$ $6s$	$l=1$ $6p$	$l=2$ $6d$	$l=0$ $7s$
13	Al	2	2	6	2	1													
14	Si	2	2	6	2	2													
15	P	2	2	6	2	3													
16	S	2	2	6	2	4													
17	Cl	2	2	6	2	5													
18	Ar	2	2	6	2	6													
4-й период																			
19	K	2	2	6	2	6		1											
20	Ca	2	2	6	2	6		2											
21	Sc	2	2	6	2	6	1	2											
22	Ti	2	2	6	2	6	2	2											
23	V	2	2	6	2	6	3	2											
24	Cr	2	2	6	2	6	5	1											
25	Mn	2	2	6	2	6	5	2											
26	Fe	2	2	6	2	6	6	2											
27	Co	2	2	6	2	6	7	2											
28	Ni	2	2	6	2	6	8	2											
29	Cu	2	2	6	2	6	10	1											
30	Zn	2	2	6	2	6	10	2											
31	Ga	2	2	6	2	6	10	1											
32	Ge	2	2	6	2	6	10	2											
33	As	2	2	6	2	6	10	3											
34	Se	2	2	6	2	6	10	4											

| | | |

Продолжение

Атомный номер элемента	Символ элемента	Электронные оболочки (слои)																		
		K $n=1$	L $n=2$		M $n=3$			N $n=4$				O $n=5$				P $n=6$			Q $n=7$
		$l=0$ $1s$	$l=0$ $2s$	$l=1$ $2p$	$l=0$ $3s$	$l=1$ $3p$	$l=2$ $3d$	$l=0$ $4s$	$l=1$ $4p$	$l=2$ $4d$	$l=3$ $4f$	$l=0$ $5s$	$l=1$ $5p$	$l=2$ $5d$	$l=3$ $5f$	$l=0$ $6s$	$l=1$ $6p$	$l=2$ $6d$	$l=0$ $7s$
57	La	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6	1	2				
58	Ce	2	2	6	2	6	10	2	6	10	1	2	6	1	2				
59	Pr	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	2	6	1	2				
60	Nd	2	2	6	2	6	10	2	6	10	3	2	6	1	2				
61	Pm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	4	2	6	1	2				
62	Sm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	5	2	6	1	2				
63	Eu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	6	2	6	1	2				
64	Gd	2	2	6	2	6	10	2	6	10	7	2	6	1		2			
65	Tb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	8	2	6	1		2			
66	Dy	2	2	6	2	6	10	2	6	10	9	2	6	1		2			
67	Ho	2	2	6	2	6	10	2	6	10	10	2	6	1		2			
68	Er	2	2	6	2	6	10	2	6	10	11	2	6	1		2			
69	Tu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	12	2	6	1		2			
70	Yb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	13	2	6	1		2			
71	Lu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	1		2			
72	Hf	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	2		2			
73	Ta	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	3		2			
74	W	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	4		2			
75	Re	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	5		2			
76	Os	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	6		2			

77	Ir	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	7		2			
78	Pt	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	8		2			
79	Au	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		1			
80	Hg	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2			
81	Tl	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	1		
82	Pb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	2		
83	Bi	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	3		
84	Po	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	4		
85	At	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	5		
86	Rn	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6		
7-й период																			
87	Fr	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6		1
88	Ra	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6		2
89	Ac	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6	1	2
90	Th	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	1	2	6	1	2
91	Pa	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	2	6	1	2
92	U	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	3	2	6	1	2
93	Np	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	4	2	6	1	2
94	Pu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	5	2	6	1	2
95	Am	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	6	2	6	1	2
96	Cm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	7	2	6	1	2
97	Bk	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	8	2	6	1	2
98	Cf	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	8	2	6	2	2
99	E	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	8	2	6	3	2
100	Fm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	8	2	6	4	2
101	Mv	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	8	2	6	5	2

Примечания. 1. Электроны в атомах располагаются по определенным оболочкам (слоям). Первая, ближайшая к ядру, оболочка обозначается буквой *K*, следующая за ней — буквой *L*, затем идут *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*-оболочки. Число оболочек увеличивается по мере увеличения порядкового номера элементов и достигает для самых тяжелых атомов семи.

2. Энергетическое состояние электрона в атоме характеризуется четырьмя квантовыми числами — главным (n), орбитальным, или побочным, (l), спиновым (m_s), внутренним, или магнитным, (m_l). Эти числа могут иметь целые или полуцелые значения.

3. Главное квантовое число n определяет орбиту электрона (ее радиус или большую полуось в случае эллиптической орбиты). От этого числа главным образом зависит энергия электрона в атоме. Каждой оболочке атома соответствует свое определенное значение главного квантового числа: оболочке *K* — число 1, оболочкам *L*, *M*, *N*, *O*, *P*, *Q* — соответственно числа 2, 3, 4, 5, 6, 7. Таким образом, все электроны, входящие в состав одной и той же оболочки, имеют одинаковые квантовые числа. Иначе говоря, совокупность электронов, обладающих одинаковым главным квантовым числом, образует оболочку (слой).

4. Побочное орбитальное квантовое число l определяет момент количества движения (или эксцентриситет орбиты) электрона при его вращении вокруг атомного ядра. Это число может принимать только целочисленные значения, начиная от нуля: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Численные значения побочного квантового числа обычно записываются не цифрами, а буквами: *s*, *p*, *d*, *f*, *h*... Таким образом, состояния электронов в оболочке (слое) *K* ($n = 1$, $l = 0$) записываются символом $1s$; в слое ($n = 2$) при $l = 0$ — символом $2s$, при $l = 1$ — символом $2p$ и т. д. Электроны, имеющие одно и то же побочное квантовое число, образуют подгруппу.

5. Спиновое число m_s определяет собственный момент количества движения электрона, связанный с его вращением.

6. Так как орбита с движущимся по ней электроном может рассматриваться как контур тока, то электрон обладает магнитным моментом. Магнитное квантовое число m_l характеризует ориентировку этого орбитального магнитного момента электрона в магнитном поле.

7. В нормальном состоянии атом обладает наименьшей энергией, т. е. все его электроны находятся на наиболее низких энергетических уровнях. При переходах электронов из более удаленных от ядра слоев на более близкие энергия атома уменьшается (испускаются инфракрасные, видимые или ультрафиолетовые лучи при переходах электронов на периферийные оболочки атома, и рентгеновские лучи — при переходах электронов на внутренние оболочки).

8. Состояния всех электронов в атоме различны: в атоме не может быть двух электронов, имеющих четыре одинаковых квантовых числа (принцип Паули). Следовательно, любые два электрона, связанные в одном и том же атоме, должны различаться значениями по крайней мере одного квантового числа.

9. Предельное количество (число) электронов, которое может находиться в каждой оболочке, определяется выражением $2n^2$, где n — главное квантовое число оболочки. Таким образом, в одноквантовой оболочке (оболочке наименьшего радиуса — *K*-оболочке) может содержаться не более 2 электронов, на второй, двухквантовой оболочке (*L*-оболочке) — не более 8 электронов, в оболочках *M*, *N*, *O*, *P*, *Q* соответственно не более 18, 32, 50, 72 и 98 электронов. Когда заканчивается заполнение данной электронной оболочки (слоя), начинается заполнение следующей.

10. Формирование всех электронных оболочек протекает по одной и той же схеме, вследствие чего структура периферийных оболочек периодически повторяется. Этим объясняется и периодичность химических и некоторых физических (например, оптических и электрических) свойств элементов, поскольку указанные свойства определяются в основном именно структурой самых внешних электронных оболочек. Элементы с 1, 2, 3 и т. д. электронами в новой оболочке воспроизводят химические свойства элементов, которые тоже имели 1, 2, 3 и т. д. электронов в наружной оболочке, но число электронных оболочек, которых было на единицу (или на несколько единиц) меньше. У атомов инертных газов — гелия, неона, аргона оболочки заполнены целиком, и свойства этих газов подобны. В атомах лития, натрия, калия, также обладающими сходными свойствами, имеется по одному электрону сверх заполненных оболочек и т. п. Таким образом, открытая Менделеевым периодичность свойств, элементов отражает периодичность в расположении электронов в атомах.

254. Соотношения между единицами массы и энергии

1 а. е. м. =	931 *Мэв*	1 *Мэв* =	$1{,}07 \cdot 10^{-3}$ а. е. м.
	$1{,}49 \cdot 10^{-3}$ *эрг*	1 *эрг* =	671 а. е. м.
	$3{,}56 \cdot 10^{-11}$ *кал*	1 *кал* =	$2{,}81 \cdot 10^{10}$ а. е. м.
	$4{,}15 \cdot 10^{-17}$ *квт·ч*	1 *квт·ч* =	$2{,}41 \cdot 10^{16}$ а. е. м.

1 а. е. м. $= 1{,}657 \cdot 10^{-24}$ *г* $\approx 1{,}66 \cdot 10^{-24}$ *г*.
1 *г* $= 0{,}605 \cdot 10^{24}$ а. е. м. $\approx 9{,}01 \cdot 10^{20}$ *эрг* $\approx 25{,}10 \cdot 10^{6}$ *квт·ч*

255. Ионизационные потенциалы элементов

Ионизационные потенциалы измеряются энергией, которая необходима для того, чтобы оторвать от нейтрального атома и удалить в бесконечность внешний (наименее связанный с ядром) электрон, т. е. ионизировать атом.

Элемент	Ионизационный потенциал, *эв*	Элемент	Ионизационный потенциал, *эв*	Элемент	Ионизационный потенциал, *эв*
Водород	13,539	Титан	6,80	Палладий	8,50
Гелий	24,45	Ванадий	6,76	Серебро	7,54
Литий	5,39	Хром	6,74	Кадмий	8,95
Бериллий	9,48	Марганец	7,40	Индий	5,76
Бор	8,40	Железо	7,83	Олово	7,37
Углерод	11,217	Кобальт	7,81	Сурьма	8,50
Азот	14,47	Никель	7,606	Иод	10,44
Кислород	13,56	Медь	7,69	Ксенон	12,078
Фтор	18,60	Цинк	9,35	Цезий	3,88
Неон	21,50	Галлий	5,97	Барий	5,19
Натрий	5,14	Германий	7,85	Лантан	5,61
Магний	7,61	Мышьяк	9,40	Вольфрам	7,98
Алюминий	5,96	Селен	9,75	Платина	8,96
Кремний	7,39	Бром	11,80	Золото	9,20
Фосфор	10,30	Криптон	13,94	Ртуть	10,39
Сера	10,31	Рубидий	4,16	Таллий	6,08
Хлор	12,96	Стронций	5,67	Свинец	7,39
Аргон	15,69	Иттрий	6,50	Висмут	8,0
Калий	4,32	Молибден	7,35	Радон	10,689
Кальций	6,09	Рутений	7,70	Радий	5,25
Скандий	6,57	Родий	7,70		

256. Энергия, выделяемая или поглощаемая при ядерных реакциях

Реакция	Выделяемая энергия, *Мэв*	Реакция	Поглощаемая энергия, *Мэв*
$_1H^1\ (n,\ \gamma)_1D^2$	2,23	$_1D^2\ (\gamma,\ n)_1H^1$	2,20
$_1D^2\ (n,\ \gamma)_1H^3$	6,25	$_{11}Na^{23}\ (p,\ n)_{12}Mg^{23}$	4,6
$_2He^3\ (d,\ p)_2He^4$	18,5	$_{28}Ni^{60}\ (p,\ n)_{29}Cu^{60}$	13,8
$_3Li^6\ (d,\ \alpha)_2He^4$	22,20	$_{35}Br^{81}\ (\gamma,\ n)_{35}Br^{80}$	10,3
$_3Li^7\ (p,\ \alpha)_2He^4$	17,28	$_{80}Hg^{201}\ (\gamma,\ n)_{80}Hg^{200}$	6,2
$_5B^{10}\ (n,\ \alpha)_3Li^7$	2,79	$_{82}Pb^{207}\ (\gamma,\ n)_{82}Pb^{206}$	6,9
$_7N^{14}\ (n,\ \gamma)_7N^{15}$	10,82		
$_8O^{16}\ (d,\ \alpha)_7N^{14}$	3,1		
$_{13}Al^{27}\ (p,\ \alpha)_{12}Mg^{24}$	1,58		

Примечание. В настоящее время осуществлено более тысячи различных ядерных реакций. Принята следующая сокращенная их запись: сначала пишется символ, обозначающий исходное ядро, в скобках — бомбардирующая частица и вылетающая из ядра в результате реакции частица, а затем символ ядра, получающегося в результате реакции. Обозначение частиц: p — протон, $_1H^1$; d — дейтрон, $_1H^2$ или $_1D^2$; n — нейтрон, $_0n^1$; α — α-частица, $_2He^4$; γ — γ-лучи (квантовое излучение).

Пример записи ядерной реакции. Полная запись уравнения: $_{13}Al^{27} + {}_1H^1 = {}_{14}Si^{28} + \gamma$.

Сокращенная запись: $_{13}Al^{27}\ (p,\ \gamma)_{14}Si^{28}$.

257. Свойства радиоактивных изотопов и область их применения

Название элемента	Символ	Период полураспада	Энергия излучения, *Мэв*		Область применения
			β	γ	
Вольфрам	$_{74}W^{187}$	23,85 часа	1,33	0,77	Исследование износа режущих инструментов
Железо	$_{26}Fe^{59}$	47,1 дня	0,46	1,28	Изучение диффузии в стали при термообработке, износа трущихся деталей, коррозии железа и стали
Иридий	$_{77}Ir^{192}$	74,4 дня	0,67	0,88	Радиография, промышленное просвечивание

Название элемента	Символ	Период полураспада	Энергия излучения, *Мэв*		Область применения
			β	γ	
Кобальт	$_{27}Co^{60}$	5,3 года	0,31	1,33	Радиография, определение толщины изделий, плотности материалов, изучение износа деталей машин, износа режущего инструмента, медицина
Марганец	$_{25}Mn^{54}$	310 дней	—	0,835	В металлургических исследованиях
Олово	$_{50}Sn^{133}$	125 дней	1,42	0,394	Изучение износа антифрикционных сплавов
Сера	$_{16}S^{35}$	87,1 дня	0,17	—	Исследование изнашиваемости подшипниковых сплавов, определение толщины слоя жидкостей
Стронций	$_{38}Sr^{90}$	19,9 года	0,54	—	Определение и контроль толщины листов бумаги, целлофана, стальной фольги, местная ионизация воздуха
Сурьма	$_{51}Sb^{124}$	60 дней	2,37	2,07	Изучение подшипниковых сплавов, течения жидкостей в трубопроводах
Таллий	$_{81}Tl^{204}$	2,7 года	0,76	0,08	Как источник бета-излучения для определения толщины фольги, изнашиваемости антифрикционных сплавов
Фосфор	$_{15}P^{32}$	14,3 дня	1,71	—	Изучение износа штампов, износа шин, металлургических процессов, усвоения растениями удобрений

Название элемента	Символ	Период полураспада	Энергия излучения, *Мэв*		Область применения
			β	γ	
Хром	$_{24}Cr^{51}$	27,75 дня	—	0,33	Изучение переноса металла между трущимися поверхностями, процессов хромирования при электролизе
Цезий	$_{55}Cs^{137}$	33 года	0,52	0,66	Радиография
Цинк	$_{30}Zn^{65}$	250 дней	0,33	1,12	Изучение износа деталей машин

258. Синхрофазотрон на 10 *Бэв* (СССР)

Максимальная энергия ускоренных частиц (протонов), *Бэв*	10
Управление траекторией частиц	нарастающим магнитным полем
Ускорение частиц	переменным электрическим полем возрастающей частоты
Диапазон частот электрического поля для цикла ускорения, *Мгц*	0,182—1,5
В ходе ускорения частота электрического поля изменяется в	7,5 раза
Продолжительность цикла ускорения, *сек*	3,3
Средний прирост энергии частиц за оборот, *кэв*	$\approx$ 2,2
Период повторения цикла, *сек*	12
Путь, проходимый ускоряемой частицей за цикл ускорения, млн. *км*	ок. 1
Число оборотов протонов в камере ускорителя до получения расчетной энергии в 10 *Бэв*, млн.	4,5
Объем вакуумной камеры, $м^3$	ок. 160
Число насосов, откачивающих воздух из вакуумной камеры	56 *
Наружный диаметр электромагнита, *м*	72
Вес электромагнита с обмотками, *Т*	36 000
Максимальная напряженность магнитного поля, *э*	13 000
Система питания электромагнита:	
максимальная мощность, *ква*	140 000
максимальный ток, *а*	12 800
максимальное напряжение, *в*	11 000

* Кроме того, имеется 16 насосов для откачки форвакуумной камеры.

259. Примерная характеристика взрыва ядерного оружия большой мощности

Ударная волна (время воздействия зоны сжатия ударной волны ок. 10 *сек*)			Световое излучение (время воздействия ок. 20 *сек*)	Начальная ядерная радиация (время воздействия — 1 *мин*)
Характер разрушений	Зона разрушения			
	радиус, *км*	площадь, *км*^{2}		
Полное разрушение зданий	8	ок. 200	Если взрыв происходит над облаками, то значительная часть светового излучения не достигает поверхности Земли. В ясный же день пожары, а также ожоги открытых участков тела могут отмечаться на расстоянии до 32 *км* от эпицентра взрыва. Таким образом, радиус поражающего действия светового излучения больше радиуса зоны разрушения ударной волной	Доза гамма-излучения, полученная на расстоянии до 3 *км*, равна 400 *р* *. На расстоянии более 6 *км* от эпицентра взрыва облучение не представляет большой опасности. Радиус поражения нейтронами значительно меньше, поэтому их действие можно не учитывать
Сильное разрушение зданий (восстановление невозможно)	13	520		
Среднее разрушение зданий (требуется капитальный ремонт)	21			
Слабое разрушение зданий (возможно быстрое восстановление)	32			
Легкие повреждения зданий (выбиты стекла и пр.) .	130			

Примечание. Энергия взрыва ядерного оружия обычно характеризуется величиной тротилового эквивалента — весом химического взрывчатого вещества тротила, при взрыве которого выделяется такое же количество энергии.

В таблице приведены данные о взрыве (в воздухе на высоте 2,4 *км*) бомбы, тротиловый эквивалент которой 20 млн. *т*, или $8{,}4 \cdot 10^{23}$ *эрг*.

Энергия землетрясений различной интенсивности равна: сильное землетрясение 10^{26} *эрг*, землетрясение средней силы $10^{24} — 10^{26}$ *эрг*, слабое землетрясение (наблюдаются разрушения) $10^{22} — 10^{24}$ *эрг*.

* При облучении дозой 400 *р* участка тела площадью 6 *см*^{2} заметного поражения не наблюдается; при облучении такой же дозой всего тела смертельный исход наступает в 50% случаев. Допустимая доза при облучении всего тела человека составляет 0,3 *р* в неделю.

Данные из области геофизики, астрономии и химии

260. Краткие сведения о физике Земли

Экваториальный радиус, *м*	6 378 245
Полярный радиус, *м*	6 356 863
Средний радиус (радиус равновеликого шара), *м*	6 371 110
Длина окружности меридиана, *м*	40 008 550
» » экватора, *м*	40 075 696
» секундного маятника на широте 45°, *см*	99,357
Поверхность Земли, тыс. *кв. км*	510 083
» суши, тыс. *кв. км*	148 628 (= 29,2% всей поверхности Земли)
Водная поверхность, тыс. *кв. км*	361 455 (= 70,8% всей поверхности Земли)
Общая масса воздуха, окружающего Землю, *т*	$5 \cdot 10^{15}$
Толщина приземного слоя атмосферы, в котором сосредоточена половина массы всего воздуха, *км*	5,5
Толщина приземного слоя атмосферы, в котором сосредоточено 90% всей массы воздуха, *км*	15
Объем Земли, $км^3$	$1\,083\,320 \cdot 10^6$
Масса Земли, *г*	$5{,}98 \cdot 10^{27}$
Средняя плотность Земли, $\frac{г}{см^3}$	5,517
» » » у поверхности, $\frac{г}{см^3}$	2,65
Средняя высота суши над уровнем океана, *м*	875
Наибольшая высота суши над уровнем океана [гора Джомолунгма (Эверест)], *м*	8882
Высочайшая горная вершина в СССР на Памире), *м*	7495
Глубочайшие скважины, пробуренные в Земле, *м*	6879 (США); 5345 (Венесуэла); 5200 (СССР)
Наибольшая глубина Мирового океана (Марианская впадина, Тихий океан), *м*	11 500
Среднее расстояние Земли от Луны, тыс. *км*	384,4
Расстояние Земли от Марса при великом противостоянии, млн. *км*	55
Среднее расстояние Земли от Солнца, *км*	149 504 000
Период обращения Земли вокруг Солнца, в средних солнечных сутках	365,2564
Энергия излучения Солнца, падающая на Землю, $\frac{эрг}{сек}$	$17 \cdot 10^{23}$ * ($17 \cdot 10^{13}$ *квт*)
Средняя скорость движения Земли по орбите, $\frac{км}{ч}$	29,76
Линейная скорость точки экватора при вращении Земли вокруг своей оси, $\frac{м}{сек}$	465

* Из этой энергии 55% поглощается атмосферой и почвой и затем, после ряда превращений, излучается Землей в виде инфракрасных лучей, остальное количество отражается в мировое пространство.

Продолжение

Линейная скорость точки земной поверхности на широте 60°, $\frac{м}{сек}$	223
Стандартное (нормальное) ускорение силы тяжести, $\frac{см}{сек^2}$	980,665
Ускорение силы тяжести на широте 45°, $\frac{см}{сек^2}$	980,629
» » » » экваторе, $\frac{см}{сек^2}$	978,049
» » » » полюсе, $\frac{см}{сек^2}$	983,221
Уменьшение веса тела при перемещении его с полюса на экватор, %	0,53 $\left(\text{на } \frac{1}{189}\right)$
Температура в центре Земли, °С	предположительно 2000—3000
Величина потока теплоты, поступающего из недр Земли наружу (для суши), $\frac{кал}{сек \cdot см^2}$	$(1—2) \cdot 10^{-6}$
Максимальная величина горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли (на магнитном экваторе), э	0,4
Максимальная величина вертикальной составляющей напряженности магнитного поля Земли (на магнитных полюсах), э	0,7
Величина горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли в Москве, э	0,2
Величина вертикальной составляющей напряженности магнитного поля Земли в Москве, э	ок. 0,5
Электрический заряд Земли, к	$0{,}57 \cdot 10^6$
Средняя поверхностная плотность заряда Земли, $\frac{\text{ед. зар. СГСЭ}}{см^2}$	3,45
Напряженность электрического поля в атмосфере Земли, $\frac{в}{м}$:	
на уровне поверхности Земли	130
на высоте 0,5 км над Землей	50
» » 1,5 » » »	30
» » 3 » » »	20
» » 6 » » »	10
» » 12 » » »	2,5
Плотность тока, текущего в вертикальном направлении в атмосфере Земли (в результате движения положительных и отрицательных ионов, находящихся в атмосфере), $\frac{а}{см^2}$	$2 \cdot 10^{-16}$

261. Состав абсолютно сухого воздуха у поверхности Земли

Составные части воздуха	% по объему	% по весу
Азот	78,08	75,60
Кислород	20,95	23,10
Аргон	0,9325	1,286
Углекислый газ	0,030	0,046
Гелий	0,0005	0,00007
Неон	0,0018	0,0012
Криптон	0,000108	0,0003
Ксенон	0,000008	0,00004
Водород	0,00005	
Аммиак	ок. $2 \cdot 10^{-6}$	
Озон	ок. $1 \cdot 10^{-6}$	
Радиоактивные эманации	ок. $6 \cdot 10^{-18}$	

Примечание. 1. Кроме перечисленных газов, в воздухе находятся еще иод, перекись водорода, водяной пар, частички пыли и др. Три газа — азот, кислород и аргон составляют по объему более 99,95% воздуха.

2. Состав воздуха в пределах тропосферы остается практически постоянным для всех высот.

3. Состав сухого воздуха (в % по объему, см. первый столбец таблицы) был утвержден в качестве международного стандарта в 1947 г.

262. Шкала Бофорта

В таблице приведена принятая в 1946 г. условная шкала для оценки скорости ветра (в баллах) по его действию на предметы. Скорость ветра указывается на высоте 10 *м* над сушей. По шкале Бофорта может быть приближенно определена скорость ветра при отсутствии специальных приборов.

Баллы Бофорта	Скорость ветра, $\frac{м}{сек}$	Характеристика ветра	Действие ветра
0	0	Штиль	Полное отсутствие ветра. Дым из труб поднимается отвесно
1	0,9	Тихий	Дым из труб поднимается не совсем отвесно
2	2,4	Легкий	Движение воздуха ощущается лицом. Шелестят листья
3	4,4	Слабый	Колеблются листья и мелкие сучья
4	6,7	Умеренный	Колеблются тонкие ветки деревьев. Ветер подымает пыль и клочки бумаги
5	9,3	Свежий	Колеблются большие сучья. На воде поднимаются волны
6	12,3	Сильный	Колеблются большие ветки. Гудят телефонные провода

Баллы Бофорта	Скорость ветра, $\frac{м}{сек}$	Характеристика ветра	Действие ветра
7	15,6	Крепкий	Качаются небольшие стволы деревьев. На море поднимаются пенящиеся волны
8	18,9	Очень крепкий	Ломаются ветки деревьев. Трудно идти против ветра
9	22,6	Шторм	Небольшие разрушения. Срываются дымовые трубы и черепица
10	26,4	Сильный шторм	Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем
11	30,5	Жестокий шторм	Большие разрушения
12	34,8	Ураган	Производит опустошительные действия

Примечание. Наибольший балл шкалы Бофорта — 17, он соответствует скорости ветра 58,6 $\frac{м}{сек}$.

263. Параметры международной стандартной атмосферы (МСА)

Высота над уровнем моря, *м*	Давление воздуха, *мм рт. ст.*	Температура воздуха, °С	Плотность воздуха, $\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$
0	760,00	15,00	0,12497
100	751,03	14,35	0,12377
200	742,14	13,70	0,12258
300	733,34	13,05	0,12140
400	724,63	12,40	0,12024
500	716,00	11,75	0,11907
600	707,45	11,10	0,11792
700	698,99	10,45	0,11678
800	690,60	9,80	0,11564
900	683,30	9,15	0,11452
1000	674,08	8,50	0,11340
1200	657,88	7,20	0,11119
1400	642,00	5,90	0,10901
1500	634,17	5,25	0,10793
1600	626,43	4,60	0,10686
1800	611,17	3,30	0,10475
2000	596,20	2,00	0,10267
2200	581,54	0,70	0,10062
2400	567,17	—0,60	0,098600
2600	553,09	—1,90	0,096613
2800	539,29	—3,20	0,094657

Высота над уровнем моря, *м*	Давление воздуха, *мм рт. ст.*	Температура воздуха, °С	Плотность воздуха, $\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$
3000	525,77	—4,50	0,092731
3200	512,53	—5,80	0,090836
3400	499,56	—7,10	0,088970
3600	486,86	—8,40	0,087134
3800	474,42	—9,70	0,085326
4000	462,24	—11,00	0,083548
4200	450,31	—12,30	0,081798
4400	438,64	—13,60	0,080077
4600	427,21	—14,90	0,078383
4800	416,02	—16,20	0,076717
5000	405,07	—17,50	0,075077
5500	378,71	—20,75	0,071097
6000	353,76	—24,00	0,067280
6500	330,16	—27,25	0,063622
7000	307,85	—30,50	0,060118
7500	286,78	—33,75	0,056763
8000	266,89	—37,00	0,053554

Примечание. По международному соглашению введена условная атмосфера, параметры которой считаются не зависящими от времени года и от широты местности. Международная стандартная атмосфера установлена исходя из определенных условий: воздух — идеальный газ, его температура на уровне моря 15° С, давление 760 *мм рт. ст.*, относительная влажность 0%, плотность 0,124966 $\frac{кГ \cdot сек^2}{м^4}$, вертикальный температурный градиент в тропосфере постоянен и равен 0,0065 $\frac{град}{м}$, (т. е. температура падает на 6,5° С на 1 *км* высоты); температура в нижних слоях стратосферы постоянна и равна — 56,5° С.

Для стандартной атмосферы можно теоретически рассчитать на любой высоте значения основных параметров — давления, температуры, плотности. Экспериментальные исследования атмосферы показывают, что до высоты 11—12 *км* теоретически выведенные законы изменения параметров воздуха по высоте достаточно хорошо согласуются с наблюдаемыми. При больших высотах имеются большие расхождения. Изменения параметров воздуха на этих высотах пока не поддаются теоретическому анализу и изучаются экспериментально, в первую очередь с помощью ракет и искусственных спутников Земли.

264. Температура воздуха в верхней атмосфере

В таблице приведены значения температуры воздуха в верхней атмосфере, полученные с помощью третьего советского искусственного спутника Земли.

Высота, *км*	Температура, °С	Высота, *км*	Температура, °С	Высота, *км*	Температура, °С
225	663	325	837	400	1100
250	675	350	912	450	1341
275	723	375	1003	500	1680
300	775				

Примечания. 1. В стратосфере, начиная с 11 и до 30 *км*, температура воздуха остается примерно постоянной и равной в среднем — 56° С. С 30 *км* температура повышается, и на высоте 50—60 *км* она составляет примерно 50—70° С, а затем снова понижается, достигая на высоте 80—100 *км* своего минимума (порядка — 35° С), на больших высотах температура постоянно повышается.

2. Исследования верхних слоев атмосферы с помощью искусственных спутников Земли показали, что температура на уровне выше 200 *км* существенно больше в дневное время, чем в ночное, и что она зависит от широты места.

3. Не следует полагать, что столь высокая температура верхних слоев атмосферы может вызвать осложнения при освоении этого участка атмосферы. Температура летательного аппарата, находящегося в полете на этих высотах, будет меньше температуры окружающей среды. Вследствие необычайной разреженности газа теплопередача от воздуха к аппарату очень незначительна, и баланс между теплотой, подводимой газом, и теплотой, отдаваемой телом через излучение, устанавливается при сравнительно низкой температуре летательного аппарата.

265. Плотность воздуха в верхней атмосфере по наблюдениям искусственных спутников Земли

В таблице приняты следующие сокращения: 1р — ракета-носитель первого советского спутника, 1с — первый, 2с — второй, 3с — третий советский спутник; 1и — «Исследователь-1» (США), а — спутник «Авангард» (США), 3и — спутник «Исследователь-III» (США). Данные о спутниках см. в табл. 361.

Высота подъема, *км*	Плотность воздуха, $10^{-13}\frac{г}{см^3}$	Спутник и год полета	Высота подъема, *км*	Плотность воздуха, $10^{-13}\frac{г}{см^3}$	Спутник и год полета
658	0,0035	а, 1958	220	5,7	1р, 1957
500	0,0221	3с, 1958	220	4,0	1с, 1957
368	0,14	1и, 1958	215	4,7	1с, 1957
325	0,22	3с, 1958	212	4,8	2с, 1957
275	0,85	1с 1957	206 ± 7	5,4	1с, 1957
250	1,1	3с, 1958	202 ± 4	7,3	2с, 1957
241	2,5	1с, 1957	201 ± 4	6,7	1с, 1957
233	2,2	2с, 1957	200	4,0	1с, 1957
225	2,12	3с, 1958	186	6,7	3и, 1958

Примечание. Исследования верхней атмосферы с помощью искусственных спутников Земли показали, что плотность воздуха на уровне выше 200 *км* существенно больше в дневное время и на высоких широтах, чем в ночное время и над экваториальной областью.

266. Данные о Солнечной системе

Небесное тело	Среднее расстояние от Солнца, млн. км	Период обращения вокруг Солнца	Средняя скорость движения по орбите, км/ч	Экваториальный диаметр, км	Период вращения вокруг оси	Объем (по сравнению с объемом Земли, равным $108 \cdot 10^{10}$ км³ и принятым за единицу)	Масса (по сравнению с массой Земли, равной $5,98 \cdot 10^{24}$ т и принятой за единицу)	Средняя плотность, $\frac{г}{см^3}$	Ускорение силы тяжести, $\frac{м}{сек^2}$
Солнце	—	—	—	1 391 000	25,38 *сут*	1 301 000	332 400	1,41	274
Меркурий	57,9	87,97 *сут*	47,84	4 840	88 *сут*	0,055	0,054	5,48	3,92
Венера	108,1	224,7 *сут*	35,00	12 400	≈ 10 ** *сут*	0,923	0,813	4,86	8,82
Земля	149,5	1 год (365,26 *сут*)	29,76	12 756	23 *ч* 56 *мин* 4,09 *сек*	1	1	5,52	9,81
Марс	227,8	2,88 года (686,98 *сут*)	24,11	6 780	24 *ч* 37 *мин* 22,58 *сек*	0,15	0,107	3,92	3,92
Юпитер	777,8	11,86 года (4332,59 *сут*)	13,05	143 640	9 *ч* 50 *мин*	1344,8	318,36	1,31	26,50
Сатурн	1426,1	29,46 года (10756,2 *сут*)	9,64	120 500	10 *ч* 14 *мин*	766,6	95,23	0,68	11,76
Уран	2869,1	84,02 года (30685,93 *сут*)	6,80	53 400	10 *ч* 48 *мин*	73,5	14,58	1,01	9,80
Нептун	4495,6	164,78 года (60187,64 *сут*)	5,43	49 600	15 *ч* 48 *мин*	59,2	17,26	1,61	9,80
Плутон	5929	249,7 года (91214,0 *сут*)	4,73	< 13 000	16 *ч*	1,3 ?	0,93	4	8,00
Луна	0,3844 (от Земли *)	27 *сут* 7 *ч* 43 *мин* 11,47 *сек* (вокруг Земли)		3 476	27 *сут* 7 *ч* 43 *мин* 11,47 *сек*	0,023	0,012	3,33	1,62

Примечание. Масса Солнца — $1,985 \cdot 10^{27}$ *т*, что составляет 99,866% массы всей солнечной системы. Полная сила света Солнца ок. $3,0 \cdot 10^{27}$ *св*. Освещенность поверхности Земли (когда Солнце находится в зените) приблизительно 100 тыс. люксов, а на границе земной атмосферы — 135 тыс. люксов. Общая лучистая энергия, излучаемая Солнцем в пространство за 1 *сек*, равно около $4 \cdot 10^{33}$ $\frac{эрг}{сек}$ ($5,1 \cdot 10^{23}$ *л. с.*); из этого количества энергии на Землю падает только $\frac{1}{22 \cdot 10^8}$ ее часть.

* Указано среднее расстояние. Благодаря тому, что форма лунной орбиты имеет вид эллипса, расстояние от Луны до Земли меняется от 363 300 (в перигее) до 405 500 км (в апогее).

** Период вращения Венеры установлен на основании данных, полученных при радиолокации планеты (1961 г., СССР).

267. Единицы измерения расстояний в астрономии

В астрономии для измерения больших расстояний используются следующие единицы:

астрономическая единица (а. е.) — среднее расстояние Земли от Солнца;

световой год (св. год) — расстояние, которое проходит свет за один тропический год;

парсек (пс) — расстояние до звезды, параллакс которой равен одной секунде (или, иначе, расстояние, с которого средний радиус орбиты Земли виден под углом, равным одной секунде).

1 астрономическая единица = $149{,}504 \cdot 10^6$ *км*.

1 световой год = $9{,}463 \cdot 10^{12}$ *км* = 63290 а. е. = 0,3069 *пс*.

1 парсек = $30{,}84 \cdot 10^{12}$ *км* = 206265 а. е. = 3,259 св. года.

268. Астрономические символы

☉ Солнце	♂ Марс	♇ Плутон
☿ Меркурий	♃ Юпитер	✳ Звезда
♀ Венера	♄ Сатурн	☄ Комета
♁ Земля	♅ Уран	
☾ Луна	♆ Нептун	

269. Химические элементы и их атомные веса

Атомный (порядковый) номер	Международный символ	Название элемента	Атомный вес	Кто открыл	Страна, в которой открыт элемент	Год открытия
1	H	Водород	1,0080	Г. Кавендиш	Англия	1766
2	He	Гелий	4,003	У. Рамзай	Англия	1895
3	Li	Литий	6,940	И. Арфведсон	Швеция	1817
4	Be	Бериллий	9,013	Н. Вокелен	Франция	1797
5	B	Бор	10,82	Ж. Гей-Люссак и Л. Тенар	Франция	1808
6	C	Углерод	12,011	Изв. с др. вр.		
7	N	Азот	14,008	Д. Резерфорд	Англия	1772
8	O	Кислород	16,0000	К. Шееле	Швеция	1771
9	F	Фтор	19,00	А. Муассан	Франция	1886
10	Ne	Неон	20,183	У. Рамзай и М. Траверс	Англия	1898
11	Na	Натрий	22,997	Г. Дэви	Англия	1807
12	Mg	Магний	24,32	Г. Дэви	Англия	1808
13	Al	Алюминий	26,98.	Ф. Велер	Германия	1827
14	Si	Кремний	28,06	Ж. Гей-Люссак, Т. Тенар	Франция	1811
15	P	Фосфор	30,975	Г. Брандт	Германия	1669
16	S	Сера	32,066	Изв. с др. вр.		
17	Cl	Хлор	35,457	К. Шееле	Швеция	1774
18	Ar	Аргон	39,944	У. Рамзай и Д. Рэлей	Англия	1894

Продолжение

Атомный (порядковый) номер	Международный символ	Название элемента	Атомный вес	Кто открыл	Страна, в которой открыт элемент	Год открытия
19	K	Калий	39,100	Г. Дэви	Англия	1807
20	Ca	Кальций	40,08	Г. Дэви	Англия	1808
21	Sc	Скандий	44,96	Л. Нильсон	Швеция	1879
22	Ti	Титан	47,90	М. Грегор	Англия	1789
23	V	Ванадий	50,95	Н. Сефштрем и Я. Берцелиус	Швеция	1830
24	Cr	Хром	52,01	Н. Воклен	Франция	1797
25	Mn	Марганец	54,94	К. Шееле	Швеция	1774
26	Fe	Железо	55,85	Изв. с др. вр.		
27	Co	Кобальт	58,94	Г. Брандт	Швеция	1735
28	Ni	Никель	58,69	А. Кронштедт	Германия	1751
29	Cu	Медь	63,54	Изв. с др. вр.		
30	Zn	Цинк	65,38	Изв. с др. вр.		
31	Ga	Галлий	69,72	П. Лекок де Буабодран	Франция	1875
32	Ge	Германий	72,60	К. Винклер	Германия	1886
33	As	Мышьяк	74,91	Изв. со средн. веков		
34	Se	Селен	78,96	Я. Берцелиус	Швеция	1817
35	Br	Бром	79,916	А. Баляр	Франция	1826
36	Kr	Криптон	83,80	У. Рамзай и М. Траверс	Англия	1898
37	Rb	Рубидий	85,48	Р. Бунзен и Г. Кирхгоф	Германия	1861
38	Sr	Стронций	87,63	Г. Дэви	Англия	1808
39	Y	Иттрий	88,92	Ю. Гадолин	Финляндия	1794
40	Zr	Цирконий	91,22	Я. Берцелиус	Швеция	1824
41	Nb	Ниобий	92,91	Ч. Гетчет	Англия	1801
42	Mo	Молибден	95,95	П. Гьельм	Швеция	1781
43	Tc	Технеций	99	К. Перье и Э. Сегре	США	1937
44	Ru	Рутений	101,1	К. Клаус	Россия	1843
45	Rh	Родий	102,91	У. Волластон	Англия	1803
46	Pd	Палладий	106,7	У. Волластон	Англия	1803
47	Ag	Серебро	107,880	Изв. с др. вр.		
48	Cd	Кадмий	112,41	Ф. Штромейер	Германия	1817
49	In	Индий	114,76	Т. Рихтер и Ф. Рейх	Германия	1863
50	Sn	Олово	118,70	Изв. с др. вр.		
51	Sb	Сурьма	121,76	Изв. со средн. веков		
52	Te	Теллур	127,61	Ф. Мюллер	Венгрия	1782
53	J	Иод	126,91	Б. Куртуа	Франция	1811
54	Xe	Ксенон	131,3	У. Рамзай и М. Траверс	Англия	1898
55	Cs	Цезий	132,91	Р. Бунзен и Г. Кирхгоф	Германия	1860
56	Ba	Барий	137,36	Г. Дэви	Англия	1808

Продолжение

Атомный (порядковый) номер	Международный символ	Название элемента	Атомный вес	Кто открыл	Страна, в которой открыт элемент	Год открытия
57	La	Лантан	138,92	К. Мосандер	Швеция	1839
58	Ce	Церий	140,13	Я. Берцелиус и В. Гизингер	Швеция	1803
59	Pr	Празеодим	140,92	К. Вельсбах	Германия	1885
60	Nd	Неодим	144,27	К. Вельсбах	Германия	1885
61	Pm	Прометий	145	И. Маринский и Л. Гленденин	США	1947
62	Sm	Самарий	150,43	П. Лекок де Буабодран	Франция	1879
63	Eu	Европий	152,0	Э. Демарсе	Франция	1901
64	Gd	Гадолиний	156,9	Ж. Мариньяк	Швейцария	1880
65	Tb	Тербий	158,93	К. Мосандер	Швеция	1843
66	Dy	Диспрозий	162,46	П. Лекок де Буабодран	Франция	1886
67	Ho	Гольмий	164,94	П. Клеве	Швеция	1879
68	Er	Эрбий	167,2	К. Мосандер	Швеция	1843
69	Tu	Тулий	168,94	П. Клеве	Швеция	1879
70	Yb	Иттербий	173,04	Ж. Мариньяк	Швейцария	1878
71	Lu	Лютеций	174,99	К. Вельсбах и Ж. Урбен	Германия Франция	1907
72	Hf	Гафний	178,6	Д. Костер и Г. Хевеши	Дания	1923
73	Ta	Тантал	180,95	А. Экеберг	Швеция	1802
74	W	Вольфрам	183,92	К. Шееле	Швеция	1781
75	Re	Рений	186,31	В. и И. Ноддак	Германия	1925
76	Os	Осмий	190,2	С. Теннант	Англия	1803
77	Ir	Иридий	192,2	С. Теннант	Англия	1804
78	Pt	Платина	195,23	Упом. в XVI в.		
79	Au	Золото	197,0	Изв. с др. вр.		
80	Hg	Ртуть	200,61	Упом. за III в. до н. э.	Англия	1861
81	Tl	Таллий	204,39	У. Крукс		
82	Pb	Свинец	207,21	Изв. с др. вр.		
83	Bi	Висмут	209,00	Г. Агрикола	Германия	1529
84	Po	Полоний	209	М. и П. Кюри	Франция	1898
85	At	Астатий (Астатин)	210	Э. Сегре с сотрудниками	США	1940
86	Rn	Радон	222	Ф. Дорн	Германия	1900
87	Fr	Франций	223	М. Перей	Франция	1939
88	Ra	Радий	226,05	П. и М. Кюри	Франция	1898
89	Ac	Актиний	227	А. Дебьерн	Франция	1899
90	Th	Торий	232,05	Я. Берцелиус	Швеция	1828
91	Pa	Протактиний	231	О. Ган, Л. Мейтнер	Германия	1917

Атомный (порядковый) номер	Международный символ	Название элемента	Атомный вес	Кто открыл	Страна, в которой открыт элемент	Год открытия
92	U	Уран	238,07	М. Клапрот	Германия	1789
93	Np	Нептуний	237	Э. Макмиллан и П. Абельсон	США	1940
94	Pu	Плутоний	244	Г. Сиборг с сотрудниками	США	1941
95	Am	Америций	243	Г. Сиборг с сотрудниками	США	1944
96	Cm	Кюрий	245	Г. Сиборг с сотрудниками	США	1944
97	Bk	Беркелий (берклий)	247	Г. Сиборг, С. Томпсон и А. Гиорзо	США	1950
98	Cf	Калифорний	251	Г. Сиборг с сотрудниками	США	1950
99	E	Эйнштейний	254	Группа американских ученых	США	1953
100	Fm	Фермий	255	Группа американских ученых	США	1953
101	Mv (Md)	Менделевий	256	Г. Сиборг с сотрудниками	США	1955

Примечания. 1. В таблице международные атомные веса (массы) даны по химической шкале, в которой атомный вес кислорода (точнее — смеси изотопов кислорода, находящейся в природе) принят за 16. В ядерной физике точно равным 16 принимается один из трех стабильных изотопов кислорода, наиболее легкий ($O^{16} = 16$), процентное содержание которого в природных условиях равно 99,759%.

Вследствие этого числовые значения атомных весов (масс) в химической и физической шкале несколько отличаются — единица измерения атомных масс в химической шкале в 1,000275 раза больше той же единицы в физической шкале, следовательно, числовые значения весов атомов в химической шкале ниже, чем в физической. Например, атомный вес водорода равен по химической шкале 1,00800, а по физической — 1,00827, соответственно — кислорода 16 и 15,00435 и т. д.

2. При обычных условиях температуры и давления элементы азот, аргон, водород, гелий, кислород, криптон, ксенон, неон и радон находятся в газообразном состоянии, бром и ртуть — в жидком, остальные — в твердом.

3. Изотопы элемента 102 были получены группой Г. Сиборга (США) и группой Г. Н. Флерова (СССР). Поскольку вопрос о приоритете открытия элемента 102 пока остается неясным, общепринятого названия он не имеет, и в таблицу поэтому не включен.

4. В 1961 г. опубликовано сообщение о получении американскими учеными нового элемента 103 (предположительное название — лоуренсий).

270. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева

(см. вклейку)

271. Искусственно полученные элементы

В таблице дан перечень искусственно полученных радиоактивных элементов, указаны массовые числа наиболее долгоживущих изотопов, период их полураспада, а также приведены некоторые ядерные реакции, при которых образуются эти элементы

Порядковый номер элемента	Название элемента	Символ элемента	Год получения	Массовое число наиболее долгоживущего изотопа	Период полураспада ($T_{1/2}$) наиболее долгоживущего изотопа	Реакция получения
43	Технеций *	Tc	1937	99	$2 \cdot 10^5$ лет	$_{42}Mo^{98} + {}_1D^2 \rightarrow {}_{43}Tc^{99} + {}_0n^1$
61	Прометий	Pm	1947	145	$\approx$30 лет	$_{59}Pr^{145} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{61}Pm^{147} + 2_0n^1$ $_{62}Sm^{144} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{62}Sm^{145} + \gamma$; $_{62}Sm^{145} \rightarrow {}_{61}Pm^{145} + e^+$
85	Астатий **	At	1940	210	8,3 *ч*	$_{83}Bi^{209} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{85}At^{210} + 3_0n^1$
87	Франций	Fr	1939	223	21 *мин*	Выделен из продуктов радиоактивного распада: $_{89}Ac^{227}$ (α-распад) $\rightarrow {}_{87}Fr^{223} + {}_2He^4$
	Трансурановые элементы					
93	Нептуний	Np	1940	237	$2{,}25 \cdot 10^6$ лет	$_{92}U^{238} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{92}U^{237} + 2_0n^1$; $_{92}U^{237} \rightarrow {}_{93}Np^{237} + e^-$ $_{95}Am^{241} \rightarrow {}_{93}Np^{237} + {}_2He^4$
94	Плутоний ***	Pu	1940	244	$7{,}6 \cdot 10^7$ лет	$_{92}U^{238} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{92}U^{239} + \gamma$; $_{92}U^{239} \rightarrow {}_{93}Np^{239} + e^-$; $_{93}Np^{239} \rightarrow {}_{94}Pu^{239} + e^-$
95	Америций	Am	1944	243	7950 лет	$_{92}U^{238} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{94}Pu^{241} + {}_0n^1$; $_{94}Pu^{241} \rightarrow {}_{95}Am^{241} + e^-$ $_{95}Am^{241} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{95}Am^{242} + \gamma$; $_{95}Am^{242} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{95}Am^{243} + \gamma$ $_{94}Pu^{239} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{94}Pu^{240} + \gamma$; $_{94}Pu^{240} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{94}Pu^{241} + \gamma$; $_{94}Pu^{241} \rightarrow {}_{95}Am^{241} + e^-$

Продолжение

Порядковый номер элемента	Название элемента	Символ элемента	Год получения	Массовое число наиболее долгоживущего изотопа	Период полураспада ($T_{1/2}$) наиболее долгоживущего изотопа	Реакция получения
96	Кюрий	Cm	1944	247	$> 4 \cdot 10^7$ лет	$_{94}Pu^{239} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{96}Cm^{242} + {}_0n^1$; $_{94}Pu^{239} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{96}Cm^{240} + 3\,{}_0n^1$; $_{95}Am^{241} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{95}Am^{242} + \gamma$; $_{95}Am^{242} \rightarrow {}_{96}Cm^{242} + e^-$
97	Беркелий	Bk	1950	247	7000 лет	$_{95}Am^{241} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{97}Bk^{243} + 2\,{}_0n^1$ $_{96}Cm^{244} + {}_1D^2 \rightarrow {}_{97}Bk^{245} + {}_0n^1$
98	Калифорний	Cf	1950	251	660 лет	$_{96}Cm^{242} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{98}Cf^{244} + 2\,{}_0n^1$
99	Эйнштейний ****	E	1954	254	320 дней	Длительное облучение $_{94}Pu^{239}$ нейтронами $\rightarrow {}_{98}Cf^{253} \rightarrow {}_{99}E^{253} + e^-$
100	Фермий ****	Fm	1953	253	4,5 дня	Длительное (четырехдневное) облучение эйнштейния нейтронами: $_{99}E^{253} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{99}E^{254} \rightarrow {}_{100}Fm^{254} + e^-$
101	Менделевий *****	Mv	1955	256	≈ 30 *мин*	$_{99}E^{253} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{101}Mv^{256} + {}_0n^1$

Примечание. Элементы, расположенные в периодической системе Менделеева за ураном, получили название трансурановых. В природе трансурановые элементы практически не встречаются (кроме плутония и нептуния, образующихся в ничтожных количествах в урановых рудах). Наиболее тяжелые из них исследованы слабо из-за трудности получения их в достаточных количествах. Трансурановые элементы получают искусственным путем посредством различных ядерных реакций.

Синтез трансурановых и других указанных в таблице химических элементов стал возможным благодаря успехам ядерной физики.

---

* В настоящее время общее количество искусственно полученного технеция составляет сотни килограммов.

** В весомых количествах не выделен.

*** Изотоп Pu^{239} — ядерное топливо. Значительное его количество производится в ядерных реакторах. В природе плутоний образуется в незначительных количествах при поглощении ураном нейтронов (образуется 1 атом плутония примерно на 10^{11} атомов урана).

**** Известен в ничтожнейших количествах.

***** При открытии был выделен в количестве всего 17 атомов.

270. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Электронные оболочки	Группы элементов I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			0
1	I	K	1 H Водород 1,0080										2 He Гелий 4,003
2	II	L K	3 Li Литий 6,940	4 Be Бериллий 9,013	5 B Бор 10,82	6 C Углерод 12,011	7 N Азот 14,008	8 O Кислород 16,0000	9 F Фтор 19,00				10 Ne Неон 20,183
3	III	M L K	11 Na Натрий 22,997	12 Mg Магний 24,32	13 Al Алюминий 26,98	14 Si Кремний 28,06	15 P Фосфор 30,975	16 S Сера 32,066	17 Cl Хлор 35,457				18 Ar Аргон 39,944
4	IV	N M L K	19 K Калий 39,100	20 Ca Кальций 40,08	21 Sc Скандий 44,96	22 Ti Титан 47,90	23 V Ванадий 50,95	24 Cr Хром 52,01	25 Mn Марганец 54,94	26 Fe Железо 55,85	27 Co Кобальт 58,94	28 Ni Никель 58,69	
	V	N M L K	29 Cu Медь 63,54	30 Zn Цинк 65,38	31 Ga Галлий 69,72	32 Ge Германий 72,60	33 As Мышьяк 74,91	34 Se Селен 78,96	35 Br Бром 79,916				36 Kr Криптон 83,80
5	VI	O N M L K	37 Rb Рубидий 85,48	38 Sr Стронций 87,63	39 Y Иттрий 88,92	40 Zr Цирконий 91,22	41 Nb Ниобий 92,91	42 Mo Молибден 95,95	43 Tc Технеций (99)	44 Ru Рутений 101,1	45 Rh Родий 102,91	46 Pd Палладий 106,7	
	VII	O N M L K	47 Ag Серебро 107,880	48 Cd Кадмий 112,41	49 In Индий 114,76	50 Sn Олово 118,70	51 Sb Сурьма 121,76	52 Te Теллур 127,61	53 J Иод 126,91				54 Xe Ксенон 131,3
6	VIII	P O N M L K	55 Cs Цезий 132,91	56 Ba Барий 137,36	57–71 *)	72 Hf Гафний 178,6	73 Ta Тантал 180,95	74 W Вольфрам 183,92	75 Re Рений 186,31	76 Os Осмий 190,2	77 Ir Иридий 192,2	78 Pt Платина 195,23	
	IX	P O N M L K	79 Au Золото 197,0	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,39	82 Pb Свинец 207,21	83 Bi Висмут 209,00	84 Po Полоний (209)	85 At Астатий (210)				86 Rn Радон (222)
7	X	Q P O N M L K	87 Fr Франций (223)	88 Ra Радий 226,05	89 Ac** Актиний 227								

*) Лантаноиды (редкие земли)	P O N M L K	57 La Лантан 138,92	58 Ce Церий 140,13	59 Pr Празеодим 140,92	60 Nd Неодим 144,27	61 Pm Прометий (145)	62 Sm Самарий 150,43	63 Eu Европий 152,0	64 Gd Гадолиний 156,9
	P O N M L K	65 Tb Тербий 158,93	66 Dy Диспрозий 162,46	67 Ho Гольмий 164,94	68 Er Эрбий 167,2	69 Tu Тулий 168,94	70 Yb Иттербий 173,04	71 Lu Лютеций 174,99	

**) Актиноиды	Q P O N M L K	90 Th Торий 232,05	91 Pa Протактиний (231)	92 U Уран 238,07	93 Np Нептуний (237)	94 Pu Плутоний (244)	95 Am Америций (243)	96 Cm Кюрий (245)	
	Q P O N M L K	97 Bk Берклий (247)	98 Cf Калифорний (251)	99 E Эйнштейний	100 Fm Фермий	101 Mv Менделевий			

В таблице приняты следующие сокращения: агрегатные состояния элементов и некоторых соединений при обычных условиях температуры и давления обозначаются буквами т. (твердое), ж. (жидкое), г. (газообразное); возгонка, разложение, обезвоживание вещества при нагревании обозначается буквами вз., рз., обезв. Если последние сокращенные обозначения стоят перед числом, то это значит, что при данной температуре вещество возгоняется, разлагается или обезвоживается, если после — то это значит, что при данной температуре вещество плавится или кипит и одновременно разлагается или обезвоживается.

Плотность для твердых и жидких тел указывается при температуре 20° С, а для газов — при температуре 0° С и давлении 760 *мм рт. ст.*, а температура кипения и плавления — при давлении 760 *мм рт. ст.*; исключения из этого правила отмечаются в скобках.

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Азот	N_2	28,02	г.	0,00125	—210,03	—195,81
ангидрид азотный	N_2O_5	108,02	т.	1,64	вз. 32	рз.
двуокись азота	N_2O_4 (жидкость) $\rightleftarrows NO_2$ (газ)	92,02 (жидкость); 46,01 (газ)	ж. (г.)		—11	21,3 рз.
закись азота	N_2O	44,02	г.	0,00198	—90,7	—88,5
окись »	NO	30,01	г.	0,00134	—163,6	—151,8
аммиак	NH_3	17,03	г.	0,000771	—77,7	—33,4
аммоний азотнокислый	NH_4NO_3	80,05	т.	1,73	169,6	рз. > 190
» бромистый	NH_4Br	97,96	т.	2,43	рз.	вз.
» сернокислый	$(NH_4)_2SO_4$	132,15	т.	1,77	рз. > 350	
» углекислый	$(NH_4)_2CO_3$	96,09	т.	—	рз. 58	—
» хлористый	NH_4Cl	53,50	т.	1,54	рз.	вз.
» двухромовокислый . . .	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	252,10	т.	2,15	рз. 185	

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{м.л}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Алюминий	Al	26,98	т.	2,7	660,1	2330
окись алюминия	Al_2O_3	101,94	т.	3,5—4,1	2050	2980
карбид »	Al_4C_3	143,95	т.	2,36	рз. > 1400	—
квасцы алюмокалиевые	$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	474,39	т.	1,75	обезв.	рз.
» алюмоаммонийные	$Al(NH_4)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	453,34	т.	1,64	120	200
сернокислый алюминий	$Al_2(SO_4)_3$	342,16	т.	2,71	рз. 770	—
хлористый », гидрат	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	241,45	т.	2,4	рз.	—
Америций	Am	243	т.	11,7		
Аргон	Ar	39,944	г.	0,00178	—189,3	—185,9
Барий	Ba	137,36	т.	3,5	710	1637—1640
окись бария	BaO	153,36	т.	5,7	1923	ок. 2000
перекись »	BaO_2	169,36	т.	5,0—5,4	450	800
сернокислый барий	$BaSO_4$	233,43	т.	4,5	1580	
углекислый »	$BaCO_3$	197,37	т.	4,3—4,4	1740 (90 *ат*)	рз. 900
хлористый »	$BaCl_2$	208,27	т.	3,86	ок. 960	1560
Бериллий	Be	9,013	т.	1,85	1284	2970
Беркелий	Bk	247				
Бор	B	10,82	т.	2,34	2300	2550
борная кислота	H_3BO_3	61,84	т.	1,44	рз. > 70	300
борный ангидрид	B_2O_3	69,64	т.	1,84	ок. 600	1860
карбид бора	B_4C	55,29	т.	2,5	2550	> 3500
Бром	Br	79,916	ж.	3,12	—7,2	58,8
Ванадий	V	50,95	т.	6,11	1900	3400

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Висмут	Bi	209,00	т.	9,8	271,3	1560
Водород	H	1,008	г.	0,00009	—259,2	—252,8
азотная кислота	HNO_3	63,02	ж.	1,51	—41,3	рз. 86
вода	H_2O	18,02	ж.	0,99	0,00	100,00
метафосфорная кислота	HPO_3	79,99	т.	2,2	≈40	≈800
ортофосфорная »	H_3PO_4	98,00	т.	1,87	42,4	213
перекись водорода	H_2O_2	34,02	ж.	1,46 (0°С)	—0,89	151,4
серная кислота	H_2SO_4	98,08	ж.	1,84	10,45	рз. 338
сернистая »	H_2SO_3	82,09	известна только в растворах			
сероводород	H_2S	34,09	г.	0,00154	—85,6	—60,7
тяжелая вода	D_2O	20,03	ж.	1,11	3,82	101,43
фосфористая кислота	H_3PO_3	82,00	т.	1,65	73,6	рз. 200
хлористый водород	HCl	36,47	г.	0,00164	—112	—83,7
Вольфрам	W	183,92	т.	19,3	3380	ок. 6000
двуокись вольфрама	WO_2	215,92	т.	12,11	1500—1600	—
карбид »	WC	195,93	т.	15,7	2870	ок. 6000
Гадолиний	Gd	156,9	т.	7,87	1350	3000
Галлий	Ga	69,72	т.	5,91	29,75	2070
Гафний	Hf	178,6	т.	13,09	2222	5400
двуокись гафния	HfO_2	210,60	т.	9,68	2770	
Гелий	He	4,003	г.	0,00018	—272,2 (26 *am*)	—268,9
Германий	Ge	72,60	т.	5,32	958,5	2700
Гольмий	Ho	164,94	т.	8,79	1475—1525	2700

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Диспрозий	Dy	162,46	т.	8,56	ок. 1500	2600
Европий	Eu	152,00	т.	5,17	900	1700
Железо	Fe	55,85	т.	7,87	1535	2800
закись железа	FeO	71,85	т.	5,7	1420	
окись »	Fe_2O_3	159,70	т.	5,24	1565	
закись-окись железа	Fe_3O_4	231,55	т.	5,1—5,2	1550—1590	рз.
азотнокислое железо, гидрат	$Fe(NO)_3 \cdot 9H_2O$	404,02	т.	1,68	47,2	рз. 125
бромистое »	$FeBr_2$	215,68	т.	4,64		вз.
сернокислое »	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	562,04	т.	2,1	обезв.	—
хлористое »	$FeCl_2$	126,76	т.	2,98	672	вз.
хлорное »	$FeCl_3$	162,22	т.	2,8	282	315
сернистое »	FeS	87,92	т.	4,7	1193	рз.
двусернистое » (пирит)	FeS_2	119,98	т.	4,9	1171	рз.
железо железистосинеродистое (берлинская лазурь)	$Fe_4[Fe(CN_6)]_3$	859,27	т.		рз. > 170	—
Золото	Au	197,0	т.	19,3	1063,0	2660
Индий	In	114,76	т.	7,31	156,2	2000
Иод	J	126,91	т.	4,93	113,5	184,4
бромистый иод	JBr	206,83	т.	4,4 (при 10 °С)	42	рз. 59
Иридий	Ir	192,2	т.	22,5	2443	5300
Иттербий	Yb	173,04	т.	6,95	824	1800
Иттрий	Y	88,92	т.	4,47	1490	3500
Кадмий	Cd	112,41	т.	8,64	320,9	765

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Калий	K	39,10	т.	0,86	63	760
азотнокислый калий	KNO_3	101,11	т.	2,11	334	разл. 400
бромистый »	KBr	119,02	т.	2,75	728	1376
двууглекислый »	$KHCO_3$	100,12	т.	2,17	разл. > 100	
двухромовокислый »	$K_2Cr_2O_7$	294,22	т.	2,69	398	разл. > 500
железосинеродистый »	$K_2F(CN)_6$	329,27	т.	1,89	разл.	
калий гидроокись; едкое кали	KOH	56,11	т.	2,04	360	1324
марганцовокислый калий	$KMnO_4$	158,04	т.	2,7	разл. > 200	
сернокислый калий	K_2SO_4	174,27	т.	2,66	1069	
углекислый »	K_2CO_3	138,21	т.	2,4	891	разл.
хлористый »	KCl	74,56	т.	1,98	768	1417
цианистый »	KCN	65,11	т.	1,52	635	
Калифорний	Cf	251				
Кальций	Ca	40,08	т.	1,54	850	1440
азотнокислый кальций	$Ca(NO_3)_2$	164,10	т.	2,36	561	
бромистый »	$CaBr_2$	199,91	т.	3,35	760	810
карбид кальция	CaC_2	64,10	т.	2,22	ок. 2000	—
окись »	CaO	56,08	т.	3,4	2572	2850
сернокислый кальций	$CaSO_4$	136,15	т.	2,5—2,96	1450	
углекислый »	$CaCO_3$	100,09	т.	2,7—2,9	разл. > 500	
фосфорнокислый »	$Ca_3(PO_4)_2$	310,20	т.	3,14	1700	
хлористый »	$CaCl_2$	110,99	т.	2,3	722	> 1600
Кислород	O	16,00	г.	0,00143	—218,83	—182,970
озон	O_3	48,00	г.	0,00214	—251	—112

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Кобальт	Co	58,94	т.	8,7	1492	3000
Кремний	Si	28,06	т.	2,4	1440	2600
двуокись кремния	SiO_2	60,09	т.	2,65	1713	2590
карбид »	SiC	40,10	т.	3,2		раз. > 2200
Криптон	Kr	83,80	г.	0,00374	—157,2	—153,2
Ксенон	Xe	131,3	г.	0,00585	—111,9	—108,1
Кюрий	Cm	245				
Лантан	La	138,92	т.	6,16	920	1800
Литий	Li	6,94	т.	0,53	186	1380
Лютеций	Lu	174,99	т.	9,85	1650	3500
Магний	Mg	24,32	т.	1,74	650	1100
бромистый магний	$MgBr_2$	184,15	т.	3,72	711	
окись магния	MgO	40,32	т.	$\approx 3{,}6$	> 2800	
сернокислый магний	$MgSO_4$	120,39	т.	2,66	1155 раз.	—
сернокислый » , гидрат	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	246,50	т.	1,68	150	200
углекислый »	$MgCO_3$	84,33	т.	2,98	раз. 350	900
хлористый »	$MgCl_2$	95,23	т.	2,33	708	1412
Марганец	Mn	54,94	т.	7,4	1260	2150
двуокись марганца	MnO_2	86,94	т.	5,03	раз. > 535	
закись »	MnO	70,94	т.	5,45	> 1700	—
окись »	Mn_2O_3	157,87	т.	4,3—4,8		
сернокислый марганец	$MnSO_4$	151,01	т.	3,25	700	раз. 850

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Медь	Cu	63,54	т.	8,9	1083	2582
закись меди	Cu_2O	143,08	т.	6,1	1235	рз. 1800
окись »	CuO	79,54	т.	6,4	рз. 1026	
сернокислая медь	$CuSO_4$	159,61	т.	3,6	200	рз. 650
хлористая »	CuCl	99,00	т.	3,53	422	1366
хлорная »	$CuCl_2$	134,45	т.	3,05	498	рз. 993
Менделевий	Mv	256				
Молибден	Mo	95,95	т.	10,2	2625	4800
Мышьяк	As	74,91	т.	5,73	814 (36 *атм*)	вз. 610
Натрий	Na	22,99	т.	0,97	97,7	883
азотнокислый натрий	$NaNO_3$	85,00	т.	2,26	306	рз. 380
бромистый »	NaBr	102,90	т.	3,21	740	1393
гидроокись натрия (едкий натр)	NaOH	40,00	т.	2,13	328	1388
двууглекислый натрий	$NaHCO_3$	84,01	т.	2,20	рз. 270	
перекись натрия	Na_2O_2	77,98	т.	2,81	460	рз. > 600
кислый сернистокислый натрий	$NaHSO_3$	104,06	т.	1,48	рз.	
сернистый кислый »	NaHS	56,06	т.	1,79	350	
серноватистокислый натрий, гидрат	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	248,19	т.	1,73	45—50	обзв. < 100
сернокислый натрий	Na_2SO_4	142,05	т.	2,7	885	1430, рз.
тетраборнокислый натрий, гидрат	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	381,42	т.	1,73		< 400
углекислый »	Na_2CO_3	105,99	т.	2,53	851	рз.
углекислый » , гидрат	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	286,15	т.	1,46	32,5—34,5	
хлористый »	NaCl	58,44	т.	2,16	804	1413
Неодим	Nd	144,27	т.	7,00	1024	3300

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Неон	Ne	20,18	г.	0,00090	—248,7	—246,1
Нептуний	Np	237	т.	19,5	640	
Никель	Ni	58,69	т.	8,9	1453	2800
закись никеля	NiO	74,69	т.	6,8	1990	
окись »	Ni_2O_3	165,38	т.	4,83	рз. 600	—
сернокислый никель	$NiSO_4$	154,76	т.	3,68	рз. 840	—
хлористый »	$NiCl_2$	129,60	т.	3,55	вз.	—
Ниобий	Nb	92,91	т.	8,6	2415	3300
Олово	Sn	118,70	т.	7,28	231,9	2337
двуокись олова	SnO_2	150,70	т.	6,95	рз. 1127	вз.
Осмий	Os	190,2	т.	22,6	2700	5500
Палладий	Pd	106,7	т.	11,9	1552	3560
Платина	Pt	195,23	т.	21,45	1769	4000
Плутоний	Pu	244	т.	15,4	640	
Полоний	Po	209	т.	9,32	254	952
Празеодим	Pr	140,92	т.	6,76	935	3450
Радий	Ra	226,05	т.	5,0	960	1140
Радон	Rn	222	г.	0,00973	—71	—61,8
Рений	Re	186,31	т.	20,5	3167	5870
Родий	Rh	102,91	т.	12,4	1960	> 2400
Ртуть	Hg	200,61	ж.	13,55	—38,87	356,58
азотнокислая ртуть, гидрат	$Hg(NO_3)_2 \cdot {}^1/_2 H_2O$	333,63	т.	4,39	79	рз.
окись ртути	HgO	216,61	т.	11,14	рз. 500	
сернистая ртуть (киноварь)	HgS	232,68	т.	8,10	вз. 583,5	
хлористая ртуть (каломель)	Hg_2Cl_2	472,14	т.	7,15	вз. 400	
хлорная » (сулема)	$HgCl_2$	271,52	т.	5,42	276	301

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Рубидий	Rb	85,48	т.	1,53	38,8	679
Рутений	Ru	101,1	т.	12,2	2500	≈ 4110
Самарий	Sm	150,43	т.	7,5	1052	1900
Свинец	Pb	207,21	т.	11,34	327,3	1750
азотнокислый свинец	$Pb(NO_3)_2$	331,23	т.	4,53	рз. ≈ 200	
двуокись свинца	PbO_2	239,21	т.	9,38	рз. 290	
закись-окись свинца (сурик)	Pb_3O_4	685,63	т.	9,1	рз. 500	
окись свинца (глет)	PbO	223,21	т.	9,4—9,6	888	1470
сернистый свинец	PbS	239,28	т.	7,5	1114	
сернокислый »	$PbSO_4$	303,28	т.	6,2	рз. 1000	
углекислый »	$PbCO_3$	267,22	т.	6,6	рз. 315	
хлористый »	$PbCl_2$	278,12	т.	5,85	501	950
хромовокислый »	$PbCrO_4$	323,22	т.	6,1	844	рз.
Селен	Se	78,96	т.	4,80	220	685
двуокись селена	SeO_2	110,96	т.	3,95	340 (под давл.)	вз. 315
Сера						
ромбическая	S	32,066	т.	2,07	112,8	444,600
моноклиническая	S	32,066	т.	1,96	119,3	444,600
двуокись серы (сернистый газ)	SO_2	64,07	г.	0,00293	—72,7	—10,08
трехокись » (серный ангидрид)	SO_3	80,07	т. (ж.)	2,75 т. (1,9 ж.)		44,75
хлористая сера	S_2Cl_2	135,05	ж.	1,68	—76,5	138

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Серебро	Ag	107,88	т.	10,49	960,8	2193
азотнокислое серебро	$AgNO_3$	169,89	т.	4,35	210	444 рз.
бромистое »	AgBr	187,80	т.	6,47	434	рз. 700
иодистое »	AgJ	234,79	т.	5,67	558	рз.
окись серебра	Ag_2O	231,76	т.	7,52	рз. 200	
сернокислое серебро	Ag_2SO_4	311,83	т.	5,45	652	рз. 1085
хлористое »	AgCl	143,34	т.	5,56	455	1550
Скандий	Sc	44,96	т.	2,99	1550—1600	2750
Стронций	Sr	87,63	т.	2,6	770	1360
Сурьма	Sb	121,76	т.	6,62	630,5	1440
Таллий	Tl	204,39	т.	11,85	304	1457
Тантал	Ta	180,95	т.	16,6	3000	5300
карбид тантала	TaC	192,96	т.	14,65	3880	5500
Теллур	Te	127,61	т.	6,24	452	1390
Тербий	Tb	158,93	т.	8,25	1450	2800
Титан	Ti	47,90	т.	4,53	1725	> 3000
карбид титана	TiC	59,91	т.	4,25	3140	4300
Торий	Th	232,05	т.	11,55	1840	3500
Тулий	Tu	168,94	т.	9,35	1500—1550	2400
Углерод	C	12,011	т.	3,51 (алмаз), 2,25 (графит), 1,8 — 2,1 (аморфный)	вз. ок. 4000	

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
окись углерода	CO	28,01	г.	0,001250	—205	—192
двуокись углерода (углекислый газ)	CO_2	44,01	г.	0,001977	—56,6 (5,2 *am*)	вз. —78,5
сероуглерод	CS_2	76,14	ж.	1,26	—108,6	46,3
четыреххлористый углерод	CCl_4	153,84	ж.	1,59	< —23,0	76,8
хлорокись углерода (фосген)	$COCl_2$	98,92	г.	1,39 (ж)	—104	8,3
Уран	U	238,07	т.	18,7	1132	3818
двуокись урана	UO_2	270,07	т.	10,9	2176	
закись-окись урана	U_2O_8	842,21	т.	7,31	рз.	
карбид урана	UC_2	262,09	т.	11,3	2260	4100
Фермий	Fm	255				
Фосфор (белый)	P	30,975	т.	1,82	44,1	282
» (красный)		30,975	т.	2,20	590 (43 *am*)	вз. 416
фосфорный ангидрид	P_2O_5	141,96	т.	2,39	569	вз. 359
фосфористый водород	PH_3	34,00	г.	0,001530	—133,5	—87,4
Фтор	F	19,00	г.	0,001696	—223	—187,9
окись фтора	F_2O	54,00	г. неуст.	1,9 ж. (—224°)	—223,8	—144,8
фтористый водород	HF	20,01	г.	0,000921	—83	19,5
Хлор	Cl	35,457	г.	0,00321	—100,7	—34,1
двуокись хлора	ClO_2	67,46	г.	0,00309	—59	взр. ок. 100
окись »	Cl_2O	86,91	г.	0,00389	—20	взр. 3,8

Продолжение

Название элемента или соединения	Знак элемента или формула химического соединения	Атомный вес элемента или молекулярный вес соединения	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{м.л}$)	Температура, °С	
					плавления	кипения
Хром	Cr	52,01	т.	7.14	1800	2300
окись хрома	Cr_2O_3	152,02	т.	5,2	2275 (под давл.)	
Цезий	Cs	132,91	т.	1,9	28,5	670
Церий	Ce	140.13	т.	6.77	804	1400
Цинк	Zn	65,38	т.	7,14	419,5	907
азотнокислый цинк, гидрат	$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	297,49	т.	2,06 (14 °С)	36,4	131
гидроокись цинка	$Zn(OH)_2$	99,40	т.	3,05	рз. 125	—
окись »	ZnO	81,38	т.	5,5—5,6	вз. 1800	
сернистый цинк	ZnS	97,45	т.	4,0—4,1	> 1800 (под давл.)	вз. 1180
углекислый »	$ZnCO_3$	125,39	т.	4,4	300	
хлористый »	$ZnCl_2$	136,29	т.	2,9	313	732
Цирконий	Zr	91,92	т.	6,4	1860	> 2900
двуокись циркония	ZrO_2	123,22	т.	5,8—6,2	≈ 2700	
Эйнштейний	E	254	т.			
Эрбий	Er	167,2	т.	9,06	1475—1525	2600

273. Основные свойства органических соединений

В таблице приняты следующие сокращения: агрегатные состояния элементов и соединений при обычных условиях температуры и давления обозначаются буквами т. (твердое), ж. (жидкое), г. (газообразное); возгонка, разложение, обезвоживание вещества при нагревании обозначаются буквами вз., рз., обезв. Если последние сокращенные обозначения стоят перед числом, то это значит, что при данной температуре вещество возгоняется, разлагается или обезвоживается, если после — то это значит, что при данной температуре вещество плавится или кипит и одновременно разлагается или обезвоживается.

Плотность для твердых и жидких тел указывается при температуре 20° С, а для газов — при температуре 0° С и давлении 760 *мм рт. ст.*, а температуры кипения и плавления — при давлении 760 *мм рт. ст.*

Название соединений	Формула соединения	Молекулярный вес	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Точка плавления, °С	Точка кипения, °С
Анилин	$C_6H_5NH_2$	93,13	ж.	1,02	—6,2	184,4
Ацетилен	$CH \equiv CH$	26,04	г.	0,00117	—81,5	вз.—83,6
Ацетон	CH_3COCH_3	58,08	ж.	0,79	—95	56,0
Бензол	C_6H_6	78,12	ж.	0,88	5,5	80,2
Бутан	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	58,12	г.	0,6 (ж)	—138,3	—0,6
Гидрохинон	$C_6H_4(OH)_2$	110,12	т.	1,36	170,5	286,2
Глицерин	$CHOH(CH_2OH)_2$	92,09	ж.	1,26	18,6	290 рз.
Глюкоза (d-глюкоза, виноградный сахар)	$C_6H_{12}O_6$	180,17	т.	1,54	146 рз.	—
Декстрин	$(C_6H_{10}O_5)_x$	(162,15)$_x$	т.	1,04	179,4	204 вз.
Камфара	$C_{10}H_{16}O$	152,24	т.	0,99	рз.	—
Крахмал	$(C_6H_{10}O_5)_x$	(162,15)$_x$	т.	1,50	обезв. 130	рз.
Лактоза (молочный сахар)	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$	360,33	т.	1,52		

Продолжение

Название соединений	Формула соединения	Молекулярный вес	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Точка плавления, °С	Точка кипения, °С
Лимонная кислота	$C_3H_4(OH)\cdot(CO_2H)_3$	192,13	т.	1,54	153	рз.
Мальтоза (солодовый сахар)	$C_{12}H_{22}O_{11}\cdot H_2O$	360,33	т.	1,54	обезв. 100	рз.
Метан	CH_4	16,04	г.	0,000717	—182,5	—161,5
Метиловый спирт	CH_3OH	32,04	ж.	0,79	—97,8	64,7
Метол	$(HOC_6H_4NHCH_3)_2\cdot H_2SO_4$	344,39	т.		рз. 260	—
Муравьиная кислота	HCO_2H	46,03	ж.	1,22	8,4	100,7
Нафталин	$C_{10}H_8$	128,17	т.	1,14	80,2	217,9
Нитробензол	$C_6H_5NO_2$	123,12	ж.	1,20	5,7	210,9
Нитроглицерин	$C_3H_5(ONO_2)_3$	227,09	ж.	1,60	13,2	260 (взрывается)
Нитротолуол	$C_6H_4CH_3NO_2$	137,14	ж.	1,16	ок. —4	222,3
Олеиновая кислота	$C_{17}H_{33}CO_2H$	282,48	ж.	0,90	16	
Пикриновая кислота	$C_6H_2OH(NO_2)_3$	299,12	т.	1,76	122,5	300 (взрывается)
Пропан	$CH_3CH_2CH_3$	44,09	г.	0,00201	—187,7	—42,1
Пропилен	$CH_3CH=CH_2$	42,08	г.	0,00194	—185,3	—47,7
Салициловая кислота	$HOC_6H_4CO_2H$	138,13	т.	1,44	159	вз.
Сахароза (сахар свекловичный, тростниковый)	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342,31	т.	1,59 (при 15°)	184 * рз.	—
Сероуглерод	CS_2	76,14	ж.	1,26	—111	46,3
Синильная кислота	HCN	27,03	ж.	0,69	—14	26

Продолжение

Название соединений	Формула соединения	Молекулярный вес	Агрегатное состояние	Плотность, $\frac{г}{см^3}$ (для газов в $\frac{г}{мл}$)	Точка плавления, °С	Точка кипения, °С
Стирол	$C_6H_5CH=CH_2$	104,15	ж.	0,91	—30,6	145,2 рз.
Стрептоцид белый	$H_2NC_6H_4SO_2NH_2$	172,21	т.		160—167	
Стрихнин	$C_{21}H_{22}N_2O_2$	334,42	т.	1,36	286—288	
Толуол	$C_6H_5CH_3$	92,14	ж.	0,87	—95,0	110,6
Тринитротолуол	$CH_3C_6H_2(NO_2)_3$	227,14	т.	1,65	80,8	(взрывается) 240
Уксусная кислота	CH_3COOH	60,05	ж.	1,05	16,6	118,1
Фенол (карболовая кислота)	C_6H_5OH	94,12	т.	1,07	41,0	181,2
Флуоресцеин	$C_{20}H_{12}O_5$	332,32	т.		315	рз.
Формальдегид	$HCHO$	30,03	г.	0,82 (ж. при —20°)	—92	—21
Фруктоза (фруктовый сахар)	$C_6H_{12}O_6$	180,17	т.	1,67	ок. 100	рз.
Хинин	$C_{20}H_{24}O_2N_2$	324,43	т.		177	вз
Хлороформ	$CHCl_3$	119,39	ж.	1,49	—63,5	61,2
Хлорпикрин	CCl_3NO_2	164,39	ж.	1,65	—64	112
Четыреххлористый углерод	CCl_4	153,84	ж.	1,59	—22,8	76,8
Щавелевая кислота	$COOH—COOH$	90,04	ж.	1,65	189,5	вз.
Этан	CH_3CH_3	30,07	г.	0,00136	—183,3	—88,6
Этилен	$CH_2=CH_2$	28,05	г.	0,00125	—169,2	—103,7
Этиловый спирт	C_2H_5OH	46,07	ж.	0,79	—117	78,3
» эфир	$(C_2H_5)_2O$	74,12	ж.	0,71	—116,3	34,6

* Точка плавления продажного чистого сахара 16. °С.

274. Названия и состав химических продуктов

В таблице приведены распространенные названия и состав некоторых химических продуктов, используемых в различных областях техники, в строительстве, сельском хозяйстве, медицине, быту.

Название продукта	Основное вещество
Алебастр	$CuSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$
Аминопласт	Мочевино-формальдегидная смола и наполнители
Аммонал	NH_4NO_3 (до 72%) + Al (порошок) (до 25%) + угольный порошок (3%)
Антифриз	$CH_2OH—CH_2OH$ с антикоррозийной присадкой
Асбест	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ или $7MgO \cdot 8SiO_2 \cdot H_2O$
Асботекстолит	Фенольно-формальдегидная смола и асбестовая ткань
Ацетилен	C_2H_2
Ацетон	CH_3COCH_3
Бакелит	Фенольно-формальдегидная смола с наполнителем
Барит (шпат тяжелый)	$BaSO_4$ (барий сернокислый)
Белила свинцовые	$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$
» цинковые (окись цинка)	ZnO
Бензин	C_nH_{2n+2}
Бензол	C_6H_6
Берлинская лазурь (синяя краска)	$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (железо железистосинеродистое)
Бертолетова соль	$KClO_3$ (калий хлорноватокислый)
Бикарбонат натрия	$NaHCO_3$ (натрий двууглекислый)
Бордосская жидкость	Смесь водного раствора (0,5—1%) $CuSO_4$ с известковым молоком (0,5—1%)
Бура	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (натрий тетраборнокислый, гидрат)
Веселящий газ (закись азота)	N_2O
Винипласт	Поливинилхлорид и пластификаторы
Винный камень	$KC_4H_5O_6$
» спирт	C_2H_5OH (этиловый спирт)
Виноградный сахар	$C_6H_{12}O_6$
Водяной газ	CO и H_2
Гексахлоран (ГХЦГ)	Гексахлорциклогексан $C_6H_6Cl_6$
Генераторный газ	$CO + N_2$
Гетинакс листовой	Фенольно-формальдегидная смола и бумага
Гидрохинон	$C_6H_6O_2$
Гипосульфит (техническое название — антихлор)	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ (натрий серноватистокислый, гидрат)

Название продуктов	Основное вещество
Глауберова соль . . .	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (натрий сернокислый, гидрат)
Глет свинцовый . . .	PbO (окись свинца)
Глинозем	Al_2O_3 (окись алюминия)
Глицерин	$C_3H_5(OH)_3$
Глюкоза (d-глюкоза) *	см. виноградный сахар
Горькая соль (английская соль)	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (магний сернокислый, гидрат)
Гремучая ртуть . . .	$(CNO)_2Hg \cdot \frac{1}{2} H_2O$
ДДТ	4,4-дихлордифенилтрихлорэтан $(ClC_6H_4)_2CHCCl_3$
Денатурат	Этиловый спирт, содержащий ядовитые вещества, делающие его непригодным для питья, но не препятствующие его техническому применению
Диатомит (горная мука), инфузорная земля, кизельгур . . .	SiO_2 (двуокись кремния)
Древесный спирт . . .	CH_3OH
Известковое молоко .	$Ca(OH)_2$ в большом избытке воды
Известняк	$CaCO_3$ (кальций углекислый)
Известь воздушная . .	CaO (окись кальция)
» гашеная («пушонка»)	$Ca(OH)_2$ (гидроокись кальция)
Известь негашеная, обожженная («кипелка»)	CaO (окись кальция)
Известь хлорная (белильная)	$CaOCl_2$ (32—35% активного Cl)
Кали едкое	KOH (калий, гидроокись)
Калимагнезия (калимаг)	Смесь K_2SO_4 (калий сернокислый) и $MgSO_4$ (магний сернокислый)
Каломель	Hg_2Cl_2 (хлористая ртуть)
Камфара	$C_{10}H_{16}O$
Карбид кальция . . .	CaC_2
Карболка черная . .	Фенолы (50%)
Карболовая кислота .	Фенол
Карборунд	SiC (карбид кремния)
Карбюризатор древесноугольный . . .	Древесный уголь и активизаторы ($BaCO_3$ и $CaCO_3$)
Каустик	$NaOH$

* Глюкозы представлены значительным числом различных сахаристых веществ. d-глюкоза иначе называется декстроза или виноградный сахар.

Продолжение

Название продукта	Основное вещество
Квасцы алюминиевые (алюмокалиевые)	$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
Квасцы аммиачные (алюмоаммонийные)	$Al(NH_4)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
Квасцы железные	$FeK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
» хромовые (хромокалиевые и хромонатриевые)	$CrK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ и $NaCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
Киноварь	HgS (сернистая ртуть, красная)
Колчедан серный (пирит)	FeS_2 (двусернистое железо)
Корунд	Al_2O_3 (окись алюминия)
Кровяная соль желтая	$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ (калий железистосинеродистый, гидрат)
» » красная	$K_3Fe(CN)_6$ (железосинеродистый калий)
Кроны (свинцовый, цинковый и др.)	$PbCrO_4$ (свинец хромовокислый), $ZnCrO_4$ (цинк хромовокислый) и др.
Купорос железный	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (сернокислое железо, гидрат)
» медный (синий камень)	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (сернокислая медь, гидрат)
Купорос цинковый	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (сернокислый цинк, гидрат)
Лактоза (молочный сахар)	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$
Ляпис (старое медицинское название — адский камень)	Сплав $1AgNO_3 + 2KNO_3$
Магнезит	$MgCO_3$ (углекислый магний)
Магнезия белая	$3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$; $MgCO_3$ или $Mg(OH)_2$
Магнезия жженая	MgO (магний, окись)
Мальтоза (солодовый сахар)	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ (обычно в виде патоки)
Мел (кальций углекислый)	$CaCO_3$
Метиловый спирт	См. древесный спирт
Метол	Сульфат монометил — *п*-амидофенола
Мрамор	$CaCO_3$ (кальций углекислый)
Мумия (коричневая краска)	Fe_2O_3 с примесью гипса
Наждак	Al_2O_3 (алюминий, окись)
Натр едкий (гидроокись натрия)	$NaOH$
Нашатырный спирт	Водный раствор NH_3 (до 25% NH_3)
Нашатырь	NH_4Cl (аммоний хлористый)
Олеум (дымящая серная кислота)	$H_2SO_4 + nSO_3$ (18,5 и 60% SO_3)
Органическое стекло	Полиметилметакрилат и пластификаторы

Название продукта	Основное вещество
Охра	$Fe_2O_3 \cdot Al_2O_3$ и SiO_2
Парижская зелень	$Cu(CH_3COO)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$
Пироксилин	Нитроцеллюлоза (12,5—13,9% N)
Плавиковая кислота	HF (фтористый водород)
Пластикат полихлорвиниловый	Поливинилхлорид и пластификаторы
Поваренная соль	NaCl (хлористый натрий)
Полипропилен	Полимер пропилена $CH_3 - CH = CH_2$
Полиэтилен	Полимер этилена $CH_2 = CH_2$
Поташ	K_2CO_3 (углекислый калий)
Розовое масло	Фенилэтиловый спирт
Рубин	Al_2O_3 (окись алюминия)
Сажа (газовая, ламповая)	C
Свинцовые белила	$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$
Сегнетова соль	$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$
Селитра аммиачная	NH_4NO_3 (аммоний азотнокислый)
» калийная	KNO_3 (калий азотнокислый)
» натриевая (чилийская)	$NaNO_3$ (натрий азотнокислый)
Сиенна	Fe_2O_3 (окись железа) + SiO_2 (двуокись кремния)
Сильвинит	KCl (калий хлористый) и NaCl (натрий хлористый)
Синька (ультрамарин)	$Na_xAl_6Si_6S_2O_{24}$ или $Na_xAl_4Si_6S_4O_{23}$ и др.
Сода бельевая	Na_2CO_3 (натрий углекислый)
» бикарбонат (двууглекислая)	$NaHCO_3$ (натрий двууглекислый)
Сода каустическая	NaOH (едкий натр; натрий, гидрокись)
» кристаллическая	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (натрий углекислый, гидрат)
» очищенная, питьевая	$NaHCO_3$ (натрий двууглекислый)
Сода «пушонка» стиральная	Na_2CO_3 (натрий углекислый)
Спирт винный (этиловый спирт)	C_2H_5OH
Стеклотекстолит	Фенольно-формальдегидная смола
Сулема	$HgCl_2$ (ртуть хлорная)
Суперфосфат двойной	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$
» простой	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ и $CaSO_4$ (14—19% усвояемого P_2O_5)
Сурик железный	Fe_2O_3 (окись железа)
» свинцовый (краска)	Pb_3O_4 ($2PbO \cdot PbO_2$)
Сухой лед	CO_2
Сухой спирт (твердый спирт)	Метальдегид $(CH_3CHO)_x$, уротропин и др.

Название продукта	Основное вещество
Текстолит листовой, плиточный, поделочный	Фенольно-формальдегидная смола и хлопчатобумажная ткань
Термит	Al и Fe_2O_3
Тефлон	Полимер $CF_2 = CF_2$
Тол	Тринитротолуол
Тротил	»
Формалин	Водный раствор формальдегида (33 и 40%)
Фоспор	$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ (65—75%) + Na_2CO_3 (35—25%)
Фосфоритная мука	$Ca_3(PO_4)_2$ (кальций фосфорнокислый)
Фреон-12	Дихлордифторметан
Фруктовый сахар (фруктоза или левулеза)	$C_6H_{12}O_6$
Хромпик	K_2CrO_7 (калий двухромовокислый) или $Na_2Cr_2O_7$ (натрий двухромовокислый)
Царская водка	$1HNO_3 + 3HCl$
Целлулоид	Нитроцеллюлоза, камфара
Шпат плавиковый (флюорит)	CaF_2 (кальций фтористый)
Эфир этиловый	$(C_2H_5)_2O$

275. Общие свойства минералов

В таблице приняты следующие сокращенные обозначения кристаллических систем: трк. — триклинная, мнк. — моноклинная, ромб. — ромбическая, тргн. — тригональная, тетр. — тетрагональная, гекс. — гексагональная, куб. — кубическая (или изометрическая). Значения твердости указаны по условной десятибалльной шкале (табл. 466).

Название минерала	Химическая формула основного вещества	Кристаллическая система	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Твердость
Алмаз	C	куб.	3,4—3,5	10
Асбест	$3(Mg, Fe)O \cdot CaO \cdot 4SiO_2$	—	2,9—3,2	—
Боксит	$Al_2O_3 \cdot nH_2O$	—	2,6	1—3
Бура	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	мнк.	1,7—1,8	2—2,5
Бурый железняк	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	—	3,3—4	5—5,5
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	мнк.	2,2—2,4	1,5—2,0
Глауберова соль	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	мнк.	1,4—1,5	1,5—2,0
Графит	C	гекс.	2,0—2,3	1,0—2,0
Доломит	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	тргн.	2,8—2,95	3,5—4,5

Название минерала	Химическая формула основного вещества	Кристаллическая система	Плотность, $\frac{г}{см^3}$	Твердость
Железный колчедан (пирит, серный колчедан)	FeS_2	куб.	4,9—5,2	6,0—6,5
Кальцит * (известняк, известковый шпат)	$CaCO_3$	гекс.	2,6—2,8	3
Каменная соль (галит) **	$NaCl$	куб.	2,1—2,2	2,5
Кварц ***	SiO_2	трг.	2,5—2,8	7
Киноварь	HgS	трг.	8,0—8,2	2,0—2,5
Корунд ****	Al_2O_3	трг.	3,9—4,1	9
Магнезит	$MgCO_3$	трг.	2,9—3,2	3,5—4,5
Магнитный железняк (магнетит)	Fe_3O_4	куб.	4,9—5,2	5,5—6,5
Малахит	$CuCO_3\,Cu(OH)_2$	мнк.	3,7—4,1	3,5—4,0
Медный колчедан	$CuFeS_2$	тетр.	4,1—4,3	3,5—4,0
Нефелин	$4(Na, K)_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 9SiO_2$	гекс.	2,55—2,65	5,5—6,0
Опал	$SiO_2 \cdot nH_2O$	аморфн.	1,9—2,5	5,5—6,5
Плавиковый шпат (флюорит)	CaF_2	куб.	3,0—3,2	4
Полевой шпат (ортоклаз)	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	мнк.	2,52—2,58	6
Рутил (двуокись титана)	TiO_2	тетр.	4,2—4,3	6,0—6,5
Свинцовый блеск	PbS	куб.	7,3—7,6	2,5
Сера	S, (As, Se, Fe ...)	ромб.	2,0—2,1	2,0—2,5
Сильвин	KCl	куб.	1,9—2,0	2,0—2,5
Сильвинит	$KCl + NaCl$	—	—	—
Слюда	$KAl_2(OH, F)_2 \cdot AlSi_3O_{10}$	мнк.	2,7—2,9	2,0—3,0
Сурьмяный блеск	Sb_2S_3	ромб.	4,5—5,0	2
Тальк	$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$	мнк.	2,7—2,8	1
Топаз	$[Al(F, OH)]_2SiO_4$	ромб.	3,4—3,65	8
Турмалин	—	гекс.	2,9—3,2	7,0—7,5
Тяжелый шпат (барит)	$BaSO_4$	ромб.	4,3—4,6	2,5—3,5

* Разновидность кальцита (известкового шпата) — прозрачные кристаллы исландского шпата, идущие на изготовление поляризационных призм.

** Из больших прозрачных кристаллов каменной соли (галита) изготовляются призмы и линзы, которыми пользуются при исследованиях инфракрасных лучей (кристаллы галита прозрачны для инфракрасных лучей с длиной волны до 16—17 *мк*).

*** Из расплавленного кварца вытягиваются тончайшие нити, которые применяются для изготовления огнеупорных тканей, подвесов для чувствительных измерительных приборов. В различных областях науки и техники широко используются пьезоэлектрические свойства кварца (получение ультразвука, радиотехника и др.); благодаря прозрачности кварца для ультрафиолетовых лучей (до 1850 Å) кварцевая оптика находит применение для исследований в этой области спектра.

**** Некоторые прозрачные разновидности корунда являются драгоценными камнями (рубин, сапфир).

II раздел

ДАННЫЕ О МАШИНАХ, ТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ И УСТРОЙСТВАХ, ПРИБОРАХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И КРУПНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Автомобили, мотоциклы и мотороллеры

276. Общие данные по автомобилям

Легковые автомобили

Показатели	ЗАЗ-965 «Запорожец»	«Москвич-407»	«Победа»	«Волга»	ГАЗ-12	ГАЗ-13 «Чайка»	ЗИЛ-110	ЗИЛ-111	ГАЗ-69
Число мест	4	4	5	5	6	7	7	7	5
Вес в снаряженном состоянии без нагрузки, *кГ*	640	980	1460	1460	1940	2000	2575	2605	1535
Вес с полной нагрузкой (340 *кГ*), *кГ* . .	980	1280	1835	1885	2400	2505	3100	3130	1990
Максимальная скорость с полной нагрузкой, $\frac{км}{ч}$ . . .	80	115	105	120	125	160	140	170	90
Емкость топливного бака, *л*	30	35	55	60	80	80	80	76	60
Контрольный расход топлива*, $\frac{л}{100\ км}$	5,5	8,5 (10)	11 (13,5)	9 (14)	15,5 (18,5)	15	23 (27)	19	14 (17,5)
Давление воздуха в шинах, $\frac{кГ}{см^2}$:									
передних	1,1	1,7	2,0	1,7	2,25	1,5—1,6	2,25	1,9—2,0	2,0
задних	1,7	1,7	2,2	1,7	2,25	1,7—1,8	2,50	1,9—2,0	2,2
Радиус колеса, *мм* .			344		352		380		357

* Под термином «контрольный расход топлива» понимается расход топлива обкатанным автомобилем, движущимся с полной нагрузкой по сухому горизонтальному шоссе хорошего качества с постоянной скоростью (для грузовых автомобилей 30—40 $\frac{км}{ч}$, для легковых 50—60 $\frac{км}{ч}$).

В скобках указывается эксплуатационная норма расхода топлива на 100 *км* пути.

Грузовые автомобили

Показатели	Марка автомобиля							
	ГАЗ-51; ГАЗ-51А	«Урал-355М»	ЗИЛ-150	ЗИЛ-157	ЗИЛ-164А	МАЗ-200	ГАЗ-63	Самосвал МАЗ-525
Грузоподъемность, *кГ*	2 500	3 500	4 000	4 500	4 000	7 000	2 000	25 000
Вес в снаряженном состоянии без нагрузки, *кГ*	2 710	3 400	3 900	5 450	4 100	6 400	3 200	22 000
Вес с полной нагрузкой, *кГ*	5 360	7 050	8 125	10 175	8 325	13 625	5 350	49 520
Максимальная скорость с полной нагрузкой по шоссе, $\frac{км}{ч}$	70	75	65	65	75	65	65	30
Емкость топливного бака, *л*	90	110	150	215	150	225	195	400
Расход топлива по шоссе (с полной нагрузкой), $\frac{л}{100\ км}$	20	24	29	42	27	30	25	135
Давление воздуха в шинах, $\frac{кГ}{см^2}$:								
передних	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,2	3,0	5,0
задних	3,5	4,5	4,25	3,5	4,2	5,5	4,0	5,0
Радиус колеса, *мм*	444		459			485	476	830

277. Двигатели автомобилей

Легковые автомобили

Показатели	Марка автомобиля							
	ЗАЗ-965 «Запорожец»	«Москвич-407»	«Победа»; ГАЗ-69	«Волга»	ГАЗ-12	ЗИЛ-110	ГАЗ-13 «Чайка»	ЗИЛ-111
Максимальная мощность, *л. с.*	23	45	52; 55 *	70 **	90	140	195	200 ***
Число оборотов коленчатого вала в минуту	4000	4300	3600	4000	3600	3600	4400	4200
Число цилиндров	4	4	4	4	6	8	8	8
» тактов	4	4	4	4	4	4	4	4
Диаметр цилиндра, *мм*	66	76	82	92	82	90	100	100
Ход поршня, *мм*	55	75	100	92	110	118	88	95
Рабочий объем цилиндров (литраж), *л*	0,75	1,36	2,12	2,45	3,48	6	5,5	5,98
Степень сжатия	6,6	7	6,2; 6,5*	6,6	6,7	6,85	8,5	9
Минимальный расход бензина, *г/л.с.·ч*	250	230	265	230	245	270	220	225

* ГАЗ-69.
** С 1960 г. 75 *л. с.*
*** При степени сжатия 10,5 двигатель развивает мощность 220 *л. с.*

Грузовые автомобили

Показатели	Марка автомобиля						
	ГАЗ-51; ГАЗ-51А; ГАЗ-63	ЗИЛ-150	«Урал-355М»	ЗИЛ-164	ЗИЛ-157	МАЗ-200	Самосвал МАЗ-525
Максимальная мощность, *л. с.*	70	90	95	100	104	110	300
Число оборотов коленчатого вала в минуту	2800	2400	2600	2800	2800	2000	1500
Тип двигателя	карбюраторный					дизельный	
Число цилиндров	6	6	6	6	6	4	12
» тактов	4	4	4	4	4	2	4
Диаметр цилиндра, *мм*	82	101,6	101,6	101,6	101,6	108	150
Ход поршня, *мм*	110	114,3	114,3	114,3	114,3	127	180; 186*
Рабочий объем цилиндров (литраж), *л*	3,48	5,55	5,55	5,55	5,55	4,65	3,22
Степень сжатия	6,2	6,0	6,0	6,2	6,0	16	15
Минимальный расход топлива, $\frac{г}{л.с.ч}$	270	255	255	250	255	205	190

* Цилиндры двигателя расположены в два ряда. В цилиндрах одного ряда ход поршня равен 180 *мм*, в цилиндрах другого ряда — 186 *мм*.

278. **Передаточные числа силовой передачи автомобилей**

Передачи	Марка автомобиля										
	ЗАЗ-965 «Запорожец»	«Москвич-407»	«Победа»; «Волга»; ГАЗ-12	ГАЗ-13 «Чайка»	ЗИЛ-110	ЗИЛ-111	ГАЗ-51; ГАЗ-51А	ЗИЛ-150; ЗИЛ-157	ЗИЛ-164А	МАЗ-200	Автобус ЗИЛ-158
Коробка передач:											
Первая передача	3,67	3,81	3,11	2,84	2,43	1,72	6,4	6,24	7,62	6,17	6,24
Вторая »	2,29	2,42	1,77	1,68	1,53	1,00	3,09	3,32	4,2	3,4	3,32
Третья »	1,39	1,45	1,0	1,0	1,0	—	1,69	1,9	2,3	1,79	1,9
Четвертая »	0,96	1,0	—	—	—	—	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0
Пятая »	—	—	—	—	—	—	—	0,81 *	1,0	0,78 *	0,81 *
Задний ход	4,3	4,95	3,74	1,72	3,16	2,39	7,82	6,7	7,26	6,69	6,70
Главная передача	5,12	4,62	5,12** 4,55;	4,54	4,36	3,54	6,67	7,63	6,45	8,21	9,29

* Ускоряющая передача.
** 5,12 для «Победы», 4,55 — для «Волги и ГАЗ-12.

279. Автомобиль-самосвал МАЗ-530

Мощность двигателя, *л. с.*	450
Число оборотов коленчатого вала в минуту	1850
Тип двигателя	четырехтактный дизель
Число цилиндров двигателя	12
Грузоподъемность, *Т*	40
Максимальная скорость автомобиля, $\frac{км}{ч}$	30
Вес в снаряженном состоянии без нагрузки, *Т*	37,5
Число осей	3
Способ опрокидывания платформы	двумя гидравлическими подъемниками
Длина автомобиля, *м*	10,5
Ширина автомобиля, *м*	3,4
Высота, *м*	3,6

280. Характеристика первого отечественного автомобиля

Мощность двигателя, *л. с.*	36
Число оборотов коленчатого вала в минуту	1400
» цилиндров	4
Диаметр цилиндра, *мм*	100
Ход поршня, *мм*	140
Рабочий объем цилиндра, *л*	1,1
Модель автомобиля	АМО-Ф-15
Грузоподъемность автомобиля, *кГ*	1500
Скорость автомобиля, $\frac{км}{ч}$	
на первой передаче	8,4
» второй »	13,1
» третьей »	19,3
» четвертой »	42,5
Год выпуска	1924

281. Автобусы

Показатели	ПАЗ-652	ЗИЛ-158 ЛАЗ-695 («Львов»)	ЗИЛ-127
Двигатель	карбюраторный четырехтактный		двухтактный дизель
Мощность двигателя, *л. с.*	90	109	180
Число оборотов коленчатого вала в минуту	3600	2800	2000

Продолжение

Показатели	ПАЗ-652	ЗИЛ-158, ЛАЗ-695 («Львов»)	ЗИЛ-127
Число цилиндров . .	6	6	6
Диаметр цилиндра, *мм*	82	101,6	108
Ход поршня, *мм* . . .	110	114,3	127
Рабочий объем цилиндров, *л*	3,48	5,55	6,97
Число мест для сидения	25	34	32
Наибольшая скорость с полной нагрузкой, $\frac{км}{ч}$	80	65	95
Удельный расход топлива, $\frac{г}{л.с. \cdot ч}$ . . .	270	255	230
Расход топлива, $\frac{л}{100\ км}$	21	37	40
Назначение	перевозка пассажиров в сельских местностях и пригородах	перевозка пассажиров в городах и пригородах	междугородное сообщение

Примечание. Отечественной промышленностью выпущен экспериментальный автобус с газотурбинным двигателем «Турбо НАМИ-053» мощностью 350 *л. с.* Двигатель состоит из генератора газа, имеющего турбокомпрессор и камеры сгорания, и тяговой турбины с трансмиссией. Генератор газа напоминает по своему устройству турбореактивный двигатель, но отличается от последнего тем, что в нем выходящие газы направляются не в реактивное сопло, а в тяговую турбину. Таким образом, турбокомпрессор служит для получения газа, которым питается тяговая турбина.

Воздух, сжимаемый одноступенчатым центробежным компрессором, делающим 2300 *об/мин*, подается в камеры сгорания, куда через форсунки поступает топливо. Температура газа в камере сгорания повышается до 850° С. Нагретый газ поступает в турбину привода компрессора, от вала которого получают движение все вспомогательные механизмы двигателя. Из компрессорной турбины газ направляется на вторую, тяговую турбину, число оборотов которой достигает 17 000 в минуту. Редуктор снижает число оборотов до 3000 и передает вращение на трансмиссию.

Наибольшая возможная скорость автобуса 160 $\frac{км}{ч}$.

282. Мотоциклы

Показатели	Марка мотоцикла							
	М1А; М1М; К-125; К-55; К-58	К-175	ИЖ-49, ИЖ-350	ИЖ-56	ИЖ-58	М-72 с коляской	М-52	М-53 с коляской
Тип двигателя	Двухтактный					Четырехтактный		
Мощность двигателя макс, *л. с.*	*	8	11,5	13	18	22	24	28
Число оборотов коленчатого вала в минуту при максимальной мощности	*	4800—5000	4000	4200	4500—5000	4450—4800	5500—6000	5600
Число цилиндров	1	1	1	1	2	2	2	2
Диаметр цилиндра, *мм*	52	61,75	72	72	62	78	68	72
Ход поршня, *мм*	58	58	85	85	58	78	68	61
Рабочий объем цилиндров, $см^3$	123,7	173,7	346	346	346	746	494	496
Степень сжатия	6,25 (М1А, М1М); 6,0	6,5	5,8	7,0	7,5	5,5	6,2	6,4
Максимальная скорость мотоцикла, $\frac{км}{ч}$	*	80	90	100	120	85	110	100
Расход топлива, $\frac{л}{100\ км}$	2,45	3,2	4,5	4,5	4,5	7	4,5	5
Емкость топливного бака, *л*	9; 13 (К-55)	13	14	15	15	22	18	19
Вес мотоцикла (сухой), ** *кГ*	*	105	162 (ИЖ-49); 143	150	155	335	182	310
Давление воздуха в шинах, $\frac{кГ}{см^2}$:								
передней	1,5; 1,2 (М1А, М1М)	1,2	1,5	1,5		1,6	1,6	
задней	2,0; 1,4 (М1А, М1М)	1,5	1,8	1,8		2,0 1,8—2,0 (коляска)	2,0	

* Для мотоциклов М1А, М1М, К-125, К-55 и К-58 соответственно: мощность — 4,25; 5,0; 4,25; 4,75; 5,0 *л. с.*; число оборотов в минуту — 4800; 5000—5200; 4800; 4800; 4800; максимальная скорость, $\frac{км}{ч}$ — 70; 80; 70; 75; 75, вес (сухой), *кГ* — 71; 70; 74,2; 84; 88.

** Сухим весом мотоцикла называется вес машины при незаполненных топливной и смазочной системах.

283. Мотороллеры

Показатели	«Вятка» (ВП-150)	«Тула» (Т-200)	Показатели	«Вятка» (ВП-150)	«Тула» (Т-200)
Тип двигателя	двухтактный карбюраторный		Расход топлива, $\frac{л}{100\ км}$	3,2	3
Мощность двигателя, *л. с.*	4,5	8	Емкость топливного бака, *л*	11—12	12,5
Число оборотов коленчатого вала в минуту	4500	4900	Количество мест	2	2
Число цилиндров	1	1	Габаритные размеры, *мм*:		
Рабочий объем цилиндра, *см*³	148	197	длина	1825	1930
Диаметр цилиндра, *мм*	57	62	ширина	800	515
Максимальная скорость, $\frac{км}{ч}$	70	80	высота	1100	1010
			Вес (сухой) *, *кГ*	108	135

* Сухим весом называется вес машины при незаполненных топливно-смазочной и охладительной системах.

Тракторы

284. Общие данные о тракторах

Показатели	Марка трактора											
	колесные						гусеничные					
	ДТ-14	ДТ-20	ДТ-24-2	Т-28	«Беларусь» МТЗ-2	«Беларусь» МТЗ-5Л	КД-35 КДП-35	ДТ-54	Т-75	С-80	С-100	Т-140
Мощность двигателя, *л. с.*	14	20	24	28	37	45	38	54	75	94	100	140
Число оборотов коленчатого вала в мин.	1600	1800	1400	1600	1400	1500	1400	1300	1500	1000	1050	1000

Продолжение

Показатели	Марка трактора											
	колесные				«Беларусь»		гусеничные					
	ДТ-14	ДТ-20	ДТ-24-2	Т-28	МТЗ-2	МТЗ-5Л	КД-35; КДП-35	ДТ-54	Т-75	С-80	С-100	Т-140
Число цилиндров двигателя	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	6
Диаметр цилиндра, *мм*	125	125	125	125	100	105	100	125	125	145	145	145
Ход поршня, *мм*	125	140	125	125	130	130	130	152	152	205	205	205
Рабочий объем цилиндров, *л*	1,53	1,71	3,07	3,07	4,08	4,5	4,08	7,46	7,46	13,54	13,54	20,3
Степень сжатия	15	15	14,5	14,5	17	17	17	16	16	15,5	16	15,5
Удельный расход топлива (дизельного), $\frac{г}{л.\,с.\cdot ч.}$	210	200	218	205	210	205	210	220	195	205—220	200—210	208
Средняя скорость поршня, $\frac{м}{сек}$					6,1		6,1	6,6		6,8		
Тяговая мощность, *л. с.*	6,5	9	12,5	14	24	23	24	36		60		115
Вес трактора эксплуатационный, *кГ*	1 583	1 585	2 700	2 420	3 280 (МТЗ-2) 2 940 (МТЗ-5)		3 880 (КД-35) 4 330 (КДП-35)	5 400	5 550 *	11 830	11 400 *	15 150

* Конструктивный вес (он слагается из сухого веса трактора и веса смазки, заправленной в узлы трактора. Эксплуатационный вес включает, кроме того, вес запаса топлива, охлаждающей воды, а также вес тракториста).

288. Первый трактор (гусеничный трактор Блинова)

Число паровых машин	2
Мощность каждой машины, *л. с.*	10
Число оборотов вала в минуту	40
Расположение цилиндров	горизонтальное
Скорость движения, $\frac{км}{ч}$	2—3
Диаметр парового котла, *м*	1,2—1,3
Высота парового котла, *м*	1,5
Давление, на которое был рассчитан котел, *ат*	6
Год постройки	1888

Паросиловые установки и турбогенераторы

289. Мощные барабанные паровые котлы

Показатели	Марка котла						
	ТП-37	ТП-21	ТП-2	ТП-10	ТП-50	ТП-80	ТП-90
Паропроизводительность котла, $\frac{т}{ч}$	150	170	230	220	240	420	500
Давление пара за пароперегревателем, *ат*	40	100	100	100	175	140	140
Температура перегретого пара, °С	450	510	510	540	555	570	570
Объем топки, $м^3$	970	885	1210	1230	1400	2300	3350
Внутренний диаметр основного барабана, *м*		1,3	1,3	1,6	1,3	1,8	
Длина барабана, *м*			11,2			17	
Температура газов в топке, °С	1857	1939	2048	1958			
Температура газов на выходе из топки, °С	1023	1065	1130	874	1105	1200	1190
Температура уходящих газов, °С	139	153	148	118	162	122	122
К. п. д. котла, %	90,6		87,5	91,1	89,5	89,8	90,7
Вес котла, *Т*		781	947	1057			
Габариты котла, *м*:							
высота	29,6	29,5	29,8	31,3	35	38	39,7
длина	14	15	15,6	17,9	19,7	18,1	24

290. Прямоточные паровые котлы

Показатели	Марка котла				
	ПК-12	СПП 200/1.0	51 СП 220/100	53 СПС 200/32	ПК-33-93-СП
Паропроизводительность, $\frac{т}{ч}$	300	200	220	200	640
Давление пара за пароперегревателем, *ат*	215	140	100	32	140
Температура перегрева пара, °С	575	500	495—510	420	570
Температура питательной воды, °С		210	185	150	
Испаряющая поверхность труб, $м^2$		976	2280	2080	
Внешние габариты котла, *м*:					
высота	30,5	20,9	24,7	28,3	39,5
ширина	11	8,5	10,9	8,5	22
длина	17	17,9	15,9	15,7	20,7
Вес (с лестницами и помостами), *Т*	1010	371,9	524,7	751 *	2350
Сжигаемое топливо	угольная пыль	мазут	угольная пыль	угольная пыль	угольная пыль
Объем топки, $м^3$	1860	735	1225	1227	
К. п. д. котла, %	92		85		91

* Вес с обмуровкой.

291. Паровые турбины малой и средней мощности

Мощность турбины, *квт*	Давление пара, *ат*	Температура пара, °С	Число оборотов ротора в минуту *	Температура охлаждающей воды, °С	Давление пара в конденсаторе, *ат*
750	35	435	$\frac{3000}{1000}$	20	0,04
1 500	35	435	$\frac{3000}{1000}$	20	
2 500	35	435	$\frac{3000}{1000}$	20	
4 000	35	435	3000	20	
6 000	35	435	3000	20	
12 000	35	435	3000	15	
12 000	90	480	3000		

* Турбины мощностью от 750 до 2500 *квт* могут выпускаться со скоростью вращения ротора или 1000, или 3000 *об/мин*.

292. Первый в мире опытный прямоточный котел на сверхкритическое давление (СССР)

Давление перегретого пара, *ат*	300
Температура перегретого пара, °С	600
Паропроизводительность котла, *т/ч*	12
Поверхность нагрева воды и пара, $м^2$	397
Полная длина одного змеевика, *м*	378,1
Число параллельных змеевиков, *шт.*	12
Внутренний диаметр труб, образующих поверхность нагрева (изготовляются из специальных сталей), *мм*	20
Топливо	до 1952 г.—мазут, после 1952 г.—угольная пыль
Толщина стенки трубы, *мм*	6
Температура газов в топке, °С	1250
» » » конце топки, °С	763
» » за дымососом, °С	ок. 250
» воды на выходе из экономайзера, °С	390
» фазового перехода (при 300 *ат*), °С	400
К. п. д. котла при работе на мазуте (в скобках — при работе на угольной пыли), %	84—87 (82—83)
Высота котла, *м*	14,7
Дата первого пуска котла	2.XI—1949 г.
» начала нормальной эксплуатации котла	апрель 1950 г.

Примечание. Получаемый в котле пар после снижения давления поступает на теплоэлектроцентраль.

Основные потери при работе котла — потери с уходящими дымовыми газами (они достигают 11,5% от всего количества теплоты, даваемой топливом).

Переход с параметров пара 100 *ат*, 500° С на параметры 300 *ат*, 600° С позволяет получить экономию в расходе топлива на 12—14% (а при температуре перегрева 650° С — на 20%).

293. Турбогенераторы, применяемые с турбинами малой и средней мощности

Мощность, *квт*	Напряжение, *в*	Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	К. п. д., % (при температуре охлаждающего воздуха 40 °С)
750	230; 400; 525	0,8	93,5
1 500	400; 525; 3 150; 6 300		94,5
2 500	3 150; 6 300		95
4 000			96
6 000			
12 000	6 300; 10 500		97

294. Мощные паровые турбины и турбогенераторы

Мощность турбины, тыс. *квт*	100	100	150
Число оборотов ротора турбины в минуту	3 000	3 000	3 000
Начальное давление пара, *ат*	29	90	170
Начальная температура пара, °С	400	480	550
Конечное давление пара, *ат*	0,046	0,035	0,03
Число цилиндров	2	2	3
» ступеней давления		17	26
Длина турбины, *м*		12,3	21
Абсолютный электрический к. п. д.*, %	31,4	37,7	42,5
Напряжение на клеммах генератора, *в*	15 750	15 750	18 000
Ток статора, *а*	4 075	4 580	5 350
Число полюсов	2	2	2
cos		0,8	0,9
Охлаждение	воздушное	водородное	водородное
Потери в турбогенераторе, *квт*:			
на вентиляцию			141
в подшипниках			245
в стали			570
в меди статора			148,5
на возбуждение			242
на токи короткого замыкания			163
К. п. д. генератора, %	98,1	98,8	98,9

* Абсолютным электрическим к. п. д. называют отношение теплоты, пошедшей на выработку электроэнергии, ко всей теплоте, затрачиваемой на парообразование.

295. Паровая турбина мощностью 200 000 *квт*

Давление пара перед турбиной, *ат*	130
Температура пара, °С	565
Давление пара в конденсаторе турбины, *ат*	0,035
Число цилиндров турбины	3*
» ступеней давления	31
» оборотов ротора в минуту	3000
Длина турбины, *м*	20,5
Общий вес турбины, *Т*	560
Паропроизводительность прямоточного котла в блоке с турбиной, $\frac{т}{ч}$	600

* Цилиндры высокого, среднего и низкого давления.

296. Паровые одновальные конденсационные турбины мощностью 300 000 *квт*

Показатели	Турбина Ленинградского металлического завода	Турбина Харьковского турбинного завода
Давление свежего пара, *ат*	240	240
Температура свежего пара, °С	580	580
Расход пара, $\frac{т}{ч}$	878	873
Число цилиндров турбины	3	3
Давление пара в конденсаторе, *ат*	0,035	0,035
Длина рабочей лопатки последней ступени, *мм*	940	950
Длина турбины, *м*	21,3	21,6
Вес турбины с конденсатором, *Т*	750	780

297. Турбогенераторы мощностью 200 000 и 300 000 *квт*

Показатели	Тип			
	ТВВ-200-2	ТВФ-200-2	ТВВ-300-2	ТГВ-300
Мощность, тыс. *квт*	200	200	300	300
Напряжение, *кв*	15,75	11	20	20
Скорость вращения ротора, $\frac{об}{мин}$	3000	3000	3000	3000
Коэффициент мощности ($\cos\varphi$)	0,85	0,85	0,85	0,85
Диаметр ротора, *м*	1	1,1	1,2	1,2
Длина » , *м*	9,9	11,6	12,3	12,2
Вес » , *Т*	40	50	60	55
Наружный диаметр статора, *м*	4,2	4,2	4,2	4,2
Охлаждение	водородное	водородное	водородное	водородное
Вес турбогенератора, *Т*	255	329	360	350

298. Судовые паровые машины

В судовых паросиловых установках в качестве главных двигателей наибольшее распространение получили машины трехкратного и двухкратного расширения.

Показатели	Машина и ее мощность					
	машины трехкратного расширения				машины двухкратного расширения	
	500 *л. с.* для буксиров	1500—1700 *л. с.* для грузо-пассажирских пароходов	3300 *л. с.* для ледоколов	6000 *л. с.* для грузо-пассажирских пароходов	200 *л. с.* для колесных пароходов	1250 *л. с.* для морских судов
Число оборотов в минуту .	160	85	105	84	33	100
Рабочее давление пара, $\frac{кГ}{см^2}$.	15	14	15,5	15,2	15	14,5
Температура пара за пароперегревателем, °С	300	280	300		300	325
Диаметр цилиндров, *мм*:						
высокого давления . . .	320	570	560	870	375	420
среднего » . . .	480	940	970	1430	—	—
низкого » . . .	790	1500	1680	2×1660	800	900
Ход поршней, *мм*	500	1000	1140	1500	800	900
Средняя скорость поршня, $\frac{м}{сек}$	2,7	2,8	4,8	4,2	0,9	3
Габариты машины, *м*:						
наибольшая длина . . .	3,3	5,3	7,2	11,5	4,5	5,4
ширина	1,6	3	4	4,7	2,7	2,6
высота	3,3	6	7	8,4	1,6	5,6
Общий вес машины, *Т* . . .	15,3	70	106	230	9,8	48

299. Выпускаемые локомобили

Показатели	Передвижные		Стационарный СК-125
	П-25	П-75	
Мощность, *л. с.*	25	75	125
Число оборотов в минуту	300	280	280
Диаметр цилиндра, *мм*	140	210	—
» » высокого давления, *мм*	—	—	190
Диаметр цилиндра низкого давления, *мм*	—	—	370
Ход поршня, *м*	0,23	0,34	0,36
Поверхность нагрева котла, $м^2$ . .	8,35	21,7	26,8
Давление в конденсаторе, *ат* . . .	—	—	0,12
Расход условного топлива, $\frac{кг}{л.\ с. \cdot ч}$	2	1,24	0,77
Давление пара в котле, *ат*	14	13	16
Температура перегретого пара, °С	300	300—350	320—350
Число маховиков	1	1	2
Диаметр маховика, *м*	0,8	1,6	1,7
Вес маховика, *Т*		0,57	0,77; 0,8

300. Легкая паросиловая установка (ЛПУ-1)

Паровая машина

Мощность, *л. с.*	40
Число оборотов вала в минуту	1000
Диаметр цилиндра, *мм*	125
Ход поршня, *мм*	120
Давление пара, *ат*	22
Температура перегретого пара, °С	375
Испаряющая поверхность котла, $м^2$	8
Паропроизводительность, $\frac{кг}{ч}$	300
К. п. д. котла, %	65

Электрогенератор

Мощность, *квт*	25
Напряжение, *в*	230/400

Теплофикационное оборудование

Емкость водяного бака-аккумулятора теплоты, *л*	3500
Поверхность нагрева теплообменника, $м^2$	7,5
Емкость бака для конденсата, *л*	750
Расход топлива (условного), $\frac{кг}{ч}$	45
Общий к. п. д. установки (теплофикационный режим), %	55—60

301. Паровая машина Ползунова

Год окончания постройки	1766
Мощность, *л. с.*	32
Число цилиндров	2
Диаметр цилиндра, *см*	81,3
Длина цилиндра, *см*	277
Ход поршня, *см*	256
Среднее давление под поршнем за время рабочего хода, $\frac{кГ}{см^2}$	0,5
Объем воды в котле, $м^3$	6,9
Толщина стенок котла, *мм*	15
Число рабочих циклов в минуту	15

302. Паровая машина Уатта

Год постройки	1786
Мощность, *л. с.*	50
Диаметр цилиндра, *м*	0.86
Ход поршня, *м*	2,44
Число оборотов в минуту	16
Вес махового колеса, *Т*	10,9
К. п. д., %	2,8

303. Двигатели внутреннего сгорания, получившие широкое применение в сельском хозяйстве

Показатели	Карбюраторные двигатели			Дизельные двигатели			Калоризаторные двигатели *	
	Л-3/2	Л-12/4	УД-2	1Ч 10,5/13	4Ч 10,5/13	1Д6	1ПД 18/20	НД-22
Мощность, *л. с.*	3	12	8	10	40	150	22	22
Число цилиндров	1	4	2	1	4	6	1	1
» оборотов коленчатого вала в минуту	2200	2200	3000	1500	1500	1500	650	500
Диаметр цилиндра, *мм*	65	65	72	105	105	105	180	200
Ход поршня, *мм*	90	90	75	130	130	180	200	240
Степень сжатия	4,5—5	4,5—5	5	18	17—18	14—15		
Удельный расход топлива, $\frac{г}{л.\,с.\cdot ч}$	335	335	335	не более 200		не выше 190	250	280

* В калоризаторных двигателях воспламенение рабочей смеси осуществляется с помощью нагретого до высокой температуры тела (калоризатора). Эти двигатели не экономичны, но просты в изготовлении и эксплуатации. Применяются в установках малой мощности.

304. Поршневые авиационные двигатели

Охлаждение двигателя	Число цилиндров	Диаметр цилиндра, *мм*	Рабочий объем всех цилиндров, *л*	Ход поршня, *мм*	Степень сжатия	Число оборотов коленчатого вала в минуту	Средняя скорость поршня, $\frac{м}{сек}$	Эффективная мощность *, *л. с.*	Эффективный к. п. д. **
Жидкостное	12	137,2	27	152,4	6	2850	14,5	1410	0,24
Воздушное	14	156	41,8	156	6,5	2400	12,5	1460	0,23
Воздушное	18	141,6	53,6	177,8	7,2	2400	14,2	2150	0,21

* Эффективной, или действительной, мощностью называется мощность, развиваемая на коленчатом валу двигателя.

** Эффективный к. п. д. учитывает как тепловые, так и механические потери и определяется как отношение количества теплоты, превращенной в механическую работу на валу двигателя, ко всему количеству теплоты, подведенной в процессе работы.

305. Дизельные двигатели морских судов

Показатели	Марка двигателя		
	6Ч 31,8/33	8ЧНР 30/38	8ДР 43/61
Мощность двигателя, *л. с.*	900	1100	2000
Число тактов	4	4	2
» оборотов коленчатого вала в минуту	720	600	250
Число цилиндров	6	8	8
Диаметр цилиндра, *мм*	318	300	430
Ход поршня, *мм*	330	380	610
Средняя скорость поршня, $\frac{м}{сек}$	8,15	7,6	5,1
Степень сжатия	11—12,5	14,5	13,5
Максимальное давление при горении, $\frac{кГ}{см^2}$	52	60	65
Расход топлива, $\frac{г}{л.с.\cdot ч}$	184	≈ 180	170
Габариты, *м*:			
длина	5,4	2,3	10,4
ширина	1,6	1,3	2,3
высота	2,6	2,4	3,6
Вес (сухой), *Т*	17,6	11,4	64

Примечание. Установлена условная маркировка дизелей, состоящая из букв и цифр. Буквы обозначают: Ч — четырехтактный, Д — двухтактный, ДД — двухтактный двойного действия, С — судовой, К — крейцкопфный, Н — с наддувом, Р — реверсивный (т. е. имеющий устройство, позволяющее изменять направление вращения коленчатого вала на обратное). Цифры обозначают: стоящая впереди букв — число цилиндров, числитель дроби, стоящей после буквенного обозначения — диаметр цилиндра в сантиметрах, знаменатель — ход поршня в сантиметрах.

Иногда дизели маркируются в соответствии с заводскими условными обозначениями, отличающимися от принятых.

306. Рекордный двигатель внутреннего сгорания

Тип	двухтактный, двойного действия *
Мощность, *л. с.*	22 500
Число оборотов в минуту	115
» цилиндров	8
Диаметр цилиндра, *мм*	840
Ход поршня, *мм*	1500
Полная длина двигателя, *м*	20
Вес коленчатого вала, *Т*	120
Назначение двигателя	судовой двигатель

* В двигателях двойного действия газы действуют с обеих сторон поршня (подобно действию пара в паровых машинах).

307. Турбореактивные двигатели для транспортных самолетов *

Фирма и марка двигателя	Взлетный режим: тяга, кГ	Взлетный режим: скорость вращения, об/мин	Компрессор: расход воздуха, кг/сек	Компрессор: число ступеней	Компрессор: степень повышения давления	Число ступеней турбины	Габарит: диаметр, мм	Габарит: длина, мм	Сухой вес двигателя, кГ
Дженерал электрик CJ 805 + 3	5000	7460	82	17	12	3	815	3230	1270
Пратт-Уитни JT3C-6 .	5000	8200	91	16	12,5	3	1016	4240	1925
Роллс-Ройс «Эвон» RA 29	4760	8000	72	16	8,75	3	1054	3170	1515
Роллс-Ройс «Конуэй» $RC_9 10$	7485	8200			12	3	1067	3365	1590

* Данные относятся к 1958 г.

308. Турбовинтовые двигатели для транспортных самолетов *

Фирма и марка двигателя	Взлетный режим: винтовая мощность, л. с.	Взлетный режим: реактивная тяга, кГ	Взлетный режим: суммарная мощность, л. с.	Взлетный режим: скорость вращения, об/мин	Взлетный режим: расход воздуха, кг/сек	Взлетный режим: температура перед турбиной, °С	Компрессор: тип и число ступеней	Компрессор: степень повышения давления	Число ступеней турбины	Габариты, мм: диаметр	Габариты, мм: длина	Вес сухого двигателя, кГ
Аллисон 501-D-13 . . .	3460	330	3750	13 820	14,5	970	ос. ** 14	9,25	4	915	3690	795
Бристоль-Сидли «Протей» 755	3705	535	4160	11 900	20	885	12 ос. + + 1 цб. **	7,2	4	1020	2540	1315
Нэпир Илэнд № E1G .	3230	318	3500	12 500	14,1		ос 10	7,0	3	915	3100	794
«Дарт» RDa 7/1 . . .	1800	227	1990	15 000	10,0	865	цб. 2	5,75	3	963	2480	568

* Данные относятся к 1958 г. В 1958 г. турбовинтовые и турбореактивные двигатели играли ведущую роль в гражданской авиации и выпускались для этой цели уже в большем количестве, чем поршневые двигатели.

** ос. — осевой, цб. — центробежный.

309. Газовая авиационная турбина (усредненные данные)

Давление, до которого сжимается воздух в компрессоре, $\frac{кГ}{см^2}$	до 5—6 и более
Температура воздуха, сжатого компрессором, °С	до 200—250 и более
Осевая составляющая скорости воздуха, выходящего из компрессора, $\frac{м}{сек}$	100—150
Температура газа, поступающего на лопатки газовой турбины, °С	850—900
Давление газа, поступающего на лопатки газовой турбины, $\frac{кГ}{см^2}$	ок. 4—6
Скорость газа, поступающего на лопатки турбины, $\frac{м}{сек}$	160—200
Температура газа на выходе из турбины, °С	ок. 630
Давление газа на выходе из турбины, $\frac{кГ}{см^2}$	1,5
Осевая составляющая скорости газа на выходе из турбины, $\frac{м}{сек}$	300—400
Температура газа на выходе из сопла, °С	ок. 510
Давление » » » » », $\frac{кГ}{см^2}$	1—1,2
Скорость » » » » » (в земных условиях), $\frac{м}{сек}$	550—650 *
Используемое топливо	керосин
Число оборотов в минуту	7 000—15 000

* В полете скорость истечения газа из реактивного сопла может достигать значительно больших величин.

Гидротурбины и гидрогенераторы

310. Гидротурбины для сельских гидроэлектростанций

Диаметр рабочего колеса, *см*	Напор, *м*	Мощность, *квт*	Расход воды, $\frac{м^3}{сек}$	Скорость вращения рабочего колеса, $\frac{об}{мин}$	Марка турбины *
120	5—20	143,5—1150	3,41—6,8	245—490	ПрК 245-ВО-120, 140, 160; ПрК 245-ВБ-120, 140, 160
140	5—16	197—1125	4,64—8,25	210—376	
160	5—14	260—1215	6,1—10,15	185—309	

Продолжение

Диаметр рабочего колеса, *см*	Напор, *м*	Мощность, *квт*	Расход воды, $\frac{м^3}{сек}$	Скорость вращения рабочего колеса, $\frac{об}{мин}$	Марка турбины *
60	2,5—5	18,1—51,3	0,87—1,22	410—580	ПрК 70-ВО-60, 80, 100, 120, 140, 160, 200, 250; ПрК 70-ВБ-60, 80, 100, 120, 140, 160, 200, 250
80	2,5—5	32,6—92	1,5—2,2	308—436	
100	2,5—5	51,8—146,5	2,45—3,46	245—346	
120	2,5—5	74,6—211	3,51—4,96	206—291	
140	2,5—5	102—289	4,76—6,75	177—251	
160	3,5—5	223—382	7,4—8,85	184—220	
200	3—7	275—980	10,7—16,4	167—207	
250	3—61	430—1200	16,8—23,7	109—153	
42	2,5—6	8—29,7	0,38—0,59	297—460	Ф300-ВО-42, 50, 59, 71, 84
50	2,5—6	11,4—42,6	0,54—0,84	251—389	
59	2,5—6	16,6—61,6	0,79—1,22	214—330	
71	2,5—6	23,7—88,5	1,12—1,74	178—276	
84	2,5—6	33,7—125	1,58—2,45	152—235	
59	4,5—8	38,2—90,4	1,02—1,36	282—376	Ф300-ГО-59, 71, 84
71	4,5—8	55,1—130	1,45—1,93	235—314	
84	4,5—8	78,2—185,2	2,05—2,74	199—266	
35	20—50	33,5—133	0,21—0,32	743—1176	Ф13-ГМ-35, 44, 50
42	20—65	49,5—290	0,3—0,53	623—1125	
50	20—65	70,5—414	0,42—0,76	525—946	

* Маркировка характеризует турбину. Первая буква обозначает тип рабочего колеса (Ф — радиально-осевая турбина типа Френсиса; ПрК — пропеллерная турбина с закрепленными лопастями рабочего колеса под тем или иным углом типа Каплан). Цифры, стоящие за первыми буквами, означают условный номер колеса; следующие за номером две прописные буквы означают конструктивное выполнение турбины: первая указывает расположение вала (В — вертикальный вал; Г — горизонтальный вал), а вторая — тип камеры (О — открытая камера, Б — бетонная спиральная камера, М — металлическая спиральная камера, Ф — фронтальный кожух с лобовым подводом воды). Последние цифры обозначают диаметр рабочего колеса турбины в сантиметрах. Например, марка ПрК 70-ВО-100 расшифровывается так: пропеллерная турбина с рабочим колесом типа К-70 на вертикальном валу (В) при открытой турбинной камере (О) с диаметром рабочего колеса 100 *см*.

311. Трехфазные синхронные генераторы для сельских гидроэлектростанций

Скорость вращения, $\frac{об}{мин}$	Число полюсов	Номинальная мощность, *квт*	Напряжение, *в*	К. п. д., %	Вес, *т*	Тип турбины, с которой работают генераторы
			Серия С*			
600; 750; 1000	10; 8; 6	64—192	400 или 230	89,5—92,5	0,91—2,2	Ф300-ГО и ГФ; Ф13-ГМ; Ф82-ГМ
			Серия СВ			
600; 750; 1000	10; 8; 6	64—120	400 или 230	89,5—90,8	1,36—1,62	ПрК 70-ВО-60, 80, 100, 120; Ф300-ВО-59, 71, 84
			Серия ГС			
375; 428,6; 500; 600; 1000	16; 14; 12; 10; 6	350—840	6300	92—95,3	6,6—14	Ф300-ГФ; Ф13-ГМ; Ф82-ГМ
			Серия ВГС			
187,5; 214; 250; 300	32; 28; 24; 20	160—400	400 или 230	87,8—90,8	6,4—8,5	ПрК-70;
130,5; 150; 187,5; 214; 250	46; 40; 32; 28; 24	400—1200	6300	88—93,2	15—35	ПрК-245
			Серия СГ			
1000	6	12—48	400 или 230	83,1—89,9	0,28—0,6	Ф300-ГО-59

* Обозначение серий расшифровывается следующим образом: С — синхронный генератор горизонтальный; СВ — синхронный генератор вертикальный; ГС — гидрогенератор синхронный горизонтальный; ВГС — вертикальный гидрогенератор синхронный; СГ — синхронный генератор горизонтальный.

312. Гидротурбины крупных электростанций

Показатели	Пермская	Цимлянская	Горьковская	Каховская	Новосибирская	Днепровская	Иркутская	Волжские им. В. И. Ленина и XXII съезда КПСС	Братская
Мощность при расчетном напоре, тыс. *квт*	21,8	41,5	59	51,8	58,6	75	90	115*	225
Расчетный напор, *м*	15	17,5	12,2	13,8	14,3	36,3	26	19	96
Максимальный напор, *м*	21	24,5	17	16,5	19,8	39,4	31,5	30	106
Скорость вращения, $\frac{об}{мин}$	125	88,3	62,5	62,5	62,5	83,3	83,3	68,5	125
Расход воды через турбину, $\frac{м^3}{сек}$	172	276	585	485	500	237	400	675	238
К. п. д. турбины, %		92		91,5		93	92	94	93,5
Диаметр вала турбины, *м*	0,72	0,9	1,3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4	≈1,5
» рабочего колеса, *м*	5	6,6	9	8	8	5,5	7,2	9,3	5,5
Вес рабочего колеса, *Т*	43,6	96,4	301	167,3	167,3	92	248	426	
Общий вес турбины, *Т*	300	635	1003	752	751	660	858,7	1276	800

* Мощность турбины при напоре 22,5 *м* — 126 000 *квт*, соответствующая мощность генератора — 123 500 *квт*.

313. Гидрогенераторы крупных электростанций

Показатели	Пермская	Цимлянская	Горьковская, Каховская, Новосибирская	Иркутская	Волжские им. В. И. Ленина и XXII съезда КПСС	Братская
Мощность, тыс. *квт*	21	40	57,2	83	115	225
Напряжение, *в* . . .	10 500	10 500	13 800	13 800	13 800	15 750
Скорость вращения, $\frac{об}{мин}$	125	88,2	62,5	83,3	68,2	125
К. п. д., %	96,3	96,8	96,6	97,8	97,4	98,1
Диаметр статора, *м*		11,5	15,2	13,1	17,1	
» ротора, *м*		9,7	12,9	10,9	14,3	
Вес ротора с валом, *Т*	137	274	515	530	874	
Общий вес гидрогенератора, *Т* . .	265	520	1 080	1 130	1 650	1 450

314. Гидравлическая турбина для Красноярской ГЭС (проект)

Мощность при расчетном напоре, тыс. *квт*	508
Расчетный напор, *м*	93
Расход воды через турбину, $\frac{м^3}{сек}$	700
К. п. д., %	94
Диаметр рабочего колеса, *м*	7,5
Вес турбины, *Т*	ок. 1300

315. Первая отечественная водяная турбина промышленного типа

Год и место постройки	1837, Алапаевский завод (Урал)
Расход воды, $\frac{м^3}{сек}$	2,5
Напор воды, *м*	2,5
Мощность турбины, *л. с.*	36
Диаметр рабочего колеса турбины, *м*	3,66
Расположение колес	горизонтальное
Число лопаток	35
» оборотов в минуту	25
К. п. д. турбины, %	53
Назначение	привод прокатных (плющильных) станов

316. Трехфазные синхронные генераторы небольшой мощности

Тип генератора	Мощность		Скорость вращения, $\frac{об}{мин}$	Напряжение, *в*	Ток статора в *а* при напряжении		К. п. д. (%) при		Вес генератора, *кг*	Данные возбуждения		
	ква	*квт* (при $\cos\varphi=0{,}8$)			230 *в*	400 *в*	$\cos\varphi=1$	$\cos\varphi=0{,}8$		мощность, *квт*	напряжение, *в*	ток, *а*
Серия СГ												
СГ-15/6	15	12	1000	230; 400	37,5	21,7	87,1	83,1	280	0,41	24	17
СГ-25/6	25	20	1000	230; 400	63	36,5	89,9	86,5	330	0,6	31	19,5
СГ-35/6	35	28	1000	230; 400	88	50,5	90,7	87,7	500	0,88	38	23
СГ-60/6	60	48	1000	230; 400	150,5	87	92,5	89,9	600	1,15	52	22
Серия С												
С-81-4	15	12	1500	230; 400	37,5	21,7	84,8	80,5	260	0,44	20	22
С-82-4	30	24	1500	230; 400	75,4	43,4	88,8	84	330	0,67	28	24

317. Генераторы переменного тока, применяемые с локомобилями

Показатели	Тип генератора		
	СГ-60-6	С-116-8	МС-336-5/8; С-С25-8
С каким локомобилем применяется	П-75	СК-125	СК-125
Мощность, *ква*	60	105	110
Напряжение, *в*	400/230	400/230	3 150
Число оборотов в минуту	1 000	750	750
Диаметр шкива, *мм*	450	650	

318. Силовые однофазные трансформаторы для электропередачи напряжением 500 *кв*

Число обмоток	2
Мощность обмоток, *ква*	135 000
Напряжение обмоток высокого напряжения (ВН), *в*	525 000
Напряжение обмоток низкого напряжения (НН), *в*	13 800
Охлаждение	масляное, с принудительной циркуляцией
Высота, *м*	10,5
Длина, *м*	11,6
Ширина, *м*	6,2
Вес, *Т*	235
Марка	ОДЦГ-135 000/500

319. Силовые трансформаторы электропередачи Волжская ГЭС имени В. И. Ленина — Москва

Номинальная мощность трехобмоточного повышающего трансформатора, *ква*	370(3×123,5)
Тип	однофазный с масляным принудительным охлаждением
Напряжение, *кв*	13,8/420 или 13,8/121/420

Полный вес трансформатора, *Т*	365
Вес масла, *Т*	105
Высота трансформатора, *м*	10,25
Ширина, *м*	5,5
Длина, *м*	10,9
Номинальная мощность трехобмоточного понижающего однофазного трансформатора, *ква*	270 (3×90)
Напряжение, *кв*	410/115/11
Полный вес трансформатора, *Т*	335
Охлаждение	воздушное
Вес масла, *Т*	88
Высота трансформатора, *м*	11,9
Ширина, *м*	4,4
Длина, *м*	7,9

320. Двухобмоточные силовые трансформаторы

Тип трансформатора	Мощность, *ква*	Напряжение, *кв*		Ток, *а*		К. п. д. при номинальной нагрузке (cos φ = 1), %
		обмотки высокого напряжения	обмотки низкого напряжения	высокой стороны	низкой стороны	
ТМ-20/6	20	6	0,4; 0,23	1,9	28,9; 50,2	96,2
ТМ-30/6	30	6	0,4; 0,23	2,9	43,3; 75,3	
ТМ-50/6	50	6	0,4; 0,23	4,9	72,2; 125,5	96,7
ТМ-100/6	100	6	0,4; 0,23	9,6	144,3; 251	97
ТМ-20/10	20	10	0,4; 0,23	1,2	28,9; 50,2	96
ТМ-30/10	30	10	0,4; 0,23	1,7	43,3; 75,3	
ТМ-50/10	50	10	0,4; 0,23	2,9	72,2; 125,5	96,6
ТМ-100/10	100	10	0,4; 0,23	5,8	144,3; 251	97

Условные обозначения: Т — трехфазный; М — масляный; числитель дроби — мощность в *ква*, знаменатель — наивысшее напряжение в *кв*.

321. Единая серия асинхронных двигателей общего применения

Электродвигатели единой серии имеют буквенное и цифровое обозначение, которое расшифровывается следующим образом. Буквенное обозначение: А — защищенное исполнение (т. е. двигатель предохранен от случайного прикосновения к вращающимся и токоведущим частям, от попадания внутрь машины посторонних предметов и др.), чугунная оболочка; АЛ — защищенное исполнение, алюминиевая оболочка; АО — закрытое обдуваемое исполнение; АОЛ — закрытое обдуваемое исполнение, алюминиевая оболочка. Число, помещенное после букв, означает: первая цифра — наружный диаметр сердечника статора (габарит), вторая цифра — порядковую длину сердечника, цифра после тире — число полюсов. Все электродвигатели единой серии имеют короткозамкнутый ротор.

Шкала мощностей единой серии, *квт* . . .	0,6; 1; 1,7; 2,8; 4,5; 7; 10; 14; 20; 28; 40; 55; 75; 100			
Шкала чисел полюсов электродвигателей . .	2; 4; 6; 8			
Данные по электродвигателям, имеющим . .	2 полюса	4 полюса	6 полюсов	8 полюсов
Число электродвигателей, входящих в серию и имеющих указанное число полюсов, *шт*	14	14	12	8
Номинальная мощность электродвигателей, *квт*	0,6—100	0,6—100	1—75	4,5—55
Скорости вращения при номинальной нагрузке, $\frac{об}{мин}$	2850—2950	1410—1460	930—975	730
Ток статора (в *а*) при напряжении:				
220 *в*	3,8—388	2,8—320	4,8—141	18—188
380 *в*	2,5—225	1,6—185	2,8—92	11—109
К. п. д., %	79—92	74—92	77—92	83,5—91
Cos φ	0,86—0,92	0,76—0,89	0,72—0,88	0,75—0,84

322. Характеристика электродвигателей большой мощности

Показатели	Тип двигателя				
	ВДП213/44-16 синхронный вертикальный с короткозамкнутым ротором	АП2900-107 асинхронный, трехфазный	АТ19А15-12 асинхронный, трехфазный	ПБК 380/80 двигатель постоянного тока	МТ-7500-60 двигатель постоянного тока
Мощность на валу, *квт*	1300	1600	3200	2000	5520
Номинальное напряжение, *в*	6000	6000	3000; 6000	900	900
Ток статора, *а*:					
при напряжении 900 *в*	—	—	720 *	2450	6600
при напряжении 6000 *в*	164	262	360	—	—
Скорость вращения, $\frac{об}{мин}$	365	105	495	30	60—120
К. п. д., %	91,5	89,6	94,9	90,5	93,1
Cos φ	0,83	0,66	0,9	—	—
Вес, *Т*	16	39	29,8	115	144
Область применения	Для привода вертикальных гидравлических насосов	Для привода прокатных станов, шахтных подъемников, насосов и т. п.		Для привода шахтных подъемников	Для привода крупных прокатных станов

* При напряжении 3000 *в*.

323. Ветродвигатели

Показатели	ТВ-5	УТВ-5	ТВ-8; УВД-8	Д-12	Д-18	ВЭ-2
Диаметр ветроколеса, *м*	5	5	8	12	18	2
Число лопастей	24	18	18	3	3	2
Ометаемая поверхность, $м^2$	19,6	19,6	50,3	113	254	3,14
Мощность на валу ветроколеса при полной нагрузке и скорости ветра 8 $\frac{м}{сек}$, *л. с.*	2,7	2,7	7	14,5	38	0,2
Скорость вращения ветроколеса при полной нагрузке и скости ветра 8 $\frac{м}{сек}$, $\frac{об}{мин}$	40	40	25	60	42	280—700

Продолжение

Показатели	ТВ-5	УТВ-5	ТВ-3, УВД-8	Д-12	Д-18	ВЭ-2
Диапазон рабочих скоростей ветра, $\frac{м}{сек}$ . .	3—25	3—25	3—25	4—40	4—40	5—50
Скорость ветра, при которой ветродвигатель начинает работать, $\frac{м}{сек}$	3	3	3	4	4	5
Передаточное отношение от ветроколеса до шкива редуктора	—	—	1 : 6,4	1 : 6	1 : 9	
Максимальный коэффициент использования энергии ветра . . .	0,33	0,34	0,34	0,3	0,36	0,36
Высота башни, *м* . . .	15	15	15,4	16	20	8

Локомотивы

324. Паровозы

Серия	Колесная формула *	Сцепной вес **, *Т*	Диаметр движущих колес, *мм*	Полная испаряющая поверхность нагрева, $м^2$	Давление в котле, *ат*	Диаметр цилиндра, *мм*	Ход поршня, *мм*	Мощность паровоза на ободе колес, *л. с.*	К. п. д., %	Сила тяги, *кГ* (в знаменателе соответствующая скорость, $\frac{км}{ч}$)	Конструкционная скорость, $\frac{км}{ч}$
1-4-2	1-4-2	80,7	1850	294	15	670	770	2080			115
2-4-2	2-4-2	71,6	1850	243,2	15	575	800	2350	9,2		125
ФД-21	1-5-1	103	1500	236	15	670	770			$\frac{24\,150}{23}$	90
ФД-20	1-5-1	100,7	1500	294	15	670	770	2000	7,4	$\frac{23\,300}{23}$	90
ЛВ	1-5-1	90	1500	237	14	650	800	2100	9,3	$\frac{23\,150}{22}$	90
Л	1-5-0	91	1500	222,3	14	650	800	1650	7,1	$\frac{22\,150}{21}$	80

* Первая цифра указывает число передних поддерживающих осей, вторая — число движущих осей, третья — число задних поддерживающих осей.

** Сцепным весом паровоза называется часть общего веса паровоза, приходящаяся на его движущие оси.

325. Средние характеристики паровозов (в %)

К. п. д. паровоза при средней интенсивности работы	7—7,5
» котла (на угольном отоплении)	59—61
Баланс тепловых потерь котла *:	
потери теплоты в топке (неполное сгорание топлива и пр.)	25
» » с отходящими газами	11
» » на внешнее охлаждение котла	1,5
расход теплоты на служебные нужды	3
К. п. д. котла в случае наличия воздухоподогрева	65—70
» паровой машины паровоза (однократное расширение, перегрев пара до 350°)	10—11

* Для паровоза 1-5-2 с давлением пара в 17 *ат*.

326. Тепловозы

Показатели	Серия тепловозов	
	ТЭ-2 (одна секция)	ТЭ-3 (одна секция)
Мощность двигателя (дизеля) на валу, *л. с.*	1000	2000
Скорость вращения коленчатого вала, $\frac{об}{мин}$	740	850
Число цилиндров двигателя	6	10
Диаметр цилиндров, *мм*	318	207
Ход поршня, *мм*	330	254
Мощность главного генератора, *квт*	620	1350
Ток генератора длительный, *а*	1200	2455
Напряжение на коллекторе генератора, *в*	520	550
Число тяговых электродвигателей	4	6
Мощность тягового электродвигателя, *квт*	152	206
Ток тягового двигателя (часовой), *а*	725	820
Напряжение на коллекторе двигателя, *в*	235	275
Максимальное число оборотов якоря двигателя в минуту	2200	2200
Наибольшая мощность на ободе колес тепловоза, *л. с.*	750	1575
Сила тяги, *кГ* (в знаменателе — соответствующая скорость в $\frac{км}{ч}$)	$\frac{11\,695}{15}$	$\frac{20\,800}{21}$
Конструкционная скорость, $\frac{км}{ч}$	95	100

Продолжение

Показатели	Серия тепловозов	
	ТЭ-2 (одна секция)	ТЭ-3 (одна секция)
Сцепной вес, T	85	126
Число зубьев на зубчатом колесе вала тягового двигателя	16	17
Число зубьев на большом зубчатом колесе оси тепловоза	75	75
Диаметр движущих колес, *мм* . .	1 050	1 050

327. Электровозы

Показатели	Серии электровозов			
	ВЛ-19^{м}	ВЛ-22^{м}	ВЛ-23	Н-8
Напряжение в контактной сети, *в*	3000	3000	3000	3000
Мощность электровоза (на валах двигателей), *квт* . .	2400	2400	3150	4200
Мощность электровоза (на ободе колес), *квт*	2340	2340	3075	4100
Скорость, соответствующая указанной силе тяги, $\frac{км}{ч}$.	43,5	36	42,6	42
Скорость максимальная, $\frac{км}{ч}$.	90	75	90	90
Сцепной вес, T	117	132	138	180
Диаметр движущих колес, *мм*	1200	1200	1200	1200
Число тяговых двигателей .	6	6	6	8
Напряжение на коллекторе двигателя, *в*	1500	1500	1500	1500
Мощность двигателя, *квт* . .	400	400	525	525
Ток, *а*	290	290	380	380
К. п. д. двигателя, %	92	92	92	92
Скорость вращения якоря, $\frac{об}{мин}$	710	710	735	735
Число зубьев на зубчатом колесе вала якоря	23	20	21	21
Число зубьев на зубчатом колесе оси электровоза . . .	86	89	82	82

Примечание. Данные относятся к часовому режиму работы электровозов.

328. Новые конструкции магистральных локомотивов

Показатели	Марка локомотива				
	газотурбовоз ГТ	двухсекционный тепловоз ТГ-100	тепловоз ТЭ-50	тепловоз ТЭ-10	тепловоз ТЭ-60
Род службы локомотива	грузовой	грузо-пассажирский	грузовой	грузовой	пассажирский
Мощность, *л. с.* . . .	3500	4 × 750	3000	3000	3000
Сила тяги, *Т* . . .	23	30	25	25	15,2
Скорость, соответствующая указанной силе тяги, $\frac{км}{ч}$		20	25	25	41
Сцепной вес, *Т* . .	140	2 × 80	139,2	138	126
Конструкционная скорость, $\frac{км}{ч}$ . .	100	120	100	100	160
Год постройки опытного образца . .	1960	1959	1959	1958	1960

329. Электровозная тяга

На железных дорогах СССР для электрической тяги применяется система постоянного тока с напряжением в контактном проводе 3000 *в* и система переменного тока с напряжением 25 000 *в* (см. табл. 330).

Электрический баланс (в %) электровозной тяги на постоянном токе при питании электровозов от тепловых конденсационных электростанций следующий:

Потери энергии в паровом котле ГРЭС	25
» » » паровой турбине	50,25
» » » генераторе	1,73
» » » повышающем трансформаторе	0,68
» » » высоковольтной линии передачи	2,23
» » » понижающем трансформаторе и ртутном выпрямителе	1,2
Потери энергии в контактной сети	1,89
» » » двигателях электровоза	2,02
Энергия, полезно использованная при электровозной тяге . . .	15

Таким образом, общий к. п. д. электрической тяги равен 15% (указан нижний предел; общий к. п. д. электротяги составляет от 15 до 18—19%).

Отношение энергии, получаемой при электротяге в виде полезной работы, к энергии, заключенной в сгоревшем топливе, — экономический к. п. д. электротяги — можно найти и как произведение к. п. д. отдельных машин и установок, входящих в общую систему электрической тяги,

Он равен $0{,}75 \cdot 0{,}33 \cdot 0{,}93 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}90 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}90 \cdot 0{,}88 = 0{,}15$, где 0,75 — к. п. д. парового котла на электростанции; 0,33 — к. п. д. турбины; 0,93 — к. п. д. генератора; 0,97 — к. п. д. повышающего трансформатора; 0,90 — к. п. д. линии электропередачи; 0,94 — к. п. д. тяговой подстанции; 0,90 — к. п. д. контактной сети; 0,88 — к. п. д. электровоза.

С повышением к. п. д. тепловых электростанций общий к. п. д. электрической тяги увеличится до 24—28%. В случае питания электрических железных дорог от теплофикационных электростанций к. п. д. электрической тяги составляет 30—40%.

Введение электровозов увеличивает пропускную способность железнодорожных линий на 30—40% и провозную способность в полтора-два раза по сравнению с паровозной тягой. Как показывает опыт, один электровоз заменяет по работе 2—3 паровоза. Электровоз не нуждается в тендере для воды и топлива; при замене паровозов электровозами расход топлива уменьшается в 3—4 раза; тепловые электрические станции могут потреблять низкосортное топливо; при питании электровозов электроэнергией от гидроэлектростанций топливо не расходуется. Условия труда локомотивной бригады на электровозе значительно лучше, чем на паровозе. В 1957 году электрифицированные линии сэкономили около 15 млн. *т* угля.

К началу 1961 г. протяженность электрифицированных линий в нашей стране превысила 13 тыс. *км*. Только за 1960 г. на электротягу было переведено 2,3 тыс. *км* железнодорожных линий.

В течение семилетия будут электрифицированы железные дороги протяженностью примерно 20 тыс. *км*.

330. Электрическая тяга на переменном токе

Важная задача электрификации железных дорог — применение новой, наиболее экономичной и перспективной системы электрической тяги на однофазном токе промышленной частоты.

Использование в контактном проводе переменного тока позволяет повысить напряжение в проводе до 25 000 *в*. По сравнению с электротягой, работающей на постоянном токе, это дает следующие преимущества.

Уменьшается сечение медных проводов контактной сети с 220—440 до 140 *мм*^{2}, а следовательно, и расход меди на 1 *км* пути (с 4—5 до 2,5 *т* для однопутных линий); потери энергии в контактной сети уменьшаются с 5—8 до 1—2%, в два раза увеличивается расстояние между тяговыми подстанциями (с 20—32 до 60—75 *км*), т. е. число подстанций уменьшается вдвое — втрое, устройство их упрощается, т. к. они становятся обычными понизительными трансформаторными подстанциями с к. п. д., равным 97—98% (существующие подстанции трехфазный ток преобразуют в постоянный при помощи ионных преобразователей с к. п. д. 92—94%). Применение переменного тока для электротяги упрощает электрификацию районов, расположенных вдоль железных дорог.

С целью защиты воздушных линий проводной связи от влияния тяговых переменных токов провода заключаются в специальный кабель с защитным экраном.

Для работы на переменном токе созданы грузовые электровозы Н60, развивающие на ободе колес часовую мощность 3900 *квт*. Шесть электродвигателей по 667 *квт* каждый обеспечивают силу тяги

в 32 000 *кГ* (часовой режим), при скорости, соответствующей этой тяге — 43 $\frac{км}{ч}$. Конструкционная скорость электровоза составляет 100 $\frac{км}{ч}$, сцепной вес равен 138 *Т*.

На электровозах однофазный ток высокого напряжения с помощью трансформатора и ртутных выпрямителей преобразуется в постоянный ток, на котором и работают тяговые электродвигатели.

На эту систему тяги сейчас переводят крупные магистральные участки железных дорог. Из 2,3 тыс. *км* электрифицированных в 1960 г. железных дорог свыше 1 тыс. *км* было электрифицировано на переменном токе.

За текущую семилетку планируется электрифицировать на переменном токе около 11 тыс. *км* железнодорожных линий, т. е. более половины линий, электрифицируемых в семилетке. С 1965 г. электрификацию железных дорог в СССР намечено осуществлять только на переменном токе промышленной частоты.

331. Моторвагонные секции

Серии электросекций	$С^Р$, $С_3^Р$
Напряжение в контактной сети, *в*	3000
Мощность (часовая) моторного вагона (на валах двигателей), *квт*	720
Мощность (часовая) моторного вагона (на ободе движущих колес), *квт*	700
Сила тяги моторного вагона (при часовом режиме), *кГ*	4320
Скорость, соответствующая указанной силе тяги, $\frac{км}{ч}$	58,5
Число тяговых двигателей моторного вагона	4
Часовой режим двигателя:	
мощность на валу, *квт*	180
напряжение на коллекторе, *в*	1500
ток, *а*	132
к. п. д. на валу, %	91
скорость вращения, $\frac{об}{мин}$	1100
Конструкционная скорость, $\frac{км}{ч}$	85
Наибольшее ускорение, $\frac{м}{сек^2}$	0,45
» замедление, $\frac{м}{сек^2}$	0,6
Диаметр колес, *мм*	1050
Число зубьев на зубчатом колесе вала двигателя	19
» » » » » оси моторного вагона	70
Вес вагона, *Т*:	
моторного	61,5 ($С^Р$); 62,5 ($С_3^Р$)
прицепного	38,2 ($С^Р$); 38,7 ($С_3^Р$)

332. Подвижной состав метрополитена

Показатели	Тип вагона		
	А; Б	Г *	Д *
Количество двигателей на вагон . .	4	4	4
Мощность одного двигателя, *квт* .	151	83	73
Напряжение на коллекторе двигателя, *в*	750	375	375
Ускорение пуска вагона, $\frac{м}{сек^2}$ . . .	0,8	1	1
Замедление при торможении, $\frac{м}{сек^2}$	0,8	1	1
Максимальная скорость движения, $\frac{км}{ч}$	65	75	75
Вес вагона, *Т*	51,7 (моторный) 36,3 (прицепной)	43,7	36,2

Примечание. Давление воздуха в пневматической цепи дверей 3 *ат*, в тормозной системе — 5 *ат*. Буксы всех вагонов — на роликовых подшипниках.

* Моторные вагоны.

333. Сравнительная характеристика локомотивов

Показатели	Вид локомотива		
	паровоз	тепловоз	электровоз
К. п. д., %	7	28	85—89
Расход воды на 10 тыс. *т·км*, *м*³ .	2,2	0,0012	—
Расход условного топлива на 10 тыс. *т·км*, *кг*	210	48	113 *
Расстояние, проходимое без набора воды и топлива, *км*	150—200	1500	Без ограничения

* При работе электростанции на твердом топливе.

334. Первый паровоз («Локомошен»)

Мощность паровой машины, *л. с.*	8
Максимальная скорость, $\frac{км}{ч}$	20
Вес паровоза в рабочем состоянии, *Т*	6,4
Давление пара в котле, *ат*	2
Поверхность нагрева котла, $м^2$	5,6
Длина котла, *м*	3
Диаметр котла, *м*	1,2
Число цилиндров	2
Расположение цилиндров	вертикальное
Диаметр цилиндра, *мм*	241
Ход поршня, *мм*	610
Диаметр колес, *м*	1,2
Число осей	2
Страна и год постройки	Англия, 1825

335. Паровоз Черепановых

Скорость паровоза, $\frac{км}{ч}$	13—19
Тип паровозного котла	котел с дымогарными трубами
Количество дымогарных труб	30
Расположение котла	горизонтальное
Размеры котла:	
длина, *м*	1,7
диаметр, *м*	0,9
Количество паровых цилиндров	2
Расположение цилиндров	горизонтальное
Длина цилиндра, *мм*	229
Диаметр цилиндра, *мм*	178
К. п. д. паровоза, %	2
Год постройки	1834

336. Первый магистральный тепловоз

Дата пуска в эксплуатацию	6.XI. 1924 г.
Обозначение тепловоза	$Щ^{эл}$-1
Передача	электрическая*
Конструкционная скорость, $\frac{км}{ч}$	75
Вес тепловоза в рабочем состоянии, *Т*	182
Сцепной вес, *Т*	160
Наибольшая мощность на валу дизеля, *л. с.*	1036
Наибольшее число оборотов в минуту	400
Число цилиндров	10
Диаметр цилиндров, *мм*	368
Ход поршня, *мм*	381
Мощность генератора, *квт*	2×400

* При электрической передаче дизель имеет общий вал с генератором постоянного тока. Ток, даваемый генератором, поступает в тяговые электродвигатели последовательного возбуждения, которые соединены зубчатой передачей с движущими осями тепловоза. При этом электрическая энергия генератора преобразуется в механическую энергию движения поезда.
В настоящее время электрическая передача является основной для тепловозов.

Троллейбусы и трамваи

337. Троллейбусы типа МТБ-82

Рабочее напряжение на клеммах электродвигателя, *в*	550
Мощность часовая, *квт*	86
Ток часовой, *а*	160
К. п. д. на валу при часовом режиме, %	89
Число оборотов якоря в минуту (при часовой мощности)	1435
Среднее ускорение (с полной нагрузкой на горизонтальном участке пути), $\frac{м}{сек^2}$	1
Максимальное ускорение при разгоне, $\frac{м}{сек^2}$	1,8
Среднее замедление (с полной нагрузкой на горизонтальном участке пути), $\frac{м}{сек^2}$	1
Максимально возможное замедление со скорости 30 $\frac{км}{ч}$, $\frac{м}{сек^2}$	4,6
Тормозной путь со скорости 30 $\frac{км}{ч}$, *м*	
без нагрузки (ручное торможение)	25
с полной нагрузкой »	27
без нагрузки (воздушный тормоз)	11
с полной нагрузкой »	17
Скорость движения на горизонтальном участке пути, $\frac{км}{ч}$	до 60

338. Трамваи

Показатели	Серия вагона		
	МТВ-82 *	КТМ-1 ** (КТП-1)	ЛМ-19 ** (ЛП-49)
Вес пустого вагона (тары), *т*	18,35 (19,75)	12,5 (8)	19,5 (13,8)
Число мест:			
для сидения	40 (42)	16 (24)	36 (36)
для стояния (норма)	50 (45)	16 (38)	60 (60)
Число электродвигателей	4	2	4
Тип электродвигателя	ДТИ-60; ДК-255	ДК-254А	ДТИ-60; ДК-255
Наибольшая допускаемая скорость движения, $\frac{км}{ч}$	45	45	45
Диаметр колеса, *мм*	780	780	780

* В скобках приведены данные для вагонов, оборудованных двигателями ДК-255.

** Приведены данные для моторных и прицепных вагонов. Данные, относящиеся к прицепным вагонам, взяты в скобки.

339. Тяговые двигатели трамваев

Показатели	Тип двигателя		
	ДТИ-60	ДК-254А	ДК-255А
Номинальное напряжение, *в*	600	600	300
Рабочее напряжение, *в* . . .	550	550	275
Часовой режим:			
ток, *а*	112	95	210
мощность, *квт*	55	46	54
скорость вращения якоря, $\frac{об}{мин}$	810	1650	1580
к. п. д.	0,89	0,89	0,89
Длительный режим:			
ток, *а*	70	75	165
мощность, *квт*	34,5	38,2	42,5
скорость вращения якоря, $\frac{об}{мин}$	970	1840	1725
к. п. д.	0,89	0,89	0,89
Количество зубьев малого зубчатого колеса	13		9
Количество зубьев зубчатого колеса колесной пары . .	66		73

Суда

340. Речные пассажирские пароходы

Главный двигатель	паровая машина
Мощность главных машин, *л. с.*	462,4
Скорость хода, $\frac{км}{ч}$	20
Род движителя	гребные колеса
Длина, *м*	71,4
Ширина наибольшая, *м*	15,7
Полная высота с дымовой трубой, *м*	10,6
Водоизмещение при полной нагрузке, *Т*	518
Предельная осадка, *м*	1,2
Число пассажирских мест	360
Давление пара в котле, $\frac{кГ}{см^2}$	15
Число оборотов в минуту	37,5
Температура пара в котле, °С	301,3
» питательной воды, °С	95,8
К. п. д. котла с пароперегревателем, %	79
Расход угля (антрацит), $\frac{кг}{ч}$	398
Запас топлива, *т*	45

341. Суда на подводных крыльях

Подводные крылья работают по тому же принципу, что и аэродинамические. Во время движения судна развивается подъемная сила крыльев, вследствие чего корпус судна выходит из воды. При этом мощность силовой установки идет на преодоление сопротивления воды движению не всего корпуса судна, а только крыльев, валопровода и руля, что позволяет значительно повысить скорость движения судна.

Показатели	Разъездной катер	Пассажирские теплоходы	
		«Ракета»	«Метеор»
Длина, *м*	8,5	27	34,4
Ширина, *м*	2	5	9
Осадка на стоянке, *м*	0,85	1,8	2,3
» » ходу, *м*	0,55	1,1	1,2
Мощность двигателя, *л. с.*	80	750	850
Число двигателей	1	1	2
Скорость максимальная, $\frac{км}{ч}$	65	70—73	80
» эксплуатационная, $\frac{км}{ч}$	55	62—65	70
Число пассажирских мест	6	66	150

342. Характеристика теплоходов

Показатели	«Украина»	«Россия»	«Дмитрий Донской»	«Лена», «Обь»
Длина, *м*	131	182	138,3	130,2
Ширина, *м*	17,5	22,5	17,37	18,9
Осадка, *м*	9,1 *	7,8	7,7	7,6
Водоизмещение, *Т*		20 000		12 600
Скорость, $\frac{км}{ч}$	41,6	33,5	28	28,7
Общая мощность главных двигателей, *л. с.*	11 500	15 000	4200	8200
Число главных двигателей	2	5	1	4
Мощность каждого двигателя, *л. с.*	5750	3000		2050
Число цилиндров двигателя	12	8	6	8
Диаметр цилиндра, *мм*	620	520	680	420

* Высота судна.

Продолжение

Показатели	«Украина»	«Россия»	«Дмитрий Донской»	«Лена», «Обь»
Ход поршня, *мм* . . .	1150	700	1500	500
Число тактов главного двигателя	2	2	2	2
Назначение судна . .	грузо-пассажирское	пассажирское	грузовое	ледокольно-транспортное

343. Крупнейшие океанские суда

Показатели	«Советский Союз»	«Нормандия»	«Куин Элизабет»	«Куин Мэри»
Водоизмещение, *T* . .	31 800	68 500	70 000	75 000
Длина судна, *м* . . .	207	313,7	314	318
Ширина, *м*	24	35,9	36	
Осадка, *м*	9,9	11,2	11,9	11,6
Грузоподъемность, *T* .	10 000	12 000	ок. 12 000	
Скорость хода, $\frac{км}{ч}$ . .	35,2	55,4	55,6	55,5
Главная силовая установка	турбины	турбины	турбины	турбины
Число паровых турбин главной силовой установки	2	4		4
Общая мощность главной силовой установки, *л. с.*	28 000	160 000	160 000	175 000
Число паровых котлов		29		24
» палуб на судне	9	11		12
Тип судна	пассажирский турбоход *	пассажирский турбоэлектроход **	торговый турбоход	пассажирский турбоход

* Турбоходы приводятся в движение паровыми турбинами, соединенными через зубчатую передачу с гребными винтами.

** Турбоэлектроходы приводятся в движение электродвигателями, получающими энергию от генераторов, соединенных с паровыми турбинами.

344. Атомный ледокол «Ленин»

Длина ледокола, *м*	134
Наибольшая ширина, *м*	27,6
Высота борта (в средней части), *м*	16,1
Осадка, *м*	9,2
Водоизмещение, *T*	16 000

Продолжение

Мощность, *л. с.*	44 000
Число винтов	3
Скорость на чистой воде, $\frac{км}{ч}$	33,3
Загрузка реактора по урану-235, *кг*	85
Тепловая мощность реактора, *квт*	90 000
Число установленных водо-водяных реакторов	3
Диаметр реактора, *м*	2
Высота » , *м*	5
Горючее	двуокись урана
Суточный расход урана-235 при работе ледокола на полную мощность, *г*	ок. 200
Продолжительность плавания без пополнения ядерным горючим, месяцев	12
Главные двигатели	паровые турбины с генераторами постоянного тока, питающими электроэнергией гребные электродвигатели
Управление парогенераторной установкой и двигателями	дистанционное, автоматическое
Число гребных электродвигателей постоянного тока	3
в том числе для привода бортовых гребных валов	2
Расположение:	
паровых турбин и генераторов	в средней части судна
гребных электродвигателей	в кормовой части
Мощность электродвигателей гребных валов:	
для привода бортового гребного вала, *квт*	7200
для привода среднего гребного вала, *квт*	ок. 15 000 *
Дата завершения строительства	12.IX.1959 г.

Ледокол предназначен для проводки транспортных судов по Северному морскому пути и для экспедиционного плавания в Арктике. Весь экипаж судна размещается в комфортабельно оборудованных одноместных и двухместных каютах. На судне имеются кают-компания, столовая, клуб, читальня, библиотека, курительный и музыкальный салоны, медицинские кабинеты и пр. Экипаж ледокола надежно защищается от радиоактивных излучений реактора экраном из стали, воды и специального бетона.

Толщина стальной обшивки корпуса судна в средней части 32 *мм*, в кормовой и носовой частях 52 *мм*.

Крупные ледоколы при водоизмещении в 11 000 *Т* и мощности двигателей 10 000 *л. с.* могут находиться в плавании не более месяца. Такой ледокол расходует в сутки 100 *т* угля или 50—60 *т* нефти.

* Этот электродвигатель — самый мощный судовой электродвигатель постоянного тока. Его вес около 180 *Т*, длина 7,3 *м*.

345. Примерные показатели современной подводной лодки

Надводное водоизмещение, T	1400
Мощность дизельных двигателей, тыс. *л. с.*	8000
Скорость при надводном движении, $\frac{км}{ч}$	40—50
Дальность надводного плавания, тыс. *км*	36
Время автономного плавания, *сут*	примерно 80
Глубина возможного погружения, *м* . . .	ок. 250
Мощность электродвигателей, питаемых от аккумуляторных батарей, *квт*	2200—2900
Скорость при подводном плавании, $\frac{км}{ч}$	до 32
Время пребывания корабля под водой, *ч* .	200
Дальность плавания под водой, *км* . . .	до 550

346. Понтоны для подъема затонувших судов

В таблице даны сведения для стальных цилиндрических понтонов различной грузоподъемности.

Показатели	Грузоподъемность, T			
	40	80	200	400
Длина понтона (внутренняя), *м*	7,05	12,8	11,4	14,6
Диаметр (внутренний) корпуса понтона, *м*	3	3,2	5,5	7
Объем понтона, $м^3$	50,1	106,4	277,2	506,8
Подъемная сила в пресной воде, T . . .	37	80	210,2	389
Вес понтона без балласта, T	11,9	22,4	60	107,2
» » с балластом,* T	14,4	26,4	67	117,8
Число водонепроницаемых отсеков в понтоне	2	3	3	3
Глубина погружения максимальная, *м* .	100	100	100	100
Давление воздуха, которым продуваются понтоны, $\frac{кГ}{см^2}$	до 8—9			

Примечание. Жесткие понтоны представляют собой сварные конструкции и являются основным средством для подъема затонувших судов. Подъем понтонами осуществляется за счет подъемной силы, которую получают находящиеся под водой понтоны после продувки из них отсеков воды с помощью сжатого воздуха. При подъеме судов могут применяться также в качестве вспомогательного средства мягкие понтоны — мешки из двухслойной прорезиненной ткани, заполняемые под водой воздухом. Подъем судов понтонами осуществляется с глубины до 90 *м*.

* Балласт (чугунные чушки, цемент) сообщает плавающему понтону устойчивость. Он крепится к нижней части жесткого понтона.

347. Первый пароход («Клермонт»)

Длина, *м*	50
Ширина, *м*	5,5
Водоизмещение, *Т*	150
Тип паровой машины	двустороннего действия
Мощность, *л. с.*	18
Число цилиндров	1
Диаметр цилиндра, *мм*	610
Ход поршня, *мм*	1220
Передача на гребные колеса	зубчатая
Скорость вращения гребных колес, $\frac{об}{мин}$	30
» парохода, $\frac{км}{ч}$	8
Место и год постройки	США, 1807

348. Первый теплоход

Название	«Вандал»
Назначение	перевозка нефтепродуктов
Число установленных на судне нефтяных двигателей	3
Мощность каждого двигателя, *л. с.*	120
Число цилиндров двигателя	3
Диаметр цилиндра, *мм*	2 90
Ход поршня, *мм*	430
Число оборотов коленчатого вала в минуту	240
Скорость судна, $\frac{км}{ч}$	13
Грузоподъемность, *Т*	800
Длина корпуса, *м*	74,2
Ширина » , *м*	9,7
Высота борта, *м*	2,44
Место и год постройки	Россия, 1903

Летательные аппараты

349. Данные о пассажирских самолетах ИЛ-14

Число двигателей, шт.	2
Взлетная мощность двигателей $\left(n=2600\frac{об}{мин}\right)$, *л. с.*	1900
Номинальная мощность двигателей на земле $\left(n=2400\frac{об}{мин}\right)$, *л. с.*	1530
Высотная номинальная мощность $\left(n=2400\frac{об}{мин}\right)$, *л. с.*	1630
Максимально допустимые обороты двигателя в минуту	2700
Размах крыла, *м*	31,7
Длина самолета ИЛ-14П, *м*	21,31
Длина самолета ИЛ-14М, *м*	22,31
Площадь крыла, $м^2$	100
Вес конструкции ИЛ-14М, *кГ*	12 500
Нагрузка на квадратный метр крыла, *кГ*	172
Диаметр винта, *м*	3,8
Вес винта, *кГ*	205

Продолжение

Максимальная высота, на которую может подняться самолет, *м*	6500
Максимальная скорость у земли, $\frac{км}{ч}$	390
Максимальная скорость на высоте 2000 *м*, $\frac{км}{ч}$	412
Скорость, при которой самолет отрывается от земли, $\frac{км}{ч}$	145—150
Посадочная скорость, $\frac{км}{ч}$	135
Скорость набора высоты на номинальном режиме работы двигателей, $\frac{м}{сек}$	5
Топливо	бензин
Давление в авиашинах колес шасси, $\frac{кГ}{см^2}$	5
Полетный вес самолета ИЛ-14П, *кГ*	17 250
в том числе:	
вес пассажиров (24 чел.)	1 920
вес экипажа (5 чел.)	400
вес топлива	2 050
» багажа	350
» масла	170
» конструкции самолета	12 290
Прочее	70
Длина разбега, *м*	500
» пробега, *м*	500

350. Турбовинтовые пассажирские самолеты

Показатели	АН-10	ИЛ-18	ТУ-114	АН-24
Число двигателей	4	4	4	2
Мощность одного двигателя, *л. с.*	4000	4000	15 000	2000
Крейсерская скорость, $\frac{км}{ч}$	650	650	800	500
Высота полета, *км*	8—10	8—10	11	6—8
Беспосадочная дальность полета, *км*	2000—3500	5000	до 10 000	800—1200
Взлетный вес самолета*, *Т*	51 (13)	61 (14)	(30)	
Размах крыла, *м*	38	37,4		
Число пассажиров	100	75—100	170 или 220	32—42
Длина разбега при взлете, *м*	650	750—900		400—450
Длина пробега при посадке, *м*	450	560		

Примечание. Сила тяги у турбовинтовых самолетов складывается из тяги винта (или винтов), вращаемого газовой турбиной, и тяги, образуемой силой реакции при истечении газов из сопла. У каждого двигателя, установленного на самолете ИЛ-18, 90% мощности передается тянущему воздушному винту и 10% — реактивной струе.

* В скобках указана коммерческая (полезная) нагрузка. Коммерческую нагрузку самолета составляет вес пассажиров, почты, грузов, багажа. В нее не входит вес топлива, служебного снаряжения, масла, а также вес экипажа.

351. Турбореактивные пассажирские самолеты

Показатели	ТУ-101	ТУ-104Б	ТУ-124
Число двигателей	2	2	2
Мощность одного двигателя, *л. с.*	> 30 000		
Тяга, развиваемая одним двигателем, *кГ*	8 200		
Крейсерская скорость, $\frac{км}{ч}$	800	800—900	900
Максимальная скорость, $\frac{км}{ч}$	970	1000	
Беспосадочная дальность полета, *км*	3000—3200	3000—4000	1500
Коммерческая (полезная) нагрузка, *Т*		12	
Размах крыла, *м*	36,5	34,5	
Длина фюзеляжа, *м*	38	40	
Число пассажиров *	50 (70)	100	44 (68)
Экипаж самолета	6		4

Примечание. На реактивном самолете ТУ-124 установлены турбовентиляторные двигатели. В этих двигателях избыточная мощность газовой турбины передается не винту, как у турбовинтовых двигателей, а вентилятору. Последний заключен в кольцевой капот, который образует второй, внешний контур двигателя. Рабочий процесс в основном, центральном, контуре аналогичен рабочему процессу обычного турбореактивного двигателя. Во внешнем контуре он зависит от того, сжигается в нем топливо или нет. При сжигании топлива увеличивается тяга двигателя, но резко увеличивается и расход топлива. Поэтому в большинстве двухконтурных двигателей, предназначенных для дозвуковых самолетов, топливо во внешнем контуре не сжигается. Тяга в таких двигателях создается как за счет струи газов, вытекающих из выходного сопла центрального контура, так и за счет реакции струи воздуха, отбрасываемого вентилятором второго контура. Турбовентиляторные двигатели по сравнению с обычными турбореактивными двигателями развивают большую силу тяги, что уменьшает взлетную дистанцию и обеспечивает более быстрый набор высоты; уменьшают расход топлива, благодаря чему увеличивается дальность полета; имеют меньший уровень шума. Новый вид двигателей быстро совершенствуется, и можно ожидать, что они сыграют важную роль в улучшении летных данных самолетов.

* В скобках указано количество пассажиров в туристическом варианте самолета.

352. Самолет ЯК-12М

Самолеты ЯК-12 предназначены для авиационно-химических и других работ в сельском и лесном хозяйствах, а также для местных воздушных линий (они могут перевозить трех пассажиров с багажом).

Мощность двигателя, *л. с.*	250
Максимальная скорость у земли, $\frac{км}{ч}$	179
Скорость, при которой самолет отрывается от земли, $\frac{км}{ч}$	80
» набора высоты у земли, $\frac{м}{сек}$	4,1
Посадочная скорость, $\frac{км}{ч}$	73

Длина самолета, *м*	9
Размах крыла, *м*	12,6
Площадь крыла, $м^2$	23,86
Вес самолета, *кГ*	1026
Полетный вес, *кГ*	1444
Полезная нагрузка, *кГ*	418
Наибольшая высота, на которую может подняться самолет, *м*	4160
Дальность беспосадочного полета, *км*	765
Длина разбега, *м*	150
» пробега, *м*	190
Экипаж, чел.	1

353. Самолет Можайского

Длина лодки самолета, *м*	14,6
» каждого крыла, *м*	10,7
Ширина крыла, *м*	14,2
Несущая площадь крыльев, $м^2$	308
Площадь хвостового оперения, $м^2$	42
Тип двигателей	Двухцилиндровые паровые машины двойного действия, двукратного расширения
Число двигателей	2
Мощность большого двигателя, *л. с.*	20
Число оборотов в минуту	300
Вес двигателя, *кГ*	47,6
Мощность второго двигателя, *л. с.*	10
Число оборотов в минуту	450
Полетный вес самолета, *кГ*	930

354. Вертолеты

Показатели	МИ-1П	МИ-1
Взлетная мощность двигателя, *л. с.*	1700	575
Максимальная скорость, $\frac{км}{ч}$	185	0—40 *
Крейсерская » , $\frac{км}{ч}$	140	135
Взлетный вес, *кГ*	7100	2400
Коммерческая нагрузка, *кГ*	1000	300 **
Потолок полета, *м*	5500	3000
Дальность » , *км*	305	267

* Диапазон скоростей полета при обработке сельскохозяйственных культур.

** Вес загружаемых химикатов.

Продолжение

Показатели	МИ-4П	МИ-1
Диаметр несущего винта, *м*	21	14,3
» хвостового » , *м*	3,6	2,5
Длина вертолета, *м*	25	17
Высота вертолета на стоянке, *м*	4,4	
Назначение вертолета . . .	Пассажирский, перевозит 10 пассажиров с багажом (100 *кГ*)	Сельскохозяйственный вариант, предназначается для выполнения авиахимических работ

355. Дирижабль

Показатели	Дирижабль полужесткой системы СССР-В-6
Объем дирижабля, $м^3$	19 400
Высота общая, *м*	25
Количество двигателей	3
Мощность одного двигателя, *л. с.*	240
Скорость полета, $\frac{км}{ч}$	90
Общая площадь рулей (оперения), $м^2$	210
Полезная подъемная сила, *кГ* . .	9 640
Продолжительность полета, *ч* . . .	90
Вес дирижабля, *кГ*	11 700
Длина гондолы, *м*	15
Высота » , *м*	2,6
Ширина » , *м*	1,9
Экипаж	12—17 чел.
Запас горючего (бензин), *л* . . .	10 500

356. Сферические аэростаты

Показатели	Объем аэростата, $м^3$		
	600	900	2200
Газ-заполнитель	Технический водород *		
Диаметр аэростата, $м$		12	
Длина гондолы у основания, $м$	1	1,25	2
Ширина » » » , $м$	1	1,25	2
Высота гондолы, $м$	1	1,1	1,1
Длина гайдропа, $м$	80	80	100
Число поддерживающих строп	16	16	24
Вес всей конструкции, $кГ$	195	296	452
В том числе:			
оболочка с подвесной системой	130	206	300
гондола	25	40	65
гайдроп	25	30	60
клапан	9	3,5	12
клапанная веревка и разрывная вожжа		2,5	
громоотвод и прочие детали		3,8	
упаковочный брезент	6	10	15
Вес двух пилотов, оборудования и снаряжения, $кГ$		320	
Вес балласта (при двух пилотах), $кГ$		375	
Подъемная сила у земли, $кГ$		990	

* При 15° С и давлении 760 *мм рт. ст.* величина подъемной силы технического водорода принимается равной 1,1 $\frac{кГ}{м^3}$.

357. Стратостаты

Характеристика	Стратостат	
	СССР-1	СОАХ-1
Объем, $м^3$	24 320	24 920
Диаметр, $м$	36	36,24
Вес оболочки, $кГ$	950	950
Число поддерживающих строп	24	8
Ткань оболочки	Хлопчатобумажная, прорезиненная, трех- и однослойная	Хлопчатобумажная, прорезиненная, двух- и однослойная
Диаметр гондолы, $м$	2,3	2,4
Объем » , $м^3$	6,2	7,2

Характеристика	Стратостат	
	СССР-1	СОАХ-1
Толщина листов оболочки гондолы, *мм*	2	0,7—0,8
Вес гондолы, *кГ*	280	250
Экипаж	3 чел.	3 чел.
Полный вес стратостата у земли, *кГ*	2 600	2 480
в том числе вес балласта, *кГ*	920	580
Подъемная сила у земли, *кГ*	3 000	2 600
Достигнутая высота полета по высотомеру, *м*	19 000	22 000
Дата полета	30. IX. 1933 г.	30. I. 1934 г.

358. Мировые авиационные рекорды
(на 1.I. 1960 г.)

Вид рекорда	Величина рекорда (в скобках — год установления) и страна, которой принадлежит рекорд				
	реактивный самолет	самолет с поршневым двигателем	вертолет	авиамодель	планер одноместный
Мировой рекорд скорости, $\frac{км}{ч}$	2388,0 (1959), СССР	755,668 (1947) *, США	268,92 (1959) *, СССР	301,0 (1958), СССР	107,04 * (1959), США
Мировой рекорд дальности, *км*	16462,5 ** (1958), США	18081,99 (1946), США	1958,796 (1952), США	378,756 (1952), СССР	861,272 (1951), США
Мировой рекорд высоты, *м*	31 515 (1959), *** США	17 083 (1938), ИТАЛИЯ	10 984 (1958), ФРАНЦИЯ	4152 (1947), СССР	12 832 (1950), США

Примечания. 1. Официальные абсолютные мировые авиационные рекорды равны: скорости 2388,0 $\frac{км}{ч}$, дальности 18 081,99 *км* высоты 31 515 *** м. 2. В сентябре 1961 г. на вертолете МИ-6 была достигнута скорость 320 $\frac{км}{ч}$.

* Скорость на расстоянии 100 *км*.

** В июле 1959 г. советский серийный военный самолет произвел беспосадочный полет по маршруту общей протяженностью 17 150 *км* (за 21 ч 15 *мин*).

*** 28 апреля 1961 г. советский летчик Г. К. Мосолов на реактивном самолете достиг высоты 34 200 *м*, установив новый мировой рекорд высоты полета.

Данные относятся к тренировочному парашюту	ПД-6р
Вес парашюта, *кГ*	14
Общая площадь купола главного парашюта, $м^2$	60,3
Диаметр купола, *м*	ок. 9
» полюсного отверстия, *мм*	445
Число строп	28
Прочность стропы на разрыв, *кГ*	125
Площадь вытяжного парашюта, $м^2$	0,65
Средняя скорость снижения и приземления (при весе парашютиста 80 *кГ*), $\frac{м}{сек}$	5
Время полного раскрытия парашюта, *сек*	2,57
в том числе время наполнения купола, *сек*	0,98
Путь наполнения купола парашюта, *м*	30

360. Метеорологическая ракета (СССР)

Число ступеней ракеты	2
Первая ступень	пороховой ускоритель, обеспечивающий взлет ракеты
Вторая ступень	основной корпус длиной 5 *м* и весом 220 *кГ*, в котором расположены: топливные баки, оперение, двигатель
Длина головки ракеты, *м*	2
Скорость, до которой разгоняет ракету пороховой ускоритель, $\frac{м}{сек}$	170

В передней части головки ракеты размещается исследовательская аппаратура, в задней — парашют и пороховое устройство для отделения головки от корпуса. После окончания работы порохового ускорителя включается двигатель второй ступени и выносит ракету на высоту 30 *км*, где сообщает ей скорость 1100 $\frac{м}{сек}$. На высоте 70 *км* головка отделяется от ракеты, одновременно открываются два парашюта — головки и второй ступени. Головка с раскрытым парашютом, стабилизирующим ее полет, поднимается до высоты 80—90 *км*, а затем падает с уменьшающейся скоростью (до скорости приземления — 4—5 $\frac{м}{сек}$). Вторая ступень ракеты также возвращается на Землю на парашюте.

Высота стартовой вышки для запуска ракеты 13 *м*.

Название спутника	Дата		Число оборотов, совершенных спутником
	запуска	вхождения в плотные слои атмосферы	
1-й советский	4. X. 1957	4. I. 1958	порядка 1400
2-й »	3. XI. 1957	14. IV. 1958	ок. 2370
«Исследователь-I» (США) .	31. I. 1958		
«Авангард-1» (США) . . .	17. III. 1958		
«Исследователь-III» (США)	26. III. 1958		
3-й советский	15. V. 1958	6. IV. 1960	10 034
«Исследователь-IV» (США) .	26. VII. 1958		
«Атлас» (США)	19. XII. 1958 **		
Тяжелый спутник (СССР) .	4. II. 1961		

* Вес спутника и последней ступени ракеты-носителя (они составляли одно
** В 1959—1961 гг. в США был запущен еще ряд спутников.

Первый искусственный спутник. Спутник имел шарообразный герметический корпус диаметром 53 *см*, изготовленный из алюминиевых сплавов. В корпусе, заполненном газообразным азотом, размещалась аппаратура и источники энергопитания. На внешней поверхности корпуса размещались антенны в виде четырех стержней длиной от 2,4 до 2,9 *м*.

Для регистрации процессов, происходящих на спутнике, были установлены чувствительные элементы, меняющие частоты телеграфных посылок и соотношения между длительностью этих посылок и пауз при изменении некоторых параметров (температуры и др.).

В конце траектории полета ракеты от ее последней ступени был отделен спутник. Орбитальная скорость движения спутника составляла около 8000 $\frac{м}{сек}$.

На первом спутнике была опробована система запуска, а также были получены основные сведения о траектории полета спутника, радиосвязи с ним, о температурных режимах на спутнике.

Второй искусственный спутник. Спутник представлял собой последнюю ступень ракеты. На его борту размещались научная и измерительная аппаратура для изучения температуры, давления, космических лучей, излучения Солнца; регистрации пульса, дыхания, кровяного давления подопытного животного; сферический контейнер с двумя передатчиками и аппаратурой;

спутников Земли

Первоначальная высота над Землей, *км*		Первоначальный период обращения спутника, *мин*	Вес, *кГ*	
в перигее	в апогее		спутника, отделенного от ракеты-носителя	научной аппаратуры
228	947	96,17	83,6	
225	1671	103,75	4000 *	508,3
369	2541	114,69	14 *	4,5
654	3966	134,18	1,47	
187	2782	111,7	14,1 *	5,1
226	1880	105,95	1327	968
263	2211	110,18	17,3 *	
193	1475	101,47	3915 *	67,5
223,5	327,6	89,80	6483	

целое).

герметическая кабина цилиндрической формы с подопытным животным — собакой «Лайкой», с системой кондиционирования воздуха и запасом пищи; приборы для передачи данных измерений на Землю; источники электроэнергии.

Радиотелеметрическая аппаратура передавала на Землю данные о всех проводившихся измерениях.

Сигналы одного радиопередатчика имели вид телеграфных посылок. При изменении некоторых параметров внутри сферического контейнера (температуры, давления) изменялась и длительность этих посылок и пауз между ними. Второй радиопередатчик работал в режиме непрерывного излучения.

Третий искусственный спутник. На спутнике были установлены: магнитометр, фотоумножители, магнитный и ионизационные манометры, два электростатических флюксметра, радиочастотный масспектрометр, две ионные ловушки, счетчики космических лучей, датчики для регистрации ударов микрометеоров, система измерения температур в различных точках поверхности спутника и внутри его, радиопередатчик и другие приборы.

Указанное оборудование позволило на всей орбите проводить исследования давления и состава атмосферы в верхних слоях, концентрации положительных ионов, величины электрического заряда спутника, напряженности электростатического и магнитного полей Земли, интенсивности корпускулярного излучения Солнца, состава и вариаций первичного космического

излучения, распределения фотонов и тяжелых ядер в космических лучах, микрометеоров, температуры внутри и на поверхности спутника.

Научная и радиотехническая аппаратура управлялась с помощью программного устройства. Для передачи данных научных наблюдений была установлена многоканальная телеметрическая система.

Тяжелый спутник Земли. Запущен с помощью усовершенствованной многоступенчатой ракеты и точно выведен на заданную орбиту. На спутнике была установлена радиотелеметрическая система для контроля параметров элементов конструкции и аппаратуры для траекторных измерений. Специальной системы для возвращения спутника на Землю предусмотрено не было.

Автоматическая межпланетная станция. 12 февраля 1961 г. на орбиту был выведен тяжелый искусственный спутник Земли, с которого в тот же день стартовала управляемая космическая ракета. Она вывела на траекторию к планете Венера автоматическую межпланетную станцию (А.М.С.). Скорость полета А.М.С. в начале выведения ее на эту траекторию превышала величину второй космической скорости. Основные задачи пуска: проверка методов вывода космического объекта на межпланетную трассу, проверка сверхдальней радиосвязи и управления космической станцией, уточнение масштаба солнечной системы и проведение ряда физических исследований в космосе. Установленная на борту научная аппаратура предназначалась для проведения исследований космического излучения, магнитных полей, межпланетного вещества и регистрации соударений с микрометеорами, а радиотехническая система — для измерения параметров движения станции относительно Земли, передачи на Землю результатов измерений, производимых на борту научной аппаратурой, передачи на Землю сведений о режимах работы бортовых систем и агрегатов.

Питание бортовой аппаратуры осуществлялось от химических источников тока, пополнявших энергию от солнечных батарей.

362. Характеристика космических кораблей-спутников

Корабль-спутник	Дата запуска	Высота полета над Землей, *км*		Период обращения, *мин*	Вес корабля-спутника, отделенного от последней ступени ракеты-носителя, *кГ*
		в перигее	в апогее		
Первый . . .	15. V. 1960	ок. 320	ок. 320	91	4540
Второй . . .	19. VIII. 1960	306	339	90,72	4600
Третий . . .	1. XII. 1960	180	249	88,47	4563
Четвертый .	9. III. 1961	183,5	248,8		4700
Пятый . . .	25. III. 1961	178,1	247	88,42	4695
«Восток» . .	12. IV. 1961	181	327	89,1	4725
«Восток-2»	6. VIII. 1961	183	244	88,46	4731

Первый космический корабль-спутник. На корабле-спутнике была установлена герметическая кабина с грузом, имитирующим вес человека, и со всем необходимым оборудованием для будущего полета человека (ее вес около 2,5 *Т*), а также различная аппаратура, вес которой с источниками питания составлял 1477 *кГ*. Помимо радиопередат-

чика «Сигнал», на корабле-спутнике размещались специальные радиоустройства для передачи на Землю данных о работе приборов и для точного измерения элементов орбиты. Питание аппаратуры спутника осуществлялось от химических источников тока и солнечных батарей.

19 мая по команде с Земли кабина была отделена от спутника, после чего корабль и кабина начали движение по орбите, перигей которой составлял 307, а апогей — 690 *км*.

Запуск первого в мире корабля-спутника позволил решить ряд важных научных и технических задач (проверка надежности старта и полета ракеты-носителя, систем кондиционирования и терморегулирования корабля, надежности управления полетом спутника, работы радиосредств и др.).

Второй космический корабль-спутник. Основные части: кабина и приборный отсек. В кабине располагались аппаратура для обеспечения жизнедеятельности животных в полете, для регистрации поведения кабины во время спуска (датчики перегрузок, температур и др.), для регистрации данных о работе приборов и физиологических данных подопытных животных на участке спуска, часть аппаратуры для научных исследований и для системы ориентации, автоматические системы, обеспечивающие приземление корабля, катапультируемый контейнер.

В приборном отсеке размещались: радиотелеметрическая аппаратура для передачи на Землю данных о состоянии подопытных животных и работе всех находившихся на борту спутника систем; аппаратура управления полетом корабля; часть аппаратуры для научных исследований (приборы для изучения космических лучей и коротковолнового излучения Солнца); аппаратура терморегулирования; тормозная двигательная установка.

Энергопитание бортовой аппаратуры осуществлялось от химических источников тока и солнечной батареи.

Управление кораблем производилось автоматически, а также путем подачи команд с Земли.

Для изучения влияния радиации и условий космического полета на животных и на различные биологические объекты на корабле находились собаки Стрелка и Белка, а также мыши, насекомые, растения, грибковые культуры, семена кукурузы, пшеницы, гороха, лука и другие объекты.

Для наблюдения за поведением животных на корабле-спутнике были установлены две телевизионные камеры.

На 18-м обороте с Земли была подана команда на спуск.

Корабль-спутник, имея специальную тепловую защиту, успешно прошел земную атмосферу и вместе с отделившимся от него контейнером с подопытными животными благополучно приземлился 20 августа 1960 г.

Приземление кабины происходило со скоростью 10, а контейнера — со скоростью 6—8 $\frac{м}{сек}$. Отклонение точки приземления от расчетной составило ок. 10 *км*.

Третий космический корабль-спутник. Запуск корабля-спутника предусматривал испытание конструкции корабля с установленными на нем системами, а также медико-биологические исследования, исследования по физике космического пространства. На корабле-спутнике находились две подопытные собаки, а также другие животные, насекомые и растения, научно-измерительная и радиотелевизионная аппаратура. Запуск корабля-спутника позволил получить дополнительные данные о воздействии на организм животных различных факторов, возникаю-

щих при выходе спутника на орбиту, о поведении животных в условиях космического полета, о надежности конструкции корабля, о функционировании его отдельных агрегатов и систем, о работе источников питания.

После выполнения намеченной программы исследований 2 декабря была подана команда на спуск корабля-спутника на Землю. В связи со снижением по нерасчетной траектории корабль-спутник прекратил свое существование при входе в плотные слои атмосферы.

Четвертый и пятый космические корабли-спутники представляли собой космический корабль «Восток». Основная цель последних контрольных запусков 9 и 25 марта 1961 г. — дальнейшая отработка конструкции корабля-спутника и установленных на нем систем, обеспечивающих необходимые условия для полета человека в космос и возвращения его на Землю. В кабине корабля при полетах находились подопытные животные — собака Чернушка (9 марта) и собака Звездочка (25 марта) с другими биологическими объектами. В кресле пилота размещался манекен. Полеты осуществлялись по той же программе, по которой намечалось осуществить первый полет корабля с космонавтом на борту.

После выполнения намеченной программы исследований корабль-спутник во время одного и другого полета в тот же день по команде с Земли совершил посадку в заданном районе Советского Союза.

Корабль-спутник «Восток». На корабле были установлены телеметрическая и телевизионная системы, радиосистема для траекторных измерений и аппаратура радиосвязи.

Основные части корабля — кабина пилота с оборудованием для обеспечения жизнедеятельности человека, с системой приземления и приборный отсек с аппаратурой, работающей при полете по орбите, с тормозной двигательной установкой.

Управление работой аппаратуры осуществлялось автоматически (с помощью бортовых программных устройств).

Внешняя поверхность кабины пилота была покрыта слоем тепловой защиты, предохраняющей ее при спуске от сгорания в плотных слоях атмосферы; в оболочке кабины имелись три иллюминатора с жаропрочными стеклами. На внешней поверхности корабля размещались органы управления, элементы ориентации, жалюзи системы терморегулирования и антенны радиосистем. Система кондиционирования воздуха поддерживала в кабине нормальное давление, нормальную концентрацию кислорода, температуру на уровне 15—22° С и относительную влажность в пределах 30—70%.

Система ориентации обеспечивала разворот корабля, ориентацию одной из осей корабля в направлении на Солнце и удержание его в требуемом положении.

Приземление космонавта можно было осуществить в кабине корабля, а также при катапультировании кресла из кабины на высоте ок. 7 *км* с последующим приземлением его на парашютах.

Перед посадкой корабля производится его ориентация, и в заданной точке орбиты включается тормозная двигательная установка, после чего корабль переходит на такую траекторию спуска, при которой величина перегрузки при вхождении аппарата в плотные слои атмосферы не превышает допустимой для человека. Конструкция корабля позволяла осуществить спуск на Землю и в случае отказа тормозной двигательной установки — за счет естественного торможения его в атмосфере.

Запасы пищи, воды, регенерационных веществ и емкость источников электропитания рассчитывались на полет длительностью до 10 суток.

Старт корабля «Восток» был произведен в 9 *ч* 07 *мин* по московскому времени. Космонавт Юрий Алексеевич Гагарин размещался на катапультируемом кресле так, чтобы перегрузка на участках выведения и спуска действовала в наиболее благоприятном направлении (грудь — спина); он был одет в герметический скафандр.

Корабль стартовал с космодрома Байконур (Западная Сибирь). Ракета-носитель корабля при запуске имела шесть двигателей общей мощностью 20 млн. *л. с.*

На протяжении всего участка выведения поддерживалась непрерывная двусторонняя радиотелефонная связь пилота-космонавта с наземным центром руководства полетом.

Управление работой бортовой аппаратуры при полете по орбите, ориентацией и спуском корабля осуществлялось автоматически.

После выведения на орбиту наступило состояние невесомости. В соответствии с заданием и программой полета пилот наблюдал за работой оборудования корабля, поддерживал непрерывную телефонную и телеграфную радиосвязь с Землей, вел наблюдения в иллюминаторы и в оптический ориентатор, докладывал на Землю и записывал данные наблюдения в бортжурнал и на магнитофон, принимал пищу и воду.

Земная поверхность хорошо просматривалась с высоты до 300 *км*, были видны береговые линии, большие реки, рельеф земной поверхности, лесные массивы, облака и тени облаков.

Небо — совершенно черное, звезды на нем — ярче и видны четче, чем с Земли.

Программа первого полета человека была рассчитана на один оборот вокруг Земли.

В 9 *ч* 51 *мин* была включена автоматическая система ориентации корабля. После выхода из тени она осуществила поиск и ориентацию корабля на Солнце. В 10 *ч* 25 *мин* корабль начал входить в плотные слои атмосферы и в 10 *ч* 55 *мин* приземлился в заданном районе (дер. Смеловка Терновского района Саратовской области).

С момента включения тормозной двигательной установки до приземления корабль пролетел ок. 8000 *км*. Продолжительность полета на участке спуска примерно 30 *мин*.

Первый полет в космическое пространство позволил сделать вывод огромного научного значения о практической возможности полетов человека в космос. Он показал, что человек может нормально переносить условия космического полета, выведения на орбиту и возвращения на поверхность Земли, что в условиях невесомости человек полностью сохраняет работоспособность, координацию движений, ясность мышления.

Полет дал чрезвычайно ценные сведения о работе космического корабля, полностью подтвердил правильность научных и технических решений, заложенных в его конструкцию, надежность ракеты-носителя и конструктивное совершенство корабля-спутника.

В полете установлено три первых абсолютных мировых рекорда по полетам человека в космическое пространство (эти рекорды регистрируются начиная с высоты 100 *км*): высоты, продолжительности полета и веса поднятого груза.

Корабль-спутник «Восток-2». См. стр. 571.

363. Характеристика космических ракет

Название ракеты	Дата и время (московское) старта ракеты	Расстояние ракеты от Луны при их наибольшем сближении, *км*	Дата и время наибольшего сближения ракеты с Луной	Время движения ракеты до Луны, *ч*	Вес последней ступени (без топлива), *кГ*	Время существования ракеты
Первая (СССР)	2. I. 1959	5000—6000		34	1472	Вечный спутник Солнца
«Пионер-IV» (США)	3. III. 1959	60 000	5. III. 1959	40		То же
Вторая (СССР)	12. IX. 1959 ок. 10 *ч*	контейнер и последняя ступень ракеты прилунились	14. IX. 1959 0 *ч* 02 *мин* 24 *сек*	ок. 38,5	1511	—
Третья (СССР)	4. X. 1959 ок. 4 *ч*	ок. 6100	6. X. 1959. 17 *ч* 21 *мин*	ок. 61	1553	11—12 оборотов вокруг Земли

Первая космическая ракета. 7—8 января вышла на свою самостоятельную орбиту вокруг Солнца и стала первой искусственной планетой солнечной системы.

Вычисленная эллиптическая орбита первой искусственной планеты характеризуется следующими данными: минимальное расстояние от Солнца — ок. 146 млн. *км*, максимальное — 197 млн. *км*, период обращения вокруг Солнца 450 суток, расстояние между ракетой и Землей при их движении вокруг Солнца будет изменяться: наибольшее расстояние между ними может достигать 300—350 млн. *км*, но они могут и сблизиться на расстояние порядка миллиона километров.

Вторая космическая ракета. Траектория полета ракеты была выбрана с расчетом непосредственной ее встречи с Луной.

В ознаменование первого в истории человечества полета на Луну на ее поверхность было доставлено три вымпела из нержавеющей стали.

Третья космическая ракета. Важнейшей целью запуска ракеты было получение фотографического изображения той части поверхности Луны, которая недоступна для наблюдения с Земли.

На борту ракеты была установлена автоматическая межпланетная станция весом 278,5 *кГ*, последняя была отделена от конечной ступени ракеты после ее выхода на орбиту, огибающую Луну. Станция представляла собой тонкостенную герметическую оболочку цилиндрической формы со сферическими днищами. Ее длина — 1,3 *м* (без антенн), максимальный поперечный размер — 1,2 *м*.

В течение 40 *мин* была сделана большая серия фотоснимков лунной поверхности (с расстояния 60—70 тыс. *км*) на 35-миллиметровой пленке. Автоматически же было произведено проявление, фиксирование и сушка пленки. После обработки пленка поступила в кассету, где сохранялась до момента передачи изображения на Землю.

По команде с Земли производилась телевизионная передача: изображение, имевшееся на негативной пленке, с помощью электронно-лучевой трубки и фотоэлектронного умножителя преобразовывалось в радиосигналы (как это делается при передаче кинофильмов телевизионными центрами), и последние принимались на Земле.

После огибания Луны автоматическая станция вышла на орбиту спутника Земли с апогеем 480 500 *км* и перигеем 47 500 *км*, с периодом обращения ок. 16 *сут*. Необычайная вытянутость орбиты станции привела к значительному возмущающему влиянию притяжения Солнца, и высота перигея орбиты постепенно уменьшалась; весной 1960 г. станция при очередном возвращении к Земле вошла в плотные слои атмосферы и сгорела.

364. Первая советская ракета на жидком топливе

Дата пуска ракеты	17. VIII. 1933 г.
Диаметр ракеты, *см*	16
Длина, *см*	246
Начальный вес, *кГ*	20
Тяга двигателя, *кГ*	65
Окислитель	жидкий кислород
Горючее	бензин
Максимальная высота полета, *км*	4,5

Строительные и подъемные машины

365. Земснаряд 1000-80

Размер понтона земснаряда, *м*	45×12,2×3
Осадка понтона, *м*	1,6
Длина разрыхлителя, *м*	26,8
Диаметр фрезы, *мм*	2 700
Число оборотов вала, на котором закреплена фреза, в минуту	12
Максимальная глубина выемки ниже горизонта воды, *м*	15
Диаметр всасывающей трубы, *мм*	900
Производительность по пульпе, $\frac{м^3}{ч}$	12 000
» по грунту, $\frac{м^3}{ч}$	1 200
Напор воды в пульпопроводе в *м* водяного столба	80
Дальность транспортирования грунта по горизонтали, *км*	4
Вес земснаряда (без пульпопровода), *Т*	650
» » с плавучим пульпопроводом, *Т*	1 100
» центробежного насоса (землесоса) с двигателем, *Т*	90
Число оборотов вала центробежного насоса в минуту	240—300
Диаметр рабочего колеса насоса, *мм*	2 310
Число лопаток рабочего колеса	4
Мощность электродвигателя насоса, *квт*	4 400
Экипаж земснаряда	16 человек в смену

366. Свайные молоты

Марка (модель) молота	Вес ударной части молота, *кГ*	Длина хода ударной части, *м*	Число ударов в минуту	Диаметр поршня, *мм*	Энергия удара, *кГ·м*	Давление пара (воздуха), *ат*
Паровоздушные одиночного действия						
СССМ-570	1800	1,5	30	—	2700	8—10
СССМ-680	6000	1,37	30	—	8220	8—10
Паровоздушные двойного действия						
СССМ-503	90	0,17	300	178	138	6
СССМ-708	680	0,4	123	216	906	6
СССМ-742А	1130	0,5	105	254	1817	6
Дизельные						
С-254	600	0,38	55—60	200	294	
С-222	1200	0,48	55—60	250	793	
С-268	1800	0,54	55—60	280	1180	

367. Экскаваторы одноковшовые

Показатели	Марка экскаватора				
	Э-252	Э-504, Э-505	Э-1003, Э-1004	СЭ-3	ЭШ-14/65
Емкость ковша, $м^3$	0,25	0,5	1	3	14
Вес экскаватора, *Т*	9,6	19,7	428	165	1150
Ширина гусеничной ленты, *см*	36	55	67	90	14 *
Давление, $\frac{кГ}{см^2}$	0,55	0,61	0,95	1,8	0,73
Скорость передвижения, $\frac{км}{ч}$	1,5—3,3	1,5—3,6	1,46	0,7	0,18
Мощность двигателя: дизель, *л. с.*	40	80 (Э-505)	120 (Э-1004)	—	—
электродвигатель, *квт*	—	40	80	637 **	7000 **
Длина стрелы, *м*	11,9	5,5	6,7	10,5	65

* Диаметр опорной базы в метрах.
** Общая мощность всех двигателей.

368. Экскаваторы многоковшовые

Показатели	Траншейные				Планировочные, карьерные для судоходных и оросительных каналов	
	ЭТ-121	ЭТ-351	ЭТ-251	ЭТ-141	ЭМ-182	ЭМ-301
Ход экскаватора	гусеничный				железнодорожная колея	
Емкость ковша, *л*	12	45	45	12	18	30
Число ковшей	19	14	11	19	27	40 и 31
Наибольшая глубина траншей или канала, *м*	1,2	3,5	2,5	1,4	7	8,5
Двигатель:						
тип	ДТ-54	ДТ-54	ДТ-54	ДТ-54	МА-202-2/6	МА-145-2/6
мощность дизеля, *л. с.*	54	54	54	54	—	—
» электродвигателя, *квт*	—	—	—	—	11,8	34
Вес экскаватора, *Т*	7,5	16,0	11,6	10,6	8,1	22,4
Давление, $\frac{кГ}{см^2}$	1,1	0,8	0,53	0,31		
Производительность, $\frac{м^3}{ч}$	90	114	135	75	20	45
Скорости движения при работе, $\frac{м}{ч}$	69,6—152	14,5—207	29—215	69,6—152	180	120—180
» » » транспортном ходе, $\frac{км}{ч}$	3,59—7,9	1,7—4,18	1,9—4,65	3,59—7,9		
Скорость движения ковшовой цепи, $\frac{м}{сек}$	0,75	0,8; 0,96	1,06	0,75	0,28	0,5

Показатели	БКСМ-1	БКСМ-1	БКСМ-2	СБК-1, БКСМ-3	СБК-2	БКСМ-14
Грузоподъемность, *Т*:						
при наибольшем вылете стрелы . .	0,5	0,75	1	1,5	3	5
при наименьшем вылете стрелы . .	1	1,5	2	3	5	5
Вылет стрелы, *м*:						
наибольший . . .	10	16,5	17,5	20	25	30
наименьший . . .	5	8	8,7	10	10	15,5
Высота подъема крюка, *м*:						
при наибольшем вылете	11	14	16	27; 29 *	53,5	54
при наименьшем вылете	17	27	30	42	68	80
Скорости:						
подъема крюка, $\frac{м}{мин}$	20	30	30	30	35	30
поворота стрелы, $\frac{об}{мин}$	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
передвижения крана, $\frac{м}{мин}$	20	28	20	30	20	20
Мощность электродвигателей, *квт*:						
подъема	5	7,5	7,5	16,5; 16 *	36	30
поворота стрелы .	1,7	1,7	2,2	2,2	5	5
передвижения крана	4,5	4,5	5	11	2 × 5	2 × 7,5
Ширина колеи, *м* . .	2,5	3	3	3,85	7,5	8
Полный вес крана с балластом, *Т*	8,8	15,4	22,5	43,4; 51,3 *	106,5	116,3
В том числе:						
башни	1,05		2,35	8,19; 11,28 *	25,17	21
стрелы	0,26		0,76	1,03; 1,25 *	4,13	4,5
головки	0,93		2,16	2,44; 3,21 *	9,52	7,6
ходовой тележки .	0,81		2,85		4,9	6
противовеса . . .	0,5	0,8	1,9	2	5	8
противовесной консоли	0,18		0,58	0,87; 1,41 *	1,48	2,35
балласта на ходовой части	4,5	7,5	9	20; 24 *	35	42

* Для крана БКСМ-3

370. Лебедки

Показатели	Тип лебедки					
	ручные		электрические зубчато-реверсивные		электрические зубчато-фрикционные	
	Т-68	Т-162	Т-66	Т-67	Т-39	Т-40
Тяговое усилие на тросе, T	1	5	0,5	1	0,5	1,25
Мощность электродвигателя, *квт*	—	—	4,3	8	3,5	14
Число оборотов вала электродвигателя в минуту	—	—	965	1450	965	1450
Скорость подъема, $\frac{м}{сек}$	—	—	0,4	0,64	0,6	0,72
Передаточные числа	1 : 16	1 : 65,1	—	—	—	—
Диаметр барабана, *мм*	180	270	160	240	200	232

371. Подъемные электромагнитные краны

Показатели	Тип электромагнитного крана		
	М-21	М-11	М-61
Наибольший вес предмета, поднимаемого электромагнитом, *кГ*:			
при подъеме болванок (плит)	6 000	16 000	30 000
» » скрапа	200	500	1 800
» » чугунных чушек	200	600	1 800
» » стружек	80	200	600
Напряжение катушек электромагнита (постоянный ток), *в*	220	220	220
Ток катушки, *а*	8,5	30	
Диаметр электромагнита, *м*	0,8	1,2	1,6
Вес » , T	0,5	1,8	5,5

Примечание. Грузоподъемные электромагниты постоянного тока изготовляются круглой (серия М) и прямоугольной (серия ПМ) формы.

Круглые электромагниты предназначены для подъема и транспортировки стальных и чугунных грузов (плит, чушек, скрапа, стружек и т. п.), а прямоугольные — для транспортировки стальных и чугунных длинноразмерных грузов (рельсов, балок, труб и др.). На металлургических и машиностроительных заводах электромагниты типов М-21 и М-41 предназначены для транспортировки холодных грузов; электромагнит М-61 и электромагниты серии ПМ допускают транспортировку горячих грузов (до 500° С).

372. Зерноуборочные комбайны

Показатели	Прицепные		Самоходные	
	С-6 *	РСМ-8 ***	С-4М	СК-3
Ширина захвата, *м*	4,9	6,0	4,0	3,2; 4,1; 5,0
Производительность, $\frac{га}{ч}$	2,2 **	2,8 ****	1,8 *****	1,15—2,3
Тип двигателя	карбюраторный бензиновый, четырехтактный			дизельный, четырехтактный
Мощность двигателя, *л. с.*	40	52	60	65
Число цилиндров	4	4	6	4
Удельный расход топлива, $\frac{г}{л.с. \cdot ч}$	280—300	280		190
Диаметр барабана молотилки, *мм*	558	550	550	550
Число оборотов барабана в минуту	1000	1100	1000	регулируется от 425 до 1350
Диаметр мотовила, *м*	1,45	1,45	1,34	
Число оборотов мотовила в минуту	22—46	33,38	24—34	16—42
Объем бункера для зерна, $м^3$	1,8	2,25	1,7	1,5
Объем соломокопнителя, $м^3$	13	20	7,5	6,5
Рабочая скорость комбайна, $\frac{км}{ч}$	равна скорости трактора		от 1,7 до 8,7	регулируется от 1,03 до 17,7
Транспортная скорость, $\frac{км}{ч}$	То же		11; 14,6	
Скорость большого транспортера, $\frac{м}{сек}$		2,92	1,4	

* Комбайн рассчитан для работы с трактором КД-35. Два комбайна в сцепе могут работать с тракторами ДТ-54 и С-80.

** При скорости трактора 4,5 $\frac{км}{ч}$.

*** Комбайн агрегатируется с тракторами ДТ-54, СТЗ-НАТИ.

**** При скорости трактора 4,8—5 $\frac{км}{ч}$.

***** При скорости 3,6 $\frac{км}{ч}$.

Показатели	Свеклоуборочный трехрядный СКЕМ-3	Льноуборочный ЛК-7	Силосоуборочный СК-2,6	Кукурузоуборочный КУ-2А
Рабочий захват, *м*	1,32	2,66	2,6	1,4 или 1,8
Производительность, $\frac{га}{ч}$	0,25—0,3	1	0,9—1,7	0,7 или 0,8
Скорость движения наклонного транспортера (элеватора), $\frac{м}{сек}$	1,44	1,78	1,75	2 (транспортер-измельчитель массы)
Диаметр битера по концам лопастей, *мм*	290	450	—	—
Число оборотов битера в минуту	640	460	—	—
Вместимость бункера	для свеклы 2*ц*, для ботвы 0,6 $м^3$			для початков 1 $м^3$, для стеблей копнитель 5 $м^3$
Вес, *Т*	2,5	2,6	2,7	
Марка трактора, с которым работает комбайн	КДП-35	ДТ-54	ДТ-54, КДП-35, МТЗ-2	КДП-35, МТЗ-2, ДТ-54

374. Электрифицированные сельскохозяйственные машины

Наименование работ	Рабочая машина		Электрический двигатель	
	наименование и марка	производительность, $\frac{т}{ч}$	потребляемая мощность при наибольшей нагрузке, *квт*	расход электрической энергии на 1 *т* продукции, *квт·ч*
Обмолот зерна	Молотилка МК-1100	1,6	13	6,9
Очистка зерна	Веялка-сортировка № 5	1,5—2 по вороху	0,15	0,1
	Семеочистительная машина ОС-1,0	0,8—1	2	2,2
	Электромагнитная семеочистительная ЭМС-1	0,16—0,25	3,7	18
Полевые работы	Электротракторный агрегат	0,8 *га* в час условной пахоты	42	45 (на *га* условной пахоты)
	Самоходный электрокомбайн СЭ-4	1,2—2,0 *га* в час	42	до 30 (на *га*)
Резка соломы и силоса	Соломо-силосорезка РСБ-1,0 резка зеленой массы	2,5	2,8	0,96
	» соломы	1	1,7	1,45
Мойка клубней	Корнеклубнемойка МП-2,5	2,5	0,5	0,22
Запаривание картофеля и других кормов	Электрический запарный агрегат ЭКЗ-1	0,1	5—12	50—120
Дойка коров	Доильная установка ДА-3	50 коров в час	2,8	0,05 (на 1 корову за 1 дойку)
Сепарирование молока	Сепаратор «Урал-6»	0,6	0,15	0,25
Стрижка овец	Агрегат для стрижки овец на 4 машинки	20—30 голов в час	2,1	0,05 (на 1 овцу)

375. Электротрактор ХТЗ-15АМ

Мощность тягового электродвигателя, *квт*	44
Рабочее напряжение электродвигателя, *в*	1000
Число оборотов вала электродвигателя в минуту	1500
Вес трактора с кабелем, *кГ*	6550
Длина кабеля, *м*	800
Диаметр кабеля, *мм*	30,6
Сечение медных жил, *мм²*	4×10
Обрабатываемая площадь от одного подключения к подстанции, *га*	14
Скорости движения, $\frac{км}{ч}$	3,59; 4,65; 5,49; 6,28
Тяговые усилия, *кГ*	2850; 2100; 1750; 1450
Управление электродвигателем	дистанционное с включением контактора подстанции нажатием кнопки на тракторе

376. Электромагнитная семеочистительная машина ЭМС-1

Машина предназначена для очистки семян с гладкой поверхностью от шероховатых засорителей. Очистка производится с помощью мелкого ферромагнитного порошка, обволакивающего шероховатые засорители, вследствие чего они притягиваются к электромагнитному барабану и затем удаляются.

Вес машины с циклоном,* *кГ*	1000
Рабочее напряжение, *в*	не более 60
Рабочий ток, *а*	12
Мощность, *л. с.*	4,5
Производительность машины по люцерне и клеверу, $\frac{кг}{ч}$	250—350
Габаритные размеры циклона, *мм*	
внешний диаметр	650
высота от земли	6600
Габаритные размеры машины без циклона и генератора, *мм*	
длина	4000
ширина	2000
высота	3000
Электромагнитный барабан	
диаметр, *мм*	473
длина, *мм*	730
число оборотов в минуту	43

* *Циклон* — аппарат для очистки воздуха от взвешенных в нем частиц магнитного порошка (воздух в циклоне приводится в быстрое вращательное движение).

377. Зерно-семеочистительные машины

Показатели	Веялка-сортировка ВС-2	Сортировка Триумф, № 2	Зерноочистительная машина ОС-1	Триеры	
				пшеничный ТП-400А	льняной ТЛ-400А
Вес, *кГ*	200	100	700	220	180
Габаритные размеры, *мм*					
длина	2785	1730	3400	2320	2340
ширина	1475	900	2995	805	805
высота	1450	1300	1945	1470	1470
Производительность при ручном приводе, $\frac{т}{ч}$	до 2	0,5	1 *	0,4	0,1
Число оборотов вентилятора в минуту	190—210	•	800	500—550	500—550
Число оборотов рукоятки в минуту	40—45	45		35—40 **	23—25 **
Необходимая мощность, *л. с.*	0,2	0,2	2,5	0,2	0,2

* Средняя производительность при очистке ржи; машина приводится в действие от электрического или другого двигателя.
** Число оборотов триерного цилиндра в минуту.

378. Зерновые молотилки

Показатели	Марка молотилки	
	МК-1100 МС-1100	МСА-1100
Вес, *кГ*	3600 (3500 *)	3800
Диаметр приводного шкива, *мм*	210	210
Число оборотов вала в минуту	1150	1150
Диаметр барабана, *мм*	530	530
Окружная скорость, $\frac{м}{сек}$	32	32
Потребляемая мощность, *л. с.*	18—20	22—24
Производительность, $\frac{т}{ч}$	1,2—2,0	2

* Для МС-1100.

379. Количество подшипников качения, установленных в сельскохозяйственных машинах

Машина	Количество подшипников	
	шариковых	роликовых
Кукурузоуборочный комбайн КУ-2	82	26
Свеклоуборочный комбайн СКЕМ-3	78	5
Льноуборочный комбайн ЛК-7 . .	75	—
Молотилка МК-1100	28	—
Силосорезка РКС-12	2	—
Зерновой комбайн С-6	88	20

Станки

380. Характеристика сверлильных станков

Показатели	Вертикально-сверлильный		Радиально-сверлильный 2А55
	2А135	2А150	
Наибольший диаметр сверления, *мм*	35	50	50
Наибольший ход шпинделя, *мм* . .	225	300	350
Число скоростей шпинделя	9	12	19
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	68—1100	32—1400	30—1700
Пределы подач шпинделя, $\frac{мм}{об}$ . .	0,115—1,6	0,125—2,64	0,05—2,2
Мощность электродвигателя, *квт* .	4,5	7	4,5

381. Характеристика токарных и револьверных металлорежущих станков

Показатели	Токарно-винторезные						Револьверные	
	ТВ-10	Т-4	ДИП-200	1Д65	1А64	1К62	РД	1К36
Расстояние между центрами, *мм*	340	750	1000	2500	2800	1400	280 ***	1177 ***
Высота центров, *мм*	130	160	200	500	800	400	150	210
Число скоростей шпинделя	8	6	18	12	24	24	6	12
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	47—1220	55—820	12—600	4,25—194	7,1—750	12,5—2000	91—1080	44—1000
Пределы продольных подач за один оборот шпинделя, $\frac{мм}{об}$	0,06—0,23	0,29—1,16	0,11—1,98	0,225—3,15	0,2—3,05	0,075—4,46		0,07—2,29
Пределы поперечных подач, $\frac{мм}{об}$	0,05—0,18	0,089—0,335	0,047—0,66	0,114—1,6	0,07—1,04			0,03—1
Максимальное усилие резания, *кГ*	1000	1400	1624					
Мощность электродвигателя, *квт*	0,52	1,3	4,5	17	20	10	4,7	10
Число оборотов двигателя в минуту	1420	1430	1445				1400	
Диаметр шкива на электродвигателе, *мм*	82	78	128				98	
Диаметр шкива станка, *мм*	190	160	250				200	
Некоторые передаточные числа от шкива станка к шпинделю (без перебора)	0,48; 0,8; 2	0,8; 0,4; 1,188					0,61; 1,62; 1	
К. п. д. станка, %	89 *, 82 **	85					89 *, 82 **	

* Без перебора.
** С перебором.
*** Наибольшее расстояние от шпинделя до револьверной головки.

382. Характеристика фрезерных станков

Наименование и модель станка		Рабочая поверхность стола, *мм*	Число скоростей шпинделя	Предел чисел оборотов шпинделя в минуту	Пределы подач стола, $\frac{мм}{мин}$		Число подач стола	Мощность электродвигателя, *квт*	
					продольные и поперечные	вертикальные		главного привода	привода подач
Горизонтально-фрезерный	6Н83Г	1600 × 400	18	30—1500	23,5—1180	8—390	18	10	2,8
	6Г83	1335 × 300	16	20—500	1,4—508	7—254	16	7,8	7,8
	6Н82Г	1250 × 320	18	30—1500	23,5—1180	8—390	18	7	1,7
	6Н81Г	1000 × 250	16	65—1800	27—815		16	3,2	1
Вертикально-фрезерный	6Н13	1600 × 400	18	30—1500	23,5—1180	8—390	18	10	2,8
	6Н12	1250 × 320	18	30—1500	19—950	6—320	18	5,8	2,2
	6Б12	1250 × 300	12	20—425	20—770	10—385	12	4,3	1,5
	6Н11	1000 × 250	16	65—1800	27—815; 20—630 *	10—310	16	3,2	1
	6П10	800 × 200	12	50—2240	22,4—1000; 16—710 *	8—366	12	2,8	0,6

* Пределы поперечных подач стола.

383. Характеристика строгальных станков

Название станка и модель		Рабочая поверхность стола, *мм*	Пределы рабочих скоростей, $\frac{м}{мин}$	Пределы подач в *мм* на двойной ход		Наибольшее усилие резания, *кГ*	Мощность электродвигателя, *квт*
				вертикальной	горизонтальной		
Продольно-строгальный	7134; 7231А	900 × 3000	5—75	0,125—6,2	0,5—25	4000	40
	7242Б	1250 × 4000	6—60	0,125—6,2	0,5—25	8000	40
	7256	1800 × 6000	6—75	0,25—25	0,5—50	15 000	40—70
Поперечно-строгальный	7311	200 *	1—65	—	0,1—0,6	775	1
	7А35	500 *	3—37	—	0,167—1	1700	4,5
	736	650 *	3—37	—	0,3—3,3	1700	3,5
	7А36	700 *	3—37	—	0—5	4000	10

Примечание. Максимальная скорость резания на строгальных станках 40—75 $\frac{м}{мин}$, т. е. примерно в 10 раз меньше, чем при точении. Это связано с тем, что движущиеся возвратно-поступательно части станка (стол или ползун) делаются массивными, способными выдержать большие усилия, возникающие при работе станка. Сообщение им больших скоростей затруднительно. В поперечно-строгальных станках большая скорость движения относительно массивного ползуна вызывает вибрации станка, что также ограничивает величины скорости резания.

* Наибольший ход ползуна.

384. Гидравлические прессы

Показатели	Максимальное усилие, развиваемое прессом, T						
	2 000	5 000	10 000	15 000	30 000	45 000	65 000
Число рабочих цилиндров	1	2	3	3	8	9	10
Давление жидкости в напорной сети, * $\frac{кГ}{см^2}$	200	200	320	350	450		350
Рабочий ход плунжера, $м$	1	1	1,4	1,4	1,8	1,8	2,1
Максимальное расстояние между плунжером и столом, $м$ . .	1,5	2	3,3	2,5	2,7	4,2	2,7
Общая высота пресса, $м$	10,5	13	14	15,9	24,6	35	
Ориентировочный вес пресса, T	195	425	1000	2000	5200		

* Современные гидропрессы используют в качестве рабочей жидкости водные эмульсии — 1—1,5-процентный раствор минеральных масел в воде.

385. Электроискровые станки

Показатели	Марка	
	ЛВ-15	ЭИСК-3
Назначение	Изготовление небольших штампов и отверстий	Прошивочно-копировальные работы
Питающее напряжение контура, $в$	220	220
Ток короткого замыкания, $а$ . . .	0,1—15	0,4—60
Емкость конденсаторов, $мкф$ . . .	0,25—129	2—500
Максимальная глубина отверстия, $мм$	75	
Производительность, $\frac{мм^3}{мин}$		330
Мощность, $квт$		10

386. Типы компрессоров

Тип	Способ работы	Параметры компрессоров	Область применения
Поршневые	Сжатие осуществляется возвратно-поступательным движением поршня в цилиндре. В одноступенчатых компрессорах охлаждается только цилиндр. Многоступенчатые компрессоры имеют промежуточное охлаждение сжимаемого газа	Давление, которое дает компрессор, — от 3 до 1000—2000 $\frac{кГ}{см^2}$. Степень сжатия одной ступени 2—7. Для получения большого давления применяются многоступенчатые компрессоры, в которых газ сжимается в нескольких последовательных цилиндрах (до 8). Для получения давления 2—10 $\frac{кГ}{см^2}$ делают компрессоры с 1—2 ступенями, 10—50 $\frac{кГ}{см^2}$ — с 2—3 ступенями, 50—100 $\frac{кГ}{см^2}$ — с 3—4; 100—300 $\frac{кГ}{см^2}$ — с 4—6; 300—650 $\frac{кГ}{см^2}$ — с 5—7; 650—900 $\frac{кГ}{см^2}$ с 6—7 и более; 900 $\frac{кГ}{см^2}$ — с 6—8 ступенями Производительность — до 500 $\frac{м^3}{мин}$. Число оборотов в минуту 60—1000	Химическая промышленность, тормозное хозяйство, пневматический инструмент, гаражное хозяйство (накачка шин), все установки высокого давления

Продолжение

Тип	Способ работы	Параметры компрессоров	Область применения
Ротационные	Сжатие осуществляется вращающимися поршнями в виде передвижных пластин	Степень сжатия в одной ступени 3—6. Давление, которое дает компрессор, — 3—15 $\frac{кГ}{см^2}$ $\left(\text{для одной ступени } 3—5\,\frac{кГ}{см^2}\right)$ Производительность до 100 $\frac{м^3}{мин}$ Число оборотов в минуту 300—3000	Дутье для металлургических печей, химическая промышленность, установки с давлением до 15 $\frac{кГ}{см^2}$ при средней производительности
Центробежные	Сжатие достигается под действием сил, возникающих при вращательном движении газа, и вследствие изменения скорости газа при протекании его между быстро вращающимися лопатками рабочего колеса. Направление потока газа в центробежных компрессорах — радиальное, в осевых — продольное	Степень сжатия в одной ступени 1,2—1,5 Давление, которое дает компрессор, —2—12 $\frac{кГ}{см^2}$ Производительность 20—2500 $\frac{м^3}{мин}$ Число оборотов в минуту 1500—10 000 (и до 30 000)	Компрессорные станции, наддув двигателей внутреннего сгорания, реактивные двигатели, крупные установки при давлениях до 10 $\frac{кГ}{см^2}$
Осевые		Степень сжатия в одной ступени 1,2—1,3 Давление, которое дает компрессор, — 2—6 $\frac{кГ}{см^2}$ Производительность 20—2500 $\frac{м^3}{мин}$ Число оборотов в минуту 2500—20 000	Наддув авиационных поршневых двигателей; газотурбинные установки, реактивные двигатели, доменные и сталелитейные заводы. Установки с большой производительностью при давлениях до 5 $\frac{кГ}{см^2}$

387. Компрессорные поршневые установки

Показатели	Стационарная модель 155	Передвижные: ЗИФ-ВКС-5; ЗИФ-ВКС-6; ЗИФ-ВКС-10	Передвижная КС-9	Самоходная АПКС-6
Назначение компрессора	Использование в автомобильном хозяйстве для накачки шин, привода пневматического инструмента	Снабжение сжатым воздухом пневматического инструмента		
Число ступеней сжатия	2	2	2	2
Рабочее давление воздуха, $\frac{кГ}{см^2}$	10	7	6	7
Производительность, $\frac{м^3}{мин}$	0,01	5; 6; 10 *	9	6
Число цилиндров 1-й ступени (низкого давления)	1	2; 2; 3 *	2	2
Диаметр цилиндров, в скобках — ход поршня, *мм*	106 (92)	200 (110)	240 (140)	230 (120)
Число цилиндров 2-й ступени (высокого давления)	1	2; 2; 3 *	2	2
Диаметр цилиндров, в скобках — ход поршня, *мм*	54 (92)	115 (110)	140 (140)	135 (120)
Приводной двигатель	Электродвигатель	Электродвигатель, ** дизель	Дизель	Двигатель автомобиля ЗИЛ-150

* Соответственно для ЗИФ-ВКС-5, ЗИФ-ВКС-6, ЗИФ-ВКС-10.

** Электродвигатель используется для привода компрессорной установки ЗИФ-ВКС-5.

388. Компрессоры локомотивов

Условный номер компрессора	Место применения	Число ступеней сжатия	Производительность при максимальной скорости вращения, $\frac{л}{мин}$	Конечное давление воздуха, $\frac{кГ}{см^2}$	Число цилиндров		Ход поршней, *мм*	Диаметр цилиндров, *мм*		Число оборотов коленчатого вала компрессора в минуту
					низкого давления	высокого давления		низкого давления	высокого давления	
Э-400	на электросекциях и вагонах метро	1	700	8	2	—	180	140	—	190
Э-500	на электровозах серии ВЛ	2	1750	8	1	1	225	245	140	200
1КТ	на тепловозах серии ТЭ1 и ТЭ2	2	1750 5100 *	8	2	1	144	198	140	250 (минимальное); 750 (максимальное)
КТ6	на тепловозах ТЭ3 и электровозах Н8	2	1750 6000 *	8	2	1	144	155	140	270 (минимальное); 850 (максимальное)

* Первое число указывает производительность при минимальной скорости вращения коленчатого вала компрессора, второе — при максимальной.

389. Применение в технике сжатых газов

Область применения сжатых газов	Сжимаемый газ	Рабочее давление, *ат*
Авиация:		
наддув двигателей	воздух	1,15—1,50
запуск »	»	150
реактивные двигатели	»	2—6
Автомобильный транспорт:		
накачка баллонов	»	2—7
тормозная система	»	4,5—9,0
Железнодорожный транспорт:		
тормозные устройства	»	4—8
путевое хозяйство (пневматический инструмент)	»	5—8
Металлургия:		
дутье в домнах	»	1,5—2,0
» в вагранках	»	1—2
пескоструйные аппараты (очистка отливок от окалины и др.)	»	2—3
Химическая промышленность:		
получение азота и кислорода	»	50—220
синтез аммиака	$N_2 + 3H_2$	200—1000
Холодильная промышленность:		
аммиачные холодильные машины	аммиак (NH_3)	8—13
углекислотные » »	CO_2	60—80
фреоновые » »	фреон-12 (CCl_2F_2)	6—10
Строительство:		
пневматический инструмент	воздух	5—8
пневматические молоты	»	5—8
кессонные работы	»	1—3
Энергетика:		
продувка двухтактных двигателей	»	1,1—1,3
газовые турбины	»	4—5
дизели	»	50—80

390. Пневматические инструменты, широко применяемые в строительстве

Показатели	Бетонолом И-37А	Отбойный молоток ОМСП-5
Необходимое давление воздуха, *ат*	7	5
Расход воздуха, $\frac{м^3}{мин}$	1,5—1,8	0,9—1,0
Число ударов в минуту	1200	1000
Энергия удара, *кГ·м*	4	3,5
Вес без наконечника, *кГ*	19	9,5
Сменные инструменты	Лом граненый, лом-зубило, лопата-долото, лопата обычная, лопата для влажных пластичных глин	
Основная область применения	Разборка зданий, бетонных и асфальтовых покрытий, разработка твердых, средних и мерзлых грунтов	

391. Приборы для измерения температур

Приборы	Пределы измерений, °С		Краткая характеристика приборов
	от	до	
Термометры расширения			
технические ртутные	—25	500	Положительные качества: большой диапазон измерений, несмачиваемость ртутью стекла. Верхний предел измерения ограничен температурой размягчения стеклянной оболочки. С целью повышения точки кипения ртути (357° С) у высокоградусных термометров пространство капилляра над ртутью заполняется азотом при давлении свыше 20 $\frac{кГ}{см^2}$. Термометры с верхним пределом шкалы ниже 100° С газом не заполняются. Для термометров применяется специальное термометрическое стекло с малым коэффициентом расширения $\left(2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{град}\right)$
с органическими жидкостями (спирт, толуол и др.)	—200	65	Основное достоинство — высокий коэффициент расширения (в несколько раз больший, чем у ртути)
манометрические	—60	550	Измерение температуры основано на изменении в зависимости от нагрева величины давления жидкости, газа или пара в замкнутом объеме, в результате чего выпрямляется или изгибается свернутая в спираль упругая трубка (как в манометре Бурдона), соединенная со стрелкой

Продолжение

Приборы	Пределы измерений, °С		Краткая характеристика приборов
	от	до	
Термометры сопротивления			Положительные качества: возможность автоматической записи показаний и ведения отсчета температуры на значительном расстоянии от места измерения. Недостатки: невысокая точность измерения, большая тепловая инерция. Применяются в различных движущихся машинах (тракторах), нефтяной, химической, пищевой промышленности для измерения температуры в баках, трубопроводах и др.
платиновые	—200	500	Действие термометров основано на изменении сопротивления металлических проводников в зависимости от температуры. Положительные качества: высокая точность измерения, возможность автоматической записи и дистанционной передачи показаний. Недостатки: потребность в постороннем источнике тока. В СССР стандартные термометры сопротивления изготовляются только из платины (ЭТП) и меди (ЭТМ) (см. табл. 393)
медные	—50	100	
Термоэлектрические пирометры			
платинородий-платиновые	200	1600	Действие основано на свойстве некоторых металлов и сплавов создавать термо-э.д.с. при нагревании спая двух разнородных проводников. Вторичным прибором, измеряющим развиваемую термопарой термо-э.д.с., служит чувствительный электроизмерительный прибор
хромель-алюмелевые	200	1300	
хромель-копелевые	200	800	

Продолжение

Приборы	Пределы измерений, °С		Краткая характеристика приборов
	от	до	
Пирометры излучения			Положительные свойства: большой предел измерений, высокая чувствительность, отсутствие постороннего источника тока, возможность дистанционной передачи показаний. Применяются для измерения температуры дымовых газов, перегретого пара и др. (см. табл. 434)
оптические	800	2000	Действие основано на сравнении монохроматической яркости нагретого тела и нити пирометрической лампы, накал которой регулируется реостатом от руки. При уравнивании яркостей обоих источников производят отсчет по шкале вольтметра, градуированной в градусах (эту градуировку нетрудно произвести, т. к. зависимость температуры нити лампы от протекающего по ней тока известна)
фотоэлектрические	600	2000	Действие основано на свойстве фотоэлемента мгновенно изменять ток пропорционально световому потоку, падающему на него от излучателя. Применяется для измерения температуры быстро протекающих процессов, для регулирования температуры в тепловых установках
радиационные	900	1800	Действие основано на использовании теплового излучения нагретого тела: с помощью линзы излучение концентрируется на рабочих спаях термобатареи, по степени нагрева которых (т. е. по току, даваемому батареей) судят о температуре излучателя

Примечание. Область измерения температуры термометрами, и пирометрию, охватывающую измерение условно делится на термометрию, включающую определение температуры до 500—600° С приборами, называемыми более высоких температур приборами, называемыми пирометрами.

392. Металлические (биметаллические) термометры

Принцип действия	Действие металлических термометров основано на изменении линейных размеров твердых тел в зависимости от изменения их температуры
Чувствительный элемент термометра	Биметаллическая пластинка, сваренная по всей длине из двух полосок разных металлов
Металлы, из которых изготовляются биметаллические пластинки	При изготовлении пластин используются металлы, имеющие различный коэффициент расширения: медь — инвар, маломагнитная сталь — инвар и др.
Область применения	Для измерительных целей используются сравнительно редко. Более широкое применение они получили в промышленности в виде температурных реле для электрической сигнализации предельных температур (например, подшипников машин), а также в схемах автоматических регуляторов температуры

393. Электрические термометры сопротивления

Точность измерений платиновыми и медными термометрами сопротивления составляет ± 1,0—1,5% от максимального значения шкалы.

Показатели	Тип термометра			
	ЭТП-1, ЭТП-1а	ЭТП-XXI	ЭТМ-X	ЭТМ-XII
Материал обмотки (провода) для чувствительного элемента	платиновая проволока		медная эмалированная проволока	
Диаметр провода, *мм*	0,07		0,1	
Материал изоляционной пластинки, на которую наматывается провод	слюда		пластмасса	
Защитный чехол	стальной		стальной	латунный
Наружный диаметр чехла, *мм*	21	28	14	40
Длина термометра, *мм*	350—1500	350—500	350—2000	
Диапазон измеряемых температур	для ЭТП-1 от 0 до 500° С, для ЭТП-1а от —120 до 30° С	от 0 до 500° С	от —50 до 100° С	от —50 до 100° С
Область применения	Измерение температуры в трубопроводах и резервуарах, находящихся под давлением до 30 $\frac{кГ}{см^2}$	Измерение температуры в трубопроводах, находящихся под давлением до 250 $\frac{кГ}{см^2}$ (пара, питательной воды)	Измерение температуры в трубопроводах и резервуарах, находящихся под давлением до 30 $\frac{кГ}{см^2}$	Измерение температуры в помещениях при атмосферном давлении

394. Гальванические элементы и аккумуляторы

Наименование элемента	Электрод		Раствор	э. д. с., в
	отрицательный	положительный		
Бунзена	цинк	уголь	Раствор H_2SO_4, концентрированная азотная кислота (HNO_3)	1,9
Вестона (нормальный)	амальгама кадмия	ртуть	Насыщенный раствор $CdSO_4$, паста из Hg_2SO_4 и $CdSO_4$	от 1,01850 до 1,01870 (ГОСТ 1954-55)
Вольта	цинк	медь	Раствор H_2SO_4	1,0
Грене	цинк	уголь	12 частей $K_2Cr_2O_7$, 25 частей H_2SO_4, 100 частей H_2O	2,01
Даниэля	цинк	медь	Растворы у электродов разделены:	
			цинк в растворе H_2SO_4 (5—10%); медь в насыщенном растворе $CuSO_4$	1,1
д'Арсонваля	цинк	уголь	Раствор $ZnSO_4$ и раствор $CuSO_4$	2,7
Кларка	цинк	ртуть	Насыщенный раствор $ZnSO_4$, деполяризатор Hg_2SO_4	1,433

Продолжение

Наименование элемента	Электрод		Раствор	э. д. с., *в*
	отрицательный	положительный		
Лекланше	цинк	уголь	Раствор NH_4Cl; деполяризатор MnO_2 с угольным порошком	1,46
Лекланше (сухой)	цинк	уголь	Одна часть ZnO, одна часть NH_4Cl, три части гипса, две части $ZnCl_2$ и вода до получения пасты	1,3
Поггендорфа	цинк	уголь	Раствор H_2SO_4 и раствор $K_2Cr_2O_7$	2,0
Флеминга	цинк	уголь	Раствор $ZnSO_4$ и раствор $CuSO_4$	1,07
Аккумулятор свинцовый	губчатый свинец	двуокись свинца PbO_2	27—28% раствор H_2SO_4, свободный от хлора, плотностью 1,20	2,0—1,9 при 15° С
Аккумулятор серебряно-цинковый	окись цинка	серебро	Раствор КОН	1,5
Аккумуляторы щелочные	порошкообразное железо (в железо-никелевом) или кадмий с примесью окислов железа (в кадмиево-никелевом)	двуокись никеля	20% раствор КОН	1,4—1,1

Примечание. Электродвижущая сила кадмиевого гальванического элемента (нормального элемента Вестона) в настоящее время считается эталоном э. д. с. Электродвижущая сила этого элемента принимается равной 1,01850 *в* (при 20° С). Э. д. с. элемента Кларка, долгое время бывшего эталоном э. д. с., принимается равной 1,4328 *в* (при 15° С).

395. Гальванические батареи

В основу наименования сухих гальванических элементов и батарей системы МЦ (марганцово-цинковых) и ВМЦ (воздушно-марганцово-цинковых) положено обозначение: первые цифры — начальное напряжение в вольтах, последние цифры — начальная емкость в ампер-часах или продолжительность работы (в этом случае после цифр поставлена буква ч); первой буквой или сочетанием двух-трех букв — назначение изделий (например, А — анодная, Н — накальная, Ф — фонарная, Т — телефонная, П — приборная, АН — анодно-накальная, АС — анодно-сеточная, СА — анод слухового аппарата и др.); сочетанием букв МЦ и ВМЦ (или В) — система элемента или батареи; буквами Г или Ч — конструкция батареи («Галетная», «Чашечная»); при отсутствии такого обозначения конструкция изделия «Стаканчиковая»; буквами х и у — тип изделия (холодностойкий и универсальный); при отсутствии такого обозначения тип изделий — летний; буквой п (после емкости) обозначена конструкция выводов тока — «панель».

Обозначение	Напряжение, *в*	Емкость, *а·ч*	Сопротивление внешней цепи (нагрузка), *ом*	Размеры (для круглых батарей указывается их диаметр и высота), *мм*	Вес, *кГ*	Срок сохранности в месяцах	Применение
1,28-НВМЦ-525-п	1,28	525	5,5	160×160×185	6,5	15	Накал ламп приемников «Искра-49», «Родина-52», «Новь»
1,3-ФМЦ-0,25	1,3	0,25	10	∅ 21×37,5	0,02	4	
1,3-НВМЦ-150	1,3	150	5	80×80×174	1,7	15	Накальная батарея общего применения
1,46-НМЦ-60ч	1,46	60	3	180×45×105	1,3	12	Накал ламп приемника «Воронеж»
1,5-СТМЦ-60ч	1,5	60	200	∅ 16×50	0,025	6	Для слуховых аппаратов
1,6-ФМЦ-у-3,2	1,6	3,2	10	∅ 34×64	0,105	12	Накальная батарея общего применения
1,66-ТМЦ-у-28	1,66	28	10	57×57×132	0,7	18	

Продолжение

Обозначение	Напряжение, *в*	Емкость, *а·ч*	Сопротивление внешней цепи (нагрузка), *ом*	Размеры (для круглых батарей, указывается их диаметр и высота), *мм*	Вес, *кГ*	Срок сохранности в месяцах	Применение
3,7-ФМЦ-0,5	3,7	0,5	10	63×22×67	0,16	8	Для карманных фонарей
4,1-ФМЦ-0,7	4,1	0,7	10	63×22×67	0,16	8	То же
31-САМЦ-0,02	31	0,02	50 000	34×20×46	0,04	6	Питание цепи анода слуховых аппаратов
54-АСМЦГ-5-п *	60 / 4	5 / 5	7 600 / 600	160×160×160	7,5	15	Питание анодных и сеточных цепей приемников «Искра-49», «Родина-52», «Новь»
65-АНМЦ-1,3-п **	65 / 2,6	1,3 / 29,5	18 000 / 45	125×120×190	3,5	15	Питание анодных и накальных цепей приемников «Тула», «Луч»
70-АНВ-275 ч **	70 / 5,2	275	8 000 / 75	238×120×150	5,2	12	Питание приемника «Дорожный» (стационарный)
75-АМЦГ-22 ч	75	22	8 000	95×40×70	0,36	8	Питание анодных цепей ламп приемника «Дорожный» (переносный)
100-АМЦГ-0,7	100	0,7	7 000	172×116×53	1,7	15	Питание анодных цепей ламп приемника

* В числителе указаны данные для анодной, а в знаменателе — для сеточной батареи.

** В числителе указаны данные для анодной, а в знаменателе — для накальной батареи.

396. Радионакальные и радиоанодные аккумуляторные свинцовые батареи

Буквы П и Э в обозначении типа батареи указывают материал корпуса батареи: П — пластмассовый, Э — эбонитовый, буквы РН и РА — назначение батареи (радионакальная, радиоанодная). Цифры указывают: перед обозначением типа батареи — число последовательно соединенных аккумуляторов, после обозначения — емкость батареи в ампер-часах.

Тип батареи	Напряжение, *в*	Максимальный ток, *а*	Количество электролита, *л*	Вес с электролитом, *кГ*
РНП-60	2	6	0,7	8,1
2-РНП-40	4	4	0,8	10,9
2-РНП-60	4	6	1,4	15,7
2-РНП-80	4	8	1,8	20,4
3-РНЭ-40	6	4	1,2	13,6
3-РНЭ-60	6	6	2,1	20,8
3-РНЭ-80	6	8	2,8	25,4
40-РАЭ-3	80	0,1		13,3
10-РАЭ-5	20	0,17		9,3

397. Автомобильные и мотоциклетные свинцовые аккумуляторные батареи

В обозначении типа свинцовых аккумуляторных батарей первая цифра обозначает количество последовательно соединенных аккумуляторов в батарее, следующие за ней буквы — назначение или область применения (СТ — стартерные, МТ — мотоциклетные), цифры справа — начальное (номинальное) значение емкости батареи в ампер-часах.

Тип батареи	Номинальное (начальное) напряжение, *в*	При 10-часовом режиме разряда		При стартерном режиме разряда		Вес батареи с электролитом, *кГ*	Марка автомобиля или мотоцикла, на котором используется батарея
		ток, *а*	емкость, *а·ч*	ток, *а*	емкость, *а·ч*		
6-СТ-42	12	4,2	42,0	125	11,45	18,8	«Москвич-402 и 407»
6-СТ-54	12	5,4	54,0	160	14,6	24,7	«Победа», ГАЗ-69, ГАЗ-68, «Волга»
6-СТ-68	12	6,8	68,0	205	18,7	30,4	ГАЗ-12
3-СТ-70	6	7,0	70,0	210	19,2	19,5	ГАЗ-51, ЗИЛ-150
3-СТ-84	6	8,4	84,0	250	22,8	21,4	ГАЗ-67, ЗИЛ-150
3-СТ-135	6	13,5	135,0	405	37,1	29,3	ЗИЛ-110, ЗИЛ-154
3-МТ-7 *	6	0,35	7,0	—	—	2,9	М1А, М1М, К-175
3-МТМ-14 *	6	0,7	14,0	—	—	4,0	М-61, М-72

* При 20-часовом режиме разряда.

398. Железнодорожные свинцовые аккумуляторные батареи

Тип аккумулятора	Номинальное напряжение, *в*	Разрядный режим				Область применения
		10-часовой		5-часовой		
		ток, *а*	емкость, *а·ч*	ток, *а*	емкость, *а·ч*	
26-ВПМЦ-400	52	40	400	70	350	Для освещения вагонов
26-ВПМЦ-250	52	28	280	—	—	
АБН-72	2	3 *	72 *	10	50	В автоблокировке
32-ТН-450	64	45	450	68	340	Для питания генератора тепловоза при запуске дизеля, а также для питания цепей управления и освещения тепловоза при неработающем вспомогательном генераторе

* При 24-часовом разрядном режиме.

399. Щелочные аккумуляторные батареи

В обозначении типа батареи указывается: первые цифры — количество последовательно соединенных аккумуляторов в батарее; первая буква — преимущественная область применения (А — питание цепей анодов, Н — питание цепей накала); буквы КН — род аккумуляторов (кадмиево-никелевые, ЖН — железо-никелевые), последние цифры — номинальная емкость батареи в ампер-часах.

Тип		Номинальное напряжение, *в*	Нормальный ток разряда, *а*	Количество электролита, *л*	Вес батареи с электролитом, *кГ*
кадмиево-никелевый	железо-никелевый				
3 НКН-45	—	3,75	5,65	1,35	11
4 НКН-10	—	5	1,25	0,48	3
4 НКН-45	4 ЖН-45	5	5,65	1,8	14,5
5 НКН-100	5 ЖН-100	6,25	12,5	6	40
7 НКН-60	7 ЖН-60	8,75	7,5	5,25	39
10 НКН-22	10 ЖН-22	12,5	2,75	2,7	21
17 НКН-22	17 ЖН-22	21,25	2,75	4,6	36
32 АКН-2,25	—	40	0,28	1,35	14
64 АКН-2,25	—	80	0,28	2,7	28

Щелочные кадмиево-никелевые и железо-никелевые аккумуляторы применяются для питания цепей анода и накала радиоустановок, установок электросвязи, на транспорте (питание тяговых электродвигателей электрокаров, рудничных электровозов), в переносных фонарях.

400. Серебряно-цинковые аккумуляторы

Тип	Нормальный разрядный ток, *а*	Разрядный ток при 5-минутном разряде, *а*	Размеры, *мм*			Вес с электролитом, *г*
			длина	ширина	высота	
СЦС-0,5	0,5	7	24	12	52	20
СЦС-3	3	40	43	18	76,5	105
СЦК-3	4	—	43	18	76,5	105
СЦС-15	15	150	49	29	115	275
СЦС-25	25	300	49	49	137	540
СЦК-25	25	—	49	49	137	540
СЦС-50	50	800	65	50	163	900
СЦС-100	100	1500	108	51,5	168	1700

Примечания. 1. В обозначении аккумуляторов буква СЦ означают серебряно-цинковый, третья буква — режим разряда (С — средний, К — короткий), число — номинальная емкость в ампер-часах.

2. Размеры и вес серебряно-цинковых аккумуляторов значительно меньше, чем размеры и вес аккумуляторов других типов (при одинаковой емкости). Ничтожное внутреннее сопротивление (оно составляет десятитысячные доли ома) позволяет получать большие импульсные токи (например, аккумулятор емкостью 0,5 *а·ч* может дать в импульсе ток до 600 *а*).

3. Аккумуляторы хорошо работают в интервале температур от —20 до 60° С, удовлетворительно — при температуре до —59° С (температура замерзания электролита) и до 80° С. Допустимая плотность тока — ок. 0,5 $\frac{а}{см^2}$.

4. Основной недостаток — относительно высокая стоимость, а также малый срок службы (25—30 зарядно-разрядных циклов для аккумуляторов типа СЦС и 10 — для аккумуляторов типа СЦК).

5. Применяются на самолетах (для питания различных радиоустройств), искусственных спутниках Земли, космических ракетах.

Электронные лампы. Полупроводниковые приборы. Радио- и телевизионные устройства

401. Система обозначений электронных электровакуумных, полупроводниковых и ионных приборов

Группы приборов	Элементы обозначений			
	первый	второй	третий	четвертый
Генераторные лампы				
длинно- и коротковолновые (с предельной частотой до 25 *Мгц*)	ГК	—	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Буква, обозначающая характер принудительного охлаждения: водяное — А, воздушное — Б
ультракоротковолновые (с предельной частотой от 25 до 600 *Мгц*)	ГУ	—		
сантиметровые (с предельной частотой свыше 600 *Мгц*)	ГС	—		

Продолжение

Группы приборов	Элементы обозначений			
	первый	второй	третий	четвертый
Модуляторные лампы непрерывного действия	ГМ	—	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Буква, обозначающая характер принудительного охлаждения
Магнетроны непрерывного действия	М	—		
Клистроны отражательные	К	—		
Клистроны пролетные генераторные	К	Г		Буква, обозначающая разновидность типа прибора
усилительные	К	У		
умножительные	К	М		
Приемно-усилительные лампы, индикаторы и кенотроны, относящиеся к категории приемно-усилительных ламп диоды	Число, обозначающее (округленно) напряжение накала в *в*	Д		Буква, обозначающая тип конструктивного оформления (см. табл. 402)
двойные диоды		Х		
диод-триоды		Г		
диод-пентоды		Б		
триоды		С		
двойные триоды		Н		

Группы приборов	Элементы обозначений			
	первый	второй	третий	четвертый
триод-пентоды	Число, обозначающее (округленно) напряжение накала в *в*	Ф	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Буква, обозначающая тип конструктивного оформления (см. табл. 402)
тетроды		Э		
пентоды с короткой характеристикой		Ж		
пентоды с удлиненной характеристикой		К		
двойные тетроды и пентоды		Р		
лампы со вторичной эмиссией		В		
пентоды и лучевые тетроды выходные		П		
частотопреобразовательные лампы		А		
триод-гексоды, триод-гептоды, триод-октоды		И		
лампы с поперечным отклонением луча		Л		
электронно-световые индикаторы		Е		
кенотроны, относящиеся к категории приемно-усилительных ламп		Ц		

Продолжение

Группы приборов	Элементы обозначений			
	первый	второй	третий	четвертый
Стабилизаторы напряжения	СГ	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Буква обозначающая тип конструктивного оформления (см. табл. 402)	—
тока	СТ			
Кенотроны выпрямительные	В		—	Число в виде дроби, где числитель обозначает среднее значение тока в *а* (для импульсных приборов — импульсное значение тока), а знаменатель — амплитудное значение обратного напряжения в *кв*
Тиратроны с наполнением парами ртути	ТР		—	
Тиратроны с газовым наполнением непрерывного действия	ТГ		—	
маломощные непрерывного действия	ТГ		Буква, обозначающая тип конструктивного оформления (см. табл. 402)	—
тлеющего разряда с холодным катодом	ТХ			—
Газотроны с газовым наполнением	ГГ		—	Число в виде дроби, где числитель обозначает среднее значение тока в *а*, а знаменатель — амплитудное значение обратного напряжения в *кв*
с наполнением парами ртути	ГР		—	
Игнитроны	И		—	
Разрядники	Р		Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Буква, обозначающая разновидность типа прибора
нерезонансные		—		
резонансные		Р		
тригатроны		Т		

Продолжение

Группы приборов	Элементы обозначений			
	первый	второй	третий	четвертый
Электронно-лучевые приборы осциллографические трубки и кинескопы с электростатическим отклонением луча	Число, обозначающее (округленно) величину диаметра или диагонали экрана в *см*	ЛО	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Буква, обозначающая тип люминофора экрана
осциллографические трубки с электромагнитным отклонением луча		ЛМ		
кинескопы с электромагнитным отклонением луча		ЛК		
передающие телевизионные приборы	Л	И		—
электронно-оптические преобразователи	Число, обозначающее (округленно) диаметр баллона в *см*	ЭП	Трехзначный номер типа, первая цифра обозначает число камер	Буква, обозначающая разновидность типа прибора
Декатроны	О	Г	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	—
Фотоэлементы	Ф	—		—
Фотоэлектронные умножители	ФЭУ	—		Буква, обозначающая разновидность типа прибора
Счетчики альфа-излучения	СИ	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	А	—
бета-излучения			Б	
жесткого бета-излучения			БГ	
гамма-излучения			Г	

Продолжение

Группы приборов	Элементы обозначений			
	первый	второй	третий	четвертый
нейтронные	СИ	Число, обозначающее порядковый номер типа прибора	Н	—
рентгеновские			Р	
фотонов			Ф	
Полупроводниковые приборы				
диоды	Д		Буква, обозначающая разновидность типа прибора	—
диоды обратной полярности				П
диоды переменной полярности				Р
транзисторы	П			—
фотодиоды	ФД			
фототранзисторы	ФТ			

Примечания. 1. Отсутствующий элемент (кроме последних) в обозначении отмечается знаком тире (—).

2. Для приборов импульсного действия к первому элементу обозначения добавляется буква И. Например, первый элемент обозначения тиратрона с газовым наполнением импульсного действия записывается так: ТГИ.

402. Обозначения типов конструктивного оформления приборов

Конструктивное оформление приборов		Буквенное обозначение
В керамической оболочке		К
В металлической »		Нет
В стеклянной »		С
«Желудь»		Ж
Миниатюрные (диаметром 19 и 22,5 *мм*)		П
Сверхминиатюрные диаметром в *мм*	свыше 10	Г
	до 10	Б
	до 6	А
	до 4	Р
С замком в ключе цоколя		Л
С дисковыми впаями		Д

403. Ламповые диоды и кенотроны

Обозначение лампы	Количество анодов	Накал			Переменное эффективное напряжение вторичной обмотки трансформатора, *в*	Сопротивление в цепи анода, *ком*	Емкость фильтра, *мкф*	Наибольшая амплитуда обратного напряжения, *в*	Наибольшая амплитуда тока анода, *ма*	Выпрямленный ток, *ма*	Максимальное выпрямленное напряжение, *в*
		род накала *	напряжение, *в*	ток, *а*							
6Х2П	2	к	6,3	0,3	2 × 150 **	—	3,8 ***	450	90	17—20	150
6Х6С	2	к	6,3	0,3	2 × 165 **	—	4 ***	460	50	⩾16	150
1Ц1С	1	п	0,7	0,18	—	20 000	0,02	15 000	—	0,5	5 000 ****
1Ц7С	1	п	1,2	0,2	—	—	—	30 000	17	2	10 000 ****
1Ц11П	1	п	1,2	0,2	—	—	—	20 000	2	0,3	6 700 ****
2Ц2С	1	п	2,5	1,75	4 500	600	0,06	12 500	100	6,8	4 200
5Ц3С	2	п	5	3	2 × 500	2	4	1 700	750	230—250	570
5Ц4С	2	к	5	2	2 × 500	4,7	4	1 350	375	122—125	450
6Ц4П	2	к	6,3	0,6	2 × 350	5,2	8	1 000	300	72—75	400
6Ц5С	2	к	6,3	0,6	2 × 400	5,7	8	1 375	—	70—75	460
6Ц10П	1	к	6,3	1,05	—	—	—	4 500	450	120	1 500
В1-0,03/13	1	п	2,5	4,65	—	1	—	13 000	—	30	4 500
В1-0,02/20	1	п	2,5	3,2	—	2	—	20 000	—	20	7 000
В1-0,1/30	1	п	5	5	—	1	—	30 000	—	100	10 000

* Буква п означает прямой накал, буква к — косвенный.

** Эффективное напряжение анода.

*** Емкость между катодом и анодом в *пф*.

**** При работе кенотронов в схемах импульсных выпрямителей (для питания анодов кинескопов) выпрямленное напряжение может достигать 13—14 *кв* для 1Ц1С, 25—27 для 1Ц7С и 17—18 *кв* для 1Ц11П.

404. Триоды и двойные диод-триоды

Обозначение лампы	Ток накала, *в*	Напряжение анода, *в*	Постоянное напряжение сетки, *в*	Ток анода, *ма*	Крутизна характеристики, $\frac{ма}{в}$	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление, *ком*	Максимальная мощность, рассеиваемая анодом, *вт*	Междуэлектродные емкости, *пф*		
									входная	выходная	проходная
6С1П	0,15	250	—7	6,1	2,26	26,2	11,6	1,8	1,38	1,1	1,35
6С2П	0,4	150		14,5	12	55		2,5	5,5	4,15	0,35
6С2С	0,3	250	—8	9	2,55	20,5	8,05	—	3	4,5	3,8
6С5С	0,3	250	—8	8	2,2	20	9	2,5	3	11	2
6С6Б	0,2	120	220 *ом* *	9	5	25	5	1,2	3,3	3,5	1,42
6С7Б	0,2	250	400 *ом* *	4,5	4	65	16,5	1,3	3,3	3,4	1
6Н8С	0,6	250	—8	9 **	2,6 **	20,5 **	7,9 **	2,75 **	2,8 ***	0,8 ***	3,8 ***
									3 ****	1,2 ****	4 ****
6Н9С	0,3	250	—2	2,3 **	1,6 **	70 **	44 **	1,1	3 **	3,8 ***	2,8 ***
									3,4 ****	3,2 ****	2,8 ****
6Н1П	0,6	250	2 × 600 *ом* *	8 **	⩾ 3,2 **	35 **	11 **	2 **	3,8 **	1,75 **	1,85 **
6Н2П	0,34	250	—1,5	2,3 **	2 **	100 **	50 **	1 **	1,75 **	1,3 **	0,72 **
6Н3П	0,35	150	2 × 240 *ом* *	7,7 **	⩾ 4,9 **	37 **	7,55 **	1,5 **	2,5 **	1,4 **	1,3 **
6Н5П	0,6	200	2 × 600 *ом* *	8 **	3,5 **	27 **		2 **	3 **	1,5 ***	2,25 **
										1,7 ****	
6Н6П	0,75	120	—2	30 **	11 **	20 **		4,8 **	4,5 **	2,4 **	3,7 **
6Н15П	0,45	100	2 × 500 *ом* *	9 **	5,6 **	38 **	6,8 **	1,6 **	2 **	0,4 **	1,4 **
6Н5С	2,5	130	2 × 250 *ом* *	110 **	6,7 **		⩽ 0,46 **	13 **	9,5 **	5,1 **	9,5 **
6Н7С ***	0,8	300	—6	7	3,2	35	11,4	6 **			
6Е5С	0,3	250	—4	5,3	1,2	24	20				
6С3Б	0,15	270	1,5 *ком* *	8,5	2,2	14	6,4	2,5	2,5	3,9	1,6
1Н3С	0,12	120	—5,5 **	2,5 **	0,8 **	11 **	13,75	1 **			
6Г2	0,3	250	—2	1,15	1,1	96	91		3,2	3	1,6
6Г7	0,3	250	—3	1,1	1,2	70	58	2	5	3,8	1,4
6Г3П	0,45	250	—3	1	1,3	63		1			

Примечание. Для лампы 1Н3С накал катода прямой, напряжение накала 1,2 *в*. Для остальных ламп накал косвенный, напряжение накала 6,3 *в*.

* Сопротивление в цепи катода для автоматического смещения.

** Каждого триода.
*** Первого триода.
**** Второго триода.

405. Пентоды для усиления напряжения

Обозначение лампы	Ток накала, *а*	Напряжение анода, *в*	Напряжение второй сетки, *в*	Постоянное напряжение первой сетки, *в*	Ток анода, *ма*	Ток второй сетки, *ма*	Крутизна характеристики, $\frac{ма}{в}$	Внутреннее сопротивление, *ком*	Максимально допустимая мощность, рассеиваемая		Междуэлектродные емкости, *пф*		
									анодом, *вт*	второй сеткой, *вт*	входная	выходная	проходная
1Б1П . . .	0,06	67,5	67,5	0	1,6 *	0,35	0,625	—	—	—	2,2	2,4	0,2
1Б2П . . .	0,03	60	45	0	1	0,2	0,55	1200	0,15	—	1,85	2,1	0,27
6Б8С . .	0,3	250	125	—3	10	2,45	1,35	—	—	—	4	9	⩽ 0,008
6Б2П . . .	0,3	250	100	—1,5	6,5	1,6	2	—	—	—	4,2	4,1	⩽ 0,008
6Ж3 . . .	0,3	250	150	—1	10,8	4	4,9	900	3,3	0,7	8,5	7	⩽ 0,003
6Ж4 . . .	0,45	300	150	160 *ом* **	10,25	2,2	9	—	3,3	0,45	11	5	⩽ 0,015
6Ж7 . . .	0,3	250	100	—3	2,1	0,6	1,2	—	0,8	0,1	7	12	⩽ 0,005
6Ж8 . . .	0,3	250	100	—3	3	0,8	1,65	—	2,8	0,7	6	7	⩽ 0,005
6Ж1Б . .	0,2	120	120	200 *ом* **	7,5	⩽ 3,5	4,8	—	1	0,35	4,8	3,8	⩽ 0,03
6Ж2Б . .	0,2	120	120	200 *ом* **	5,5	⩽ 6	3,2	—	0,9	0,6	4,9	4,1	⩽ 0,03
6Ж1П . .	0,175	120	120	200 *ом* **	7,5	⩽ 3,5	5,2	⩽ 300	1,8	0,55	4	2,1	⩽ 0,02
6Ж2П . .	0,75	120	120	200 *ом* **	5,5	⩽ 5,5	3,55	—	1,8	0,85	4,1	2,2	⩽ 0,02
6Ж3П . .	0,3	250	150	200 *ом* **	7	2	5	500	2,5	0,55	6,5	1,8	⩽ 0,025
6Ж5П . .	0,45	300	150	160 *ом* **	10	2,5	9	≈500	3,2	0,4	10	2,5	⩽ 0,03
1К1П . . .	0,03	60	45	0	1,15	0,25	0,65	—	0,2	—	3	4,9	⩽ 0,01
6К3 . . .	0,3	250	100	—3	9,25	2,5	2	—	4,4	0,4	6	7	⩽ 0,003
6К4 . . .	0,3	250	125	—1	11,8	4,4	4,7	900	3,3	0,7	8,5	7	⩽ 0,005
6К7 . . .	0,3	250	100	—3	7	1,7	1,45	—	3	0,4	7	12	⩽ 0,005
6К4П . . .	0,3	250	100	68 *ом* **	11	4,2	4,4	1500	3	0,6	5,5	5	⩽ 0,0035

Примечание. Для ламп 1Б1П, 1Б2П и 1К1П накал катода прямой, напряжение накала 1,2 *в*. Для остальных ламп накал косвенный, напряжение накала 6,3 *в*.

* Ток диода 25 *мка*.

** Сопротивление автоматического смещения.

406. Выходные пентоды и лучевые тетроды

Обозначение лампы	Накал			Напряжение анода, *в*	Напряжение второй сетки, *в*	Постоянное напряжение первой сетки, *в*	Ток анода, *ма*	Ток второй сетки, *ма*	Крутизна характеристики, $\frac{ма}{в}$	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление, *ком*	Сопротивление нагрузки, *ком*	Выходная мощность, *вт*	Максимально допустимая мощность		Междуэлектродные емкости, *пф*		
	род накала *	напряжение, *в*	ток накала, *а*											рассеиваемая анодом, *вт*	рассеиваемая второй сеткой, *вт*	входная	выходная	проходная
1П2Б	п	1,25	0,05	45	45	—2	1,1	0,37	0,5	—	—	50	0,008	—	—	—	—	—
1П3Б	п	1,25	0,027	45	45	—2	0,75	0,40	0,425	—	—	—	0,045	—	—	—	—	—
2П1П	п	1,2 (2,4)	0,12 (0,06)	90	90	—4,5	9,5	2,2	2	—	—	10	0,21	—	—	5,5	4	$\leqslant 0{,}5$
2П2П	п	1,2	0,06	60	60	—3,5	3,5	0,8	1,1	—	120	—	—	0,3	—	3,7	3,8	0,4
6П1П	к	6,3	0,45	250	250	—12,5	45	$\leqslant 7$	4,5	—	50	5	3,8	12	2,5	7,8	5,7	0,95
6П3С	к	6,3	0,9	250	250	—14	72	$\leqslant 8$	6	—	—	2	5,4	21	2,75	11	8,2	$\leqslant 1$
6П6С	к	6,3	0,45	250	250	—12,5	45	$\leqslant 7{,}5$	4,1	—	52	5	3,6	13,2	2,2	9,5	9,5	$\leqslant 0{,}9$
6П13С	к	6,3	1,3	200	200	—11	60	5	8,5	8	17	—	—	14	4	18,5	6,5	0,5
6П14П	к	6,3	0,75	250	250	—6,5	48	5,4	11,3	31	50	—	5,1	12	2	11	7	0,2
6П15П	к	6,3	0,75	300	150	—2,6	30	4,2	14,5	25	37	—	—	9	—	—	—	0,06
Г-807	к	6,3	0,9	600	250	—20	100	20	10	—	—	—	40	25	—	11	7	0,2

* Буква п означает прямой накал, буква к — косвенный.

407. Частотопреобразовательные лампы

Обозначение лампы	Накал			Напряжение анода, *в*	Напряжение экранной сетки, *в*	Постоянное напряжение управляющей сетки, *в*	Ток анода, *ма*	Ток экранной сетки, *ма*	Крутизна преобразования, $\frac{ма}{в}$	Крутизна гетеродина, $\frac{ма}{в}$	Внутреннее сопротивление, *Мом*	Максимально допустимая мощность		Междуэлектродная емкость, *пф*		
	род накала *	напряжение, *в*	ток, *а*									рассеиваемая анодом, *вт*	рассеиваемая сеткой, *вт*	входная	выходная	проходная
1А1П	п	1,2	0,06	90	45	0	0,64 **	1,9	0,16 **	0,825	1,5			7	7	0,4
1А2П	п	1,2	0,03	60	45	0	0,7		0,24	0,82	1,5	0,2		5,1	6,3	0,6
6А7	к	6,3	0,3	250	100	0	3,5 **	9 **	0,45 **	4,7	1,0	1,1	1,1	9	10	0,13
6А2П	к	6,3	0,3	250	100	—1,5	3 *	7 **	0,47 **	6	0,1	1	1	7	8,6	0,3
6И1П	к	6,3	0,3	100 *** / 250	100	—9,4 / —2	5 / 3,2	6	0,77	3,7	0,006 / 1000	0,8 / 1,7		2,6 / 6,3	2,3 / 7,4	1,0 / 0,006

* Буква п означает прямой накал, буква к — косвенный.

** В динамическом режиме. Гетеродинная часть лампы работает в трехточечной схеме с сопротивлением в цепи первой сетки для лампы 1А1П—0,1 *Мом*, для ламп 6А10С, 6А7 и 6А2П — 20 *ком*, для лампы 6А8—50 *ком*.

*** Числитель параметров триода-гептода 6И1П относится к триоду, знаменатель — к гептоду.

408. Генераторные лампы

Показатели	Обозначение лампы				
	Г-411	ГУ-13	ГУ-15	ГУ-50	Г-80
Род накала*	к	п	п	к	п
Напряжение накала, *в*	10/20**	10	4,4	12,6	12,6
Ток накала, *а*	0,6/0,3**	5	0,68	0,765	10,5
» эмиссии, *а*	> 0,12	—	—	0,6	—
» катода, *а*	—	—	< 0,08	0,23	—
Напряжение анода, *в*	400	2000	350	800	2000
Ток анода, *ма*	—	50	—	—	200
Крутизна характеристики, *ма/в*	4	4	4,7	4	5,5
Напряжение второй сетки, *в*	250	400	200	250	600
Выходная мощность, *вт*	20	180	> 12	> 60	—
Максимальная мощность, длительно рассеиваемая анодом, *вт*	—	100	15	40	450
Максимальная мощность, длительно рассеиваемая второй сеткой, *вт*	2,5	22	4	5	120
Максимальная мощность, длительно рассеиваемая первой сеткой, *в*	1	—	0,4	1	10
Максимальная рабочая частота, *Мгц*	50	30	60	120	
Входная емкость, *пф*	9,5	< 19,5	< 12	< 15	28,5
Выходная » , *пф*	7,5	< 17,5	< 14,5	< 10,3	22,5
Проходная » , *пф*	0,3	< 0,25	< 0,16	< 0,1	< 0,1
Назначение	Генерирование и усиление колебаний высокой частоты				

* Буква п означает прямой накал, буква к — косвенный.
** Соответственно при параллельном и последовательном включении нити накала.

409. Мощные генераторные электронные лампы (триоды)

Показатели	Условное обозначение лампы			
	Г-431 *	Г-433 *	ГК-1А	ГК-3А
Напряжение накала, *в*	22	33	31, 5	17
Ток накала, *а*	102	210	580	430
Напряжение анода, *в*	15 000	15 000	10 000	12 000
Выходная мощность лампы, *квт*	30	100	250	100
Мощность, рассеиваемая анодом, *квт*	20	60	200	60
Ток эмиссии катода, *а*	12	50	250	50
Крутизна характеристики, $\frac{ма}{в}$	12	32	80	35
Коэффициент усиления	50	45	45	40
Наибольшая рабочая частота, *Мгц*	25	20	22	25
Высота и диаметр, *мм*	660; 125	1160; 145	880; 285	560; 230
Вес, *кГ*	5	10	25	11
Назначение	Генерирование колебаний в радиопередающих устройствах и в промышленных генераторах для высокочастотного нагрева, усиление мощности			

* Условное обозначение данных ламп не вошло в ГОСТ.

410. Купроксные выпрямители

В таблице приведены данные о параметрах некоторых купроксных выпрямителей и краткие сведения об их устройстве.

Тип выпрямителя	Подводимое напряжение, *в*	Выпрямленное напряжение (среднее значение), *в*	Выпрямленный ток (среднее значение), *а*	Вес, *кГ*	Применение
Выпрямительный столб из шайб диаметром 40 *мм* ВК-120	32	20	0,8	12	Зарядка аккумуляторов и питание приборов
Выпрямительный столб из шайб диаметром 20 *мм* ВК-20-6	24	15	0,015	0,1	Питание аппаратуры и приборов

Тип выпрямителя	Подводимое напряжение, *в*	Выпрямленное напряжение (среднее значение), *в*	Выпрямленный ток (среднее значение), *а*	Вес, *кГ*	Применение
Выпрямитель из таблет диаметром 2 *мм* ВК-02-2	6	0,9	0,001	0,002	Питание аппаратуры и приборов
Выпрямитель из таблет диаметром 7 *мм* ВК-07-8	16	5	0,01		То же
Выпрямитель ВАК-9М	127; 220	25	0,6	3,5	То же
Выпрямитель ВКАП-1	220; 380	26—42	70	200	Зарядка аккумуляторных батарей емкостью 250 и 500 *а·ч* (для автопогрузчиков, электрокар)
Выпрямитель ВКГ-100*М*	220; 380	9—12	600	280	Питание гальванических ванн

Примечание. 1. Купроксный (меднозакисный) выпрямительный элемент состоит из медной пластины или диска-катода, покрытого с одной стороны тонким слоем полупроводника — закиси меди (толщина слоя закиси меди, играющего роль анода, — 0,08—0,1 *мм*). Для соединения с электрической цепью и для предохранения слоя от повреждения на него накладывается свинцовый диск толщиной 0,3—0,5 *мм* или электролизом наносится слой контактного металла (серебра, никеля).

Слой закиси меди получают прокаливанием в воздухе в течение 3—15 минут медной пластинки при температуре порядка 1000° С и последующим быстрым охлаждением в кипящей воде. Запирающий слой толщиной 10^{-4}—10^{-5} *мм* образуется между закисью меди и медью. Обратное пробивное напряжение на один элемент выпрямителя — 8—10 *в*, для выпрямления более высоких напряжений элементы соединяются последовательно. К. п. д. выпрямителя 55—70%, допустимая температура нагрева 50—55° С, плотность тока 40—50 $\frac{ма}{см^2}$.

2. Промышленность изготовляет выпрямительные элементы в виде круглых таблет диаметром 2, 4, 5 и 7 *мм*, в виде шайб диаметром 20 и 40 *мм* и прямоугольных пластин размером 81 × 300 *мм*. Выпрямители из таблет (вентили) применяются в схемах, где требуются высокая стабильность параметров и малые токи (электроизмерительная техника и др.). Выпрямительные элементы из шайб, соединенные последовательно (или параллельно), называются *выпрямительным столбом*. Последние применяются в схемах, где требуются средние токи (например, аппаратура связи, блокировки на железных дорогах и др.). Выпрямители из прямоугольных пластин применяются в многоамперных агрегатах (для зарядки аккумуляторных батарей, питания гальванических ванн).

3. Достоинства медно-закисного выпрямителя: простота конструкции, удобство эксплуатации, стабильность параметров; недостатки: малая величина обратного напряжения, боязнь низких температур, влаги и перегрева; относительно большой вес.

411. Селеновые выпрямители

Выпрямитель	Подводимое напряжение, *в*	Выпрямленное напряжение, *в*	Максимальное значение выпрямленного тока, *а*	Применение
ВСА-1	127; 220	6 9	12 6	Зарядка стартерных батарей
ВСА-6	127; 220	12 24	24 12	Зарядка батарей напряжением 12—24 *в*
ВСА-111 *	127; 220	80	8	Зарядка кислотных и щелочных аккумуляторов с напряжением до 80 *в*
ВСГ-3М	220	4,5	200	Питание гальванических ванн
ВСА-5 *	110; 127; 220	60	12	Зарядка аккумуляторных батарей, источник постоянного тока
ВСА-10 *	127; 220	6	12	Зарядка аккумуляторных батарей емкостью 50—120 *а·ч.*

Примечания. 1. Селеновые выпрямители предназначаются для выпрямления переменного тока с частотой до 850 *гц* в интервале температур от —60 до 70° С. Собираются из выпрямительных элементов. Выпрямительный элемент — это алюминиевая пластинка (раньше использовались также стальные пластинки), называемая опорным электродом, на одну из сторон которой нанесен слой селена (толщиной 0,06 *мм*), а на него — покрывной слой из сплава олова и кадмия (толщиной 0,05 *мм*). К покрывному слою (катоду) прижимается латунный пружинящий контакт. Переменный ток подводится к опорному электроду и к латунному контакту выпрямительного элемента (шайбы). Вентильный слой образуется на границе селена и сплава.

2. Величина обратного напряжения выпускаемых выпрямительных элементов: для первого типа не более 18 *в*, для второго — не более 26 *в*. К. п. д. выпрямителя до 85%, мощность до 50 *квт*. Плотность тока при воздушном естественном охлаждении — 0,04—0,05 $\frac{a}{см^2}$, а при жидкостном или принудительном воздушном — 0,07—0,1 $\frac{a}{см^2}$. Срок службы — более 10 000 *ч* (выпрямителей на алюминиевой основе) и 5000 *ч* (на стальной основе).

3. Применяются в установках, где требуется герметичность, малый вес и малые габаритные размеры, а также в установках, подвергающихся колебаниям температур. Служат для питания электролизных ванн и различной аппаратуры, для зарядки аккумуляторов, возбуждения синхронных генераторов, питания обмоток намагничивания электромагнитных плит шлифовальных станков и др.

4. По сравнению с медно-закисными селеновые выпрямители обладают более высоким обратным напряжением, допускают больший нагрев, имеют меньший вес и больший к. п. д. Они механически прочны, просты по конструкции и надежны в эксплуатации. Их недостатки: способность терять вентильные свойства при бездействии и увеличение внутреннего сопротивления по мере эксплуатации.

5. Выпрямительные элементы (шайбы) имеют следующие размеры: круглые — диаметр 18, 25, 35, 45 и 100 *мм*, квадратные — 12 × 12, 15× 15, 60 × 60, 75 × 75, 90 × 90, 100 × 100 *мм*, прямоугольные — 100 × 200, 100 × × 300, 100 × 400 *мм* и таблеты круглые диаметром 5 и 7,2 *мм*. В настоящее время элементы размером 15 *мм* и более выпускаются только квадратной или прямоугольной формы.

* Выпрямитель ВСА-111: вес 55 *кГ*, к. п. д. 50%; выпрямитель ВСА-5: вес 50 *кГ*, к. п. д. 50%; выпрямитель ВСА-10: вес 10 *кГ*.

412. Точечные германиевые диоды

Данные приведены для температуры 20° С. Рабочая частота диодов до 150 *Мгц*. Проходная емкость точечных диодов — не более 1 *пф*. Габариты диодов: длина 15 *мм*, диаметр 4,5 *мм*. Они работают при температуре окружающей среды от —50 до 70° С. К. п. д. достигает 95%. Диоды обладают большой механической прочностью. Срок службы исчисляется десятками тысяч часов. Применяются для детектирования и выпрямления переменного тока.

Обозначение диода	Среднее значение выпрямленного тока, *ма*	Наибольшая амплитуда выпрямленного тока, *ма*	Наименьший прямой ток * при напряжении 1 *в*, *ма*	Наибольшая амплитуда обратного напряжения **, *в*	Наименьшее обратное пробивное напряжение ***, *в*
Д2А	50	150	$\geqslant 50$	10	15
Д2Б	16	50	5—10	30	45
Д2В	25	75	$\geqslant 10$	40	60
Д2Г	16	50	2—5	75	100
Д2Д	16	50	5—10	75	100
Д2Е	16	50	2—10	125	150
Д2Ж	8	25	2—10	125	200

* Величина тока через диод, когда к нему приложено постоянное напряжение 1 *в*.

** Амплитуда напряжения, которое без вреда может быть приложено на длительное время к диоду в обратном направлении.

*** Значение обратного напряжения, которое может кратковременно выдержать диод.

413. Плоскостные полупроводниковые диоды

Указанные диоды должны выдерживать воздействие постоянных ускорений до 150 *g* и ударных ускорений до 100—150 *g*, надежно и устойчиво работать в интервале температур окружающей среды от —70 до 70° С (для германиевых), от —60 до 125° С (для кремниевых диодов) и при давлениях от 5 *мм рт. ст.* до 3 *ат*. Основное назначение германиевых диодов — выпрямление переменного тока промышленной частоты, кремниевых — выпрямление переменного тока.

Тип диода (числа в скобках соответственно — наибольшая высота, диаметр и вес каждого из диодов данной группы)	Максимальный выпрямленный ток, *ма*	Наибольшая амплитуда обратного напряжения, *в*	Падение напряжения в прямом направлении при наибольшем выпрямленном токе, *в*	Обратный ток при наибольшем обратном напряжении, *ма*
Германиевые				
Д7А Д7Б Д7В ДКГ Д7Д Д7Е Д7Ж (17,5 *мм*; 11,5 *мм*; 1,4 *г*)	300	50 100 150 200 300 350 400	0,5	0,2

Продолжение

Тип диода (числа в скобках соответственно—наибольшая высота, диаметр и вес каждого из диодов данной группы)	Максимальный выпрямленный ток, *ма*	Наибольшая амплитуда обратного напряжения, *в*	Падение напряжения в прямом направлении при наибольшем выпрямленном токе, *в*	Обратный ток при наибольшем обратном напряжении, *ма*
Д302	1 000	200	0,25	1,0
Д304	5 000	150	0,3	3,0
Д305 (45 *мм*; 21,9 *мм*; 16,5 *Г*)	10 000	50	0,35	3,0
Кремниевые				
Д202	400	100	1,5	0,5
Д203		200		
Д204		300		
Д205 (33 *мм*; 18 *мм*; 7,4 *Г*)		400		
Д206	100	100	1,0	0,1
Д207		200		
Д208		300		
Д209		400		
Д210		500		
Д211 (17 *мм*; 10 *мм*; 2 *Г*)		600		

414. Германиевые и кремниевые плоскостные выпрямители

Показатели	Германиевый выпрямитель	Кремниевый выпрямитель
Обратное напряжение, *в*	100—400	600 и выше
Прямое падение напряжения, *в*	0,6	1,0—1,2
К. п. д. мощных выпрямителей, % . .	97—99	97—99
Максимальная рабочая температура, °С . .	70	200
Дополнительные данные о мощных выпрямителях	Выпрямители имеют малые габариты, большой срок службы (десятки тысяч часов), просты и надежны в работе, способны выдерживать большие кратковременные перегрузки Отрицательные качества: ограниченная перегрузочная способность, связанная с малой их массой, чувствительность к перенапряжениям, сравнительно низкая рабочая температура	

Показатели	Германиевый выпрямитель	Кремниевый выпрямитель
Область применения мощных выпрямителей	Изготовляются на выпрямленные токи от 0,1 до сотен ампер, на обратные напряжения от нескольких десятков до нескольких сотен вольт, мощность достигает сотен и даже тысяч киловатт Для охлаждения мощные выпрямители снабжаются радиаторными пластинами или кожухом для водяного охлаждения Электролизные установки, питание обмоток возбудителей синхронных машин, устройства для зарядки аккумуляторов, питание радиолокационных станций, электровозы с кремниевыми выпрямителями и др.	

Примечание. О германиевых и кремниевых диодах см. также табл. 413.

415. Точечные германиевые триоды (транзисторы)

Обозначение триода	Коэффициент усиления по мощности, *дб*	Коэффициент усиления по току	Режим измерения: ток эмиттера, *ма*	Режим измерения: напряжение коллектора, *в*	Наибольшая мощность, рассеиваемая коллектором, *мвт*	Входное сопротивление при разомкнутом выходе, *ом*	Выходное сопротивление при разомкнутом входе, *ком*	Граничная частота, *Мгц*
Усиление электрических сигналов								
С1А, С3А	15—19	1,2	0,3	—20	100	750	7	0,5
С1Б, С3Б	18—22	1,5	0,3	—20	50	750	7	0,5
С1В, С3В	15—19	1,5	0,3	—20	100	750	7	1,5
С1Г, С3Г	18—22	1,5	0,3	—20	50	750	7	1,5
С1Д, С3Д	15—22	1,5	0,3	—20	50	750	7	5
С1Е, С3Е	15—22	1,5	0,3	—20	50	750	7	10
Генерирование электрических колебаний								
С2А, С4А	—	1,5	0,3	—20	100	1500	7	0,5
С2Б, С4Б	—	1,6	0,3	—20	50	1500	7	1,5
С2В, С4В	—	1,6	0,3	—20	50	1500	7	5
С2Г, С4Г	—	1,6	0,3	—20	50	1500	7	10

Германиевые триоды могут работать при очень малых напряжениях источников питания (обычно напряжение источника питания коллектора лежит в пределах 5—20 *в*, а для некоторых триодов 0,5—1 *в*; потребляется ток в тысячные доли ампера). Рабочая область температур лежит в диапазоне от —50 до 60° С. Недостаток точечных германиевых триодов — высокий уровень шумов, значительно превышающий уровень собственных шумов электронных ламп.

К. п. д. триода достигает 70% (в радиолампе огромная доля энергии идет на накал, и поэтому ее к. п. д. составляет лишь несколько

процентов); срок службы — 70 000—80 000 *ч* (электронная лампа — 5000 *ч*). Кристаллические триоды обладают большой механической прочностью, малыми размерами. Габаритные размеры триода типа С1: длина (без выводов) 12 *мм*, диаметр 6,8 *мм*; типа С3 высота (без выводов) 6 *мм*, диаметр 11,5 *мм*.

К числу их недостатков относятся: относительно небольшая область рабочей температуры, неодинаковость по свойствам — один триод часто имеет несколько иные характеристики, чем другой, что объясняется сложностью производства чистого германия **, недостаточно высокие предельные рабочие частоты (точечные триоды имеют предельную рабочую частоту 30—100 *Мгц*).

* При внутреннем сопротивлении источника сигналов 500 *ом* и сопротивлении нагрузки 10 *ком*.

** Полупроводниковые свойства кремния и германия связаны с совершенно исключительными требованиями к чистоте этих материалов. В германии допускаемое содержание примесей колеблется от 10^{-6}% для одних элементов до 10^{-4}% для других (в кремнии содержание примесей должно быть еще в 10 раз меньше, чем в германии). В современной полупроводниковой технике применяются кремний и германий такой чистоты, что на 1 или даже 10 млрд. атомов основного вещества приходится только 1 посторонний атом. Это потребовало создания принципиально новых приемов очистки материалов.

416. Плоскостные полупроводниковые триоды (транзисторы)

Обозначение триода (числа в скобках — высота, диаметр и вес каждого триода данной группы)	Коэффициент усиления по мощности *, *дб*	Коэффициент усиления по току **	Наибольший ток коллектора ***, *ма*	Наибольшее напряжение коллектора, *в*	Наибольшая мощность, рассеиваемая коллектором, *мвт*
П2А	17	0,9	10	—100	250
П2Б (длина 20 *мм*; 10 *мм*; 2,5 *Г*)	17	0,9	25	—50	250
П4А	20	5	5	—60	25 000
П4Б	23	8—20	5	—70	30 000
П4В	20	10	5	—50	30 000
П4Г	27	10—20	5	—60	30 000
П4Д (9,5 *мм*; 30 *мм*; 14,5 *Г*)	30	20	5	—60	30 000
П6А	30	0,9	10	—30	150
П6Б	34	0,94	10	—30	150
П6В	34	0,94	10	—30	150
П6Г	37		10	—30	150
П6Д (5,6 *мм*; 11,2 *мм*; 1 *Г*)	34	0,9	10	—30	150
П101	—	0,9	20	20	150
П102	—	0,93	20	10	150
П103 (5,6 *мм*; 12 *мм*)	—	0,9	20	10	150

* Отношение мощности сигнала в нагрузке триода к наибольшей мощности, отдаваемой источником сигнала на входе триода.

** Отношение изменения тока коллектора к изменению тока эмиттера.

*** Электроды полупроводникового триода называются коллектором, базой (или основанием) и эмиттером. Они аналогичны соответственно аноду, сетке и катоду лампового триода.

Область рабочих температур для кремниевых транзисторов типа П101—П103 от —60 до 150° С, для германиевых типа П4 от—60 до 90° С, для германиевых типа П2 от—60 до 50° С, для германиевых типа П6 от —60 до 100° С.

417. Полупроводниковые термосопротивления (термисторы)

В таблице приведены основные показатели термисторов, предназначенных для работы в качестве термометров при измерении и регулировании температур до 120 и 180° С. Термисторы ММТ-1, КМТ-1, ММТ-6 применяются для измерения температур в сухих помещениях, ММТ-4 и КМТ-4 — в условиях повышенной влажности и непосредственно в жидкостях. Термисторы КМТ-10 и КМТ-11 служат для теплового контроля до температуры 120° С с точностью до ± 0,5° С. Термосопротивление КМТ-10 изготовляется в герметизированном металлическом корпусе, КМТ-11 — без защитного корпуса.

Вид термосопротивлений	Диапазон номинальных величин сопротивлений при 20° С, *ком*	Температурный коэффициент сопротивления при 20 °С, $\frac{\%}{град}$	Допустимая мощность рассеивания, *вт*	Интервал рабочих температур, °С	Высота и диаметр, *мм*
Медномарганцевые					
ММТ-1	1—200	от —2,4 до —3,4	не более 0,4	от —60 до 120	13; 3,5
ММТ-4	10—100		0,05		24; 7
ММТ-6					
Кобальтомарганцевые					
КМТ-1	20—1000	от —4,2 до —6	0,8—0,9	от —20 до 180	13; 3,5
КМТ-4				от —20 до 120	24; 7
КМТ-10	100—3000	от —4,5 до —6	не более 0,25	до 120 *	30; 6
КМТ-11					3,5; 0,6

Примечания. 1. Термосопротивления изготовляются из полупроводниковых материалов, обладающих резкой зависимостью величины сопротивления от температуры. Они имеют отрицательный температурный коэффициент электрического сопротивления, т. е. с увеличением температуры сопротивление их падает. Значение температурного коэффициента сопротивления у термисторов примерно в 5—10 раз больше, чем у обычных металлов, и достигает 3—6% на 1° С.

2. Термосопротивлениям присуща очень высокая тепловая чувствительность. Большое внутреннее сопротивление термисторов позволяет легко осуществлять дистанционные измерения, т. к. изменение сопротивления подводящих проводов не оказывает влияния на точность измерений. Незначительные габариты делают возможным применение их в труднодоступных местах. Все эти качества определяют широкую область использования термисторов. Они применяются в термометрических схемах дистанционного измерения и регулирования, в схемах измерения температуры воды и масла в двигателях, температуры отдельных частей машин, почвы, воздуха и т. д. Термисторы применяются также в радиотехнических устройствах и приборах связи, в устройствах реле времени и для других целей. Срок их службы практически безграничен.

* Нижний предел не ограничен.

418. Сетевые радиоприемники и радиолы

Название	Лампы	Диапазоны волн, *м*	Чувствительность, *мкв*	Избирательность, *дб*	Полоса воспроизводимых частот, *гц*	Количество громкоговорителей	Выходная мощность, *ва*	Потребляемая приемником мощность, *вт*
«Байкал» *	6Н3П, 6И1П, 6К4П, 6Х2П, 6Н2П, 6П14П	2000—723 577—188 75,9—40 36,3—24,8	60	30	100—4 000	2	2	55/70 ***
		4,66—4,11	10	26	100—7 000			
«Волга» ** «Жигули» ** «Комета» **	6Н3П, 6И1П, 6К4П, 6Х2П, 6Н2П, 6П14П, 6Е5С	2000—723 577—187,5 75,9—40 33,9—24,8	200	26	80—4 000	4	2	60/75
		4,65—4,11	20	20	80—10 000			
«Беларусь-57»	6Н3П, 6К4П, 6И1П, 6К4П, 6Ж3П, 6Н2П, 6Н2П, 6П1П, 6П1П, 6Е5С и четыре полупроводниковых диода	2000—723 577—187,5 76—54 54—39 34—24,8	50	46	60—6 500	5	3	65
		4,65—4,11	20	26	80—12 000			
«Дружба» ** «Люкс-2» **	6НП3, 6К4П, 6И1П, 6К4П, 6К4П, 6Х2П, 6Н2П, 6Н2П, 6Н2П, 6П14П, 6П14П, 6Е5С	2000—723 577—187,5 75,9—54,5 57,7—40 31,9—23	50	56	60—6 500	4	6	85/100
		4,65—4,11	10	34	60—12 000			
«Иртыш» ** «Даугава» **	6А7, 6Б8С, 6Н9С, 6П3С, 6Е5С,	2000—723 577—187	150	30	100—5 000	1	2	75/85
«Аврора» **	5Ц4С	75,9—40 33,3—24,8	250					

Продолжение

Название	Лампы	Диапазоны волн, *м*	Чувствительность, *мкв*	Избирательность, *дб*	Полоса воспроизводимых частот, *гц*	Количество громкоговорителей	Выходная мощность, *ва*	Потребляемая приемником мощность, *вт*
«Латвия» **	6Н3П, 6И2П, 6К4П, 6Е5С, 6Х2П, 6Ж1П, 6П14П	2000—735,3 577—187,5 75,9—40,5 32,0—24,7	200	46	80—7000	4	1,5	60/75
		4,65—4,11	20	26				
«Москвич»	6А7, 6Б8С, 6П6С, 6Ц5С	2000—723 577—187	500	15	200—3000	1	0,5	40
«Муромец» **, «Октава» *	6И1П, 6К4П, 6Х2П, 6И2П, 6П14П, 6Н3П 6Е5С	2000—723 577—187 75,9—40 36,3—24,8	200	30 (М ****) 26 (О)	50—7000 (М) 80—10000 (О)	2	2 (М) 4 (О)	50/60 (М) 60/75 (О)
		4,65—4,11	20	20				
«Огонек», «Москвич-3»	6А7, 6Б8С, 6Ж8, 6П6С, 6Ц5С	2000—723 577—188	100 80	25	150—3500	1	0,5	30
«Сакта» **	6Н3П, 6И1П, 6К4П, 6Х2П, 6Е5С, 6Н2П, 6П14П	2000—723 576,9—187,5 76—40 33,3—24,8	100	40	80—10 000	3	2	50/60
		4,65—4,11	15	30				
«Урал-57» **	6А7, 6К3, 6Г2, 6П3С, 5Ц4С, 6Е5С	2000—723 577—187,5	150	36	100—4000	2	1,5	80/110
		76—40 31—25	250					

Продолжение

Название	Лампы	Диапазоны волн, *м*	Чувствительность, *мкв*	Избирательность, *дб*	Полоса воспроизводимых частот, *гц*	Количество громкоговорителей	Выходная мощность, *ва*	Потребляемая приемником мощность, *вт*
«Фестиваль»	6Н3П, 6К4П, 6И1П, 6К4П, 6Х2П, 6К4П, 6Е5С, 6Н2П, 6П14П, 6П14П, 6Н2П, 6П14П и пять полупроводниковых диодов	2000—722,9 577—187,5 51,7—48 43,3—40 32,6—30,3 24,2—24,5	50	66	60—6500	4	4	110
		4,65—4,11	5		60—12 000			
«Эстония-2» **	6Н3П, 6К4П, 6И1П, 6К4П, 6К4П, 6Х2П, 6Х2П, 6Ж1П, 6Н2П, 6П14П, 6П14П, 6Е5С	2000—722,9 577—187,9 76—50,8 50,8—47,7 43,2—40,55 34,3—28,85 26,4—24,8	50	56	60—12 000	4	6	115/135
		4,65—4,11	10	30				

Примечание. *Чувствительность* приемника характеризуется способностью принимать слабые сигналы и определяется величиной минимальной э. д. с. сигнала в антенне, при которой на выходе приемника обеспечивается нормальный прием, т. е. нормальная выходная мощность.

Выходная мощность — это мощность, которая подводится к оконечному прибору (громкоговорителю, линии и т. д.).

Избирательность — способность приемника выделять колебания нужной радиостанции, т. е. полезный сигнал из всей суммы колебаний различных частот, имеющихся в антенне.

* Выпускается и как радиола. Характеристики приемника и радиолы одинаковы.

** Радиола.

*** В знаменателе — мощность, потребляемая при воспроизведении грамзаписи.

**** М — «Муромец», О — «Октава».

419. Батарейные радиоприемники

Название приемника	Лампы	Диапазон	Чувствительность, *мкв*	Избирательность, *дб*	Полоса воспроизводимых частот, *гц*	Выходная мощность, *вт*	Питание: анодное, *в / ма*	Питание: накальное, *в / а*
«Дорожный» * (переносный)	1А1П; 1К1П; 1Б1П; 2П1П	2000—723 577—188	500	16	200—3000	0,1	60/8,5	4,8/0,06
«Искра»	1А1П; 1К1П; 1Б1П; 2П1П	2000—723 576—188	400	20	200—3000	0,15	90/12,0	1,2/0,3
«Луч»	1Б1П; 2П1П	2000—730 778—200	40 000		200—3000	0,04	60/4,0	3,0/0,06
«Новь»	1А1П; 1К1П; 1Б1П; 2П1П	2000—723 577—183	500	15	200—3000	0,1	60/8,5	1,2/0,3
«Тула»	1Б1П; 2П1П	2000—730 578—200	40 000		200—3000	0,04	60/4,0	3,0/0,06
«Турист» * (переносный)	1К2П; 1А2П; 1К2П; 1Б2П; 2П2П	2000—723 577—188	1000	20	150—3000	0,03	60/8,0	1,2/0,18
«Родина-52»	1А1П; 1К1П; 1К1П; 1Б1П; 1Б1П; 2П1П; 2П1П	2000—723 577—188 76,0—36,0 36,0—24,8	200 300	26	100—4000	0,15	90/15,0	1,2/0,52

* Приемник имеет выпрямитель для питания от электросети.

420. Радиоприемники на полупроводниках

Показатели	Портативные			«Восход» *	«Кристалл» *
	«Атмосфера»	«Сюрприз» *	«Прогресс» *		
Число полупроводников	8	7		8	7
Диапазон принимаемых волн, *м*:					
длинноволновый	723—2000	723—2000	723—2000	723—2000	723—2000
средневолновый	187,5—577	187,5—577	187,5—577	187,5—577	187—577
Выходная неискаженная мощность, *мвт*	150	180	150	350	100
Вес, *кГ*	1,3	1,3	1,4	3,5	2,4
Питание приемника	две батареи карманного фонаря напряжением 9 *в*			Четыре элемента типа «Сатурн» напряжением 6 *в*	Две батареи карманного фонаря

* Опытный образец.

421. Радиостанции У-1, У-2, МК-19

Радиостанции этого типа являются приемопередающими телефонными радиостанциями, работающими на жестко-фиксированных кварцевых частотах. Они обеспечивают беспоисковое вхождение в связь и бесподстроечное ведение связи (каждая станция одной серии имеет две стабилизированные частоты). Радиостанции У-1 и У-2 обеспечивают или одновременный двусторонний разговор (дуплексную связь), аналогичный разговору по обычному телефону, или поочередный разговор (симплексную связь). Радиостанция МК-19 допускает только симплексную связь.

Станции У-1 и У-2 работают с двумя лучевыми антеннами, отдельными для приемника и передатчика, а станция МК-19 — с одной антенной — штыревой или лучевой.

Показатели	Тип радиостанции		
	У-1	У-2	МК-19
Диапазон частот, в котором работает радиостанция, *кгц*	3000—2140	3000—2000	8000—2000
Диапазон длин волн, *м* . . .	100—140	100—150	37,5—150
Радиус действия станции, *км*	30	30	25—35 (штыревая антенна); более 50 (лучевая антенна)
Длина антенны, *м*	4—15	4—15	
Напряжение в цепи высокого напряжения, *в*	200	80—180	275 и 500
Питание цепей высокого напряжения (анодных) . . .	через умформер	через вибропреобразователь	через умформер
Питание цепей низкого напряжения (накал ламп, моторная цепь и др.) . . .	батарея аккумуляторов		
Напряжение батарей аккумуляторов	12	6	12
Потребляемый ток от аккумулятора, *а*			
при двустороннем разговоре	4,6	2	—
при одностороннем разговоре:			
передача	4,2	1,8	7,5
прием	3,5	1	6,5
Число ламп	8	9	9
Вес радиостанции, *кГ* . . .	22	28	
Тип аккумуляторной батареи	6СТЭ-128	5ЖН-100у	5ЖН-100м

422. Магнитофоны

Запись звука — двухдорожечная, т. е. на одной и дважды, — одна дорожка располагается сверху, другая — снизу по ширине ленты.

Показатели / Магнитофоны	Скорость движения ленты, $\frac{см}{сек}$	Продолжительность записи (прослушивание полной кассеты), *мин*	Диапазон воспроизводимых частот, *гц*	Выходная мощность, *вт*	Тип радиоламп (в скобках после перечисления ламп — число полупроводниковых диодов)	Емкость кассеты, *м*	Потребляемая от сети мощность, *вт*	Габариты, *мм*	Вес комплекта, *кг*
«Днепр-11»	19,05	2×30	40—12 000	3	6Н1П (4), 6П14П (2);	350	160	500×340×335	27
	9,53	2×60	100—6 000		6Е1П (5)				
«Яуза»	19,05	2×22	50—10 000	1,5	6Ж1П, 6Н1П, 6П14П (2)	250	75	385×375×215	13
	9,53	2×45	100—6 000		6Е5С (3)				
«Эльфа-10»	19,05	2×30	70—8 000	1	6Н2П, 6Н1П, 6П14П, 6Ц4П, 6Е5С (2)	350	75	400×300×170	15
«Спалис» («Октябрь»)	19,05	2×30	50—10 000	1	6Н2П, 6Н1П, 6П14П, 6Ц4П 6Е5С (3)	350	70	415×300×170	14
«Мелодия» (МГ-56)	19,05	2×30	50—10 000	2	6Н2П (2), 6П1П, 6П14П, 6Е5С (4)	350	100	420×420×210	24
	9,53	2×60	100—6 000						
«Кристалл»	19,05	2×30	40—12 000	2	6Н2П (2), 6Н1П, 6П14П (2), 6Е5С (2)	350	100	450×450×240	20
	9,53	2×60	40—6 000						
«Комета»	19,05	2×25	4—12 000	2	6Н2П, 6Н1П, 6П14П, 6Е5С (2)	250	70	400×300×220	14
	9,53	2×45	40—6 000						
	4,76	2×90	100—3 000						
«Аккорд»	9,53	2×45	50—6 000	1,5	6П1П (2), 6Н2П (2), 6Е1П (1)	250	100	35×295×200	14
«Чайка»	9,53	2×45	100—6 000	1	6Н2П, 6Н1П, 6П14П, 6Е5С (3)	250	60	345×285×195	12

423. Электронно-лучевые трубки (кинескопы) для телевизоров

Обозначение трубки	Яркость свечения экрана, *нт*	Напряжение накала, *в*	Ток накала, *а*	Напряжение анода, *в*	Наибольший ток луча, *мка*	Запирающее напряжение модулятора, *в*	Напряжение ускоряющего электрода, *в*	Фокусировка луча	Размер кадра, *мм*	Диаметр (круглые трубки) или диагональ экрана (прямоугольные трубки), *мм*
18ЛК4Б	32	6,3	0,6	5 000	150	от —22 до —90	—	электромагнитная электростатическая	100×135	172
18ЛК5Б	32	6,3	0,55	4 000	100	» —25 » —75	—		100×135	172
18ЛК7Б	32	6,3	0,55	4 000		» —15 » —60	—		100×135	172
18ЛК1Б	32	6,3	0,55	4 000	100	» —14 » —60	—		100×135	172
23ЛК1Б	40	6,3	0,55	8 000	100	» —35 » —75	—		135×180	235
31ЛК1Б	50	6,3	0,55	10 000	150	» —35 » —75	—		180×240	310
40ЛК1Б	40	6,3	0,55	12 000	100	» —40 » —100	—		240×320	406
35ЛК2Б *	40	6,3	0,6	12 000	150	» —30 » —90	300		217×288	350
43ЛК2Б *	40	6,3	0,6	14 000	150	» —30 » —90	300		277×373	430
43ЛК3Б *	40	6,3	0,6	14 000	150	» —30 » —90	300		256×350	430
53ЛК2Б *	40	6,3	0,6	16 000	150	» —30 » —90	300		340×460	530
53ЛК3Б *	40	6,3	0,6	16 000	150	» —30 » —90	300		370×468	530
43ЛК6Б **	40	6,3	0,6	14 000	100	» —30 » —90	300		270×360	430
53ЛК5Б **	40	6,3	0,6	16 000	100	» —30 » —90	300		340×455	530

* С прямоугольным экраном.

** С прямоугольным экраном и углом отклонения луча 110° (против 70° у всех остальных трубок, указанных в таблице). Трубка 43ЛК2Б короче трубки 43ЛК6Б на 175 *мм* при той же величине экрана (длина трубок соответственно 505 и 330 *мм*).

424. Телевизоры

В СССР принят телевизионный стандарт, характеризующийся следующими показателями: число строк разложения 625; формат кадра (отношение высоты к ширине) 3 : 4; число элементов разложения изображения ок. 500 000; система развертки — чересстрочная, слева направо и сверху вниз; число полных кадров, передаваемых в одну секунду, 25 (соответственно число полукадров — 50).

Телевизионный приемник	Размер изображения, *мм*	Количество			Чувствительность не хуже, *мкв*		Мощность, потребляемая от сети, *вт*		Неискаженная звуковая мощность, *вт*	Вес приемника, *кГ*
		принимаемых телевизионных программ	ламп (без кинескопа)	полупроводниковых диодов	по каналу изображения	по каналу звука	при приеме телевидения	при приеме радиовещания		
КВН-49-4	105×140	3	16	—	1000	800	216	—	1	29
Т-2 «Ленинград»	135×180	3	32	—	500	350	320	120	2,5	52
«Луч» («Зенит»)	180×240	3	17	—	1000	1000	200	100	1	35
«Авангард-55» .	180×240	5	18	4	500	500	220	120	1	35
«Рекорд-Б» . . .	210×280	12	16	11	200	200	140	90	0,5	24
«Союз»	210×280	5	15	5	200	200	140	65	1	23
«Енисей-2» . . .	210×280	12	16	8	200	300	150	90	1	24
«Беларусь-4» . .	220×290	12	21	5	200	300	200	60	1	38
«Старт-2» . . .	220×290	5	18	5	200	100	130	60	1	20
«Знамя-58» . . .	225×340	12	15	7	200	200	130	65	1	28
«Темп-3»	257×345	12	18	6	100	50	165	65	1,5	30
«Неман»	270×360	12	13		200	200	150		1	30
«Воронеж-2» . .	270×360	12	14	8	200	200	150	—	1	25
«Рубин-102» . .	270×360	12	19	11	100	50	150	60	1	35,5
«Темп-6»	290×370	12	18	11	50	30	175	60	1,5	27

425. Телевизор на полупроводниках

Название приемника	«Спутник»
Число полупроводников	30
Размер изображения, *мм*	140×150
Потребляемая мощность, *вт*	14
Программа телевещания, принимаемая телевизором	первая
Источник питания	аккумулятор 12 *в*
Вес, *кГ*	7,4
Размер телевизора	214×207×286 *мм*

426. Радиолокационные станции

Показатели	Название станции			
	«Нептун»	«Створ»	«Ленинград»	«Дон»
Длина волны станции, *см*	3	3,2		3
Мощность в импульсе, *квт*	35—50	80—100	7	80—85
Длительность импульса, *мксек*	0,25 и 1	0,1	0,1	0,1; 0,5 и 1
Частота посылок импульсов в секунду	2700 и 675	ок. 2000	ок. 400	1600 и 800
Число оборотов антенны в минуту	14	24	25	12
Угол раствора луча антенны в горизонтальной плоскости, °	1,6	1,7	1,7	1
Угол раствора луча в вертикальной плоскости, °	13—14	20	20	20
Диаметр экрана индикатора, *мм*	310	230	170	310
Потребляемая станцией мощность, *квт*	2,8—3,8	1,4	0,5	2,8—3,8
Вес комплекта станции без агрегата питания, *кГ*	900	180	65	
Мертвая зона станции, *м*	120	30	25	45—50

Продолжение

Показатели	Название станции			
	«Нептун»	«Створ»	«Ленинград»	«Дон»
Дальность обнаружения	Судно водоизмещением 1000 *Т* обнаруживается на расстоянии не менее 22 *км*, морской буй—4,6 *км*, берег—37 *км*	Судно водоизмещением 2000 *Т* обнаруживается на расстоянии не менее 11 *км*, морской буй—2,8 *км*	Судно водоизмещением 600 *Т* обнаруживается на расстоянии 7—9 *км*, морской буй—1,5 *км*, речной бакен—0,4—0,5 *км*	Судно водоизмещением 3000 *Т* обнаруживается на расстоянии не менее 35,2 *км*, морской буй—6,3 *км*, четырехвесельная лодка—50 *м*
Суда, на которых устанавливается станция	Крупные пассажирские и торговые суда морского флота	Суда рыболовного флота, торгово-пассажирские морские и речные суда среднего и малого тоннажа	Речные суда, малые суда рыболовного флота	Крупные пассажирские и торговые суда морского флота

Примечание. Указанные станции обеспечивают: вождение судов при полном отсутствии видимости (в тумане, ночью и пр.), опознавание берега, движение в узостях, вход в порты, а также дают возможность предупредить столкновение с надводными препятствиями и встречными судами. Станция «Нептун» определяет расстояние до берега или другого судна с точностью до 3% на дистанциях до 9 *км* и 0,6% — на больших дистанциях, станция «Дон» — с точностью до 25 *м* на дистанциях до 1,4 *км*, с точностью 1,5% на дистанциях до 9 *км* и с точностью 0,6% на бо́льших дистанциях.

427. Первая радиолокация Луны

Длина волны радиолокационной станции, *м*	2,68	Число диполей приемо-передающей антенны	64
Длительность импульса, *сек*	0,25	Промежуток времени между посылкой импульса и получением отражения, *сек*	ок. 2,6
Частота импульсов	1 раз в 4 *сек*	Дата первой локации Луны	10.I.1946 г.
Мощность импульса, *квт*	3		

428. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом

Обозначение фотоэлемента	Тип	Рабочее напряжение, *в*	Минимальная начальная чувствительность *, $\frac{мка}{лм}$	Область максимальной спектральной чувствительности **, Å	Максимальное значение темнового тока, *а* ***	Высота и диаметр максимальные, *мм*	Максимальная частота модуляции источника, *кгц*	Область применения
ЦГ-1	Кислородно-цезиевый газонаполненный (наполнитель — аргон)	240	75	7000—9500	$1 \cdot 10^{-7}$	125; 55	7	Стационарные киноустановки
ЦГ-3		240	100	7000—9500	$1 \cdot 10^{-7}$	95; 26	8	Кинопередвижки
ЦГ-4		240	100	7000—9500	$1 \cdot 10^{-7}$	125; 39	7	Стационарные установки
СЦВ-3	Сурьмяно-цезиевый вакуумный	240	80	3200—4500	$1 \cdot 10^{-8}$	95; 26	8	Кинопередвижки; установки автоматического контроля
СЦВ-4		240	80	3200—4500	$1 \cdot 10^{-7}$	125; 39	8	Стационарные киноустановки; установки автоматического контроля
СЦВ-51		90—240	80	3200—4500	$1 \cdot 10^{-8}$	95; 26	8	Фототелеграфная аппаратура связи

Примечания. 1. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом представляют собой вакуумные (или газонаполненные) двухэлектродные лампы, на внутреннюю стенку которых (катод) напыляется вещество, испускающее под действием света электроны. Анод обычно выполняется в виде тонкого проволочного кольца, расположенного в середине колбы.

При обычно применяемых в практике световых потоках фототоки в вакуумных фотоэлементах очень малы (примерно до 1 *мка*). Для увеличения тока фотоэлементов их наполняют аргоном (давление от 0,01 до 0,1 *мм рт. ст.*). Усиление тока происходит вследствие ионизации газа под действием вылетающих из катода электронов.

2. Газонаполненные фотоэлементы, обладая большей чувствительностью, чем вакуумные, вместе с тем более инерционны. Инерционность проявляется в том, что при освещении фотоэлемента ток не сразу достигает своего конечного значения, а после прекращения освещения ток убывает с некоторым замедлением. Последнее свойство не позволяет использовать их в случаях, связанных с быстропеременными процессами (при частотах модуляции светового потока больше 10000 *гц*).

3. Для получения заметных электрических токов в фотоэлементах с внешним фотоэффектом недостаточно одного воздействия света. Необходимо создать между катодом и анодом фотоэлемента электрическое поле, обеспечивающее попадание всех вылетающих из фотокатода электронов на анод. Поэтому для работы фотоэлементов с внешним фотоэффектом необходимо в их электрическую цепь включать источник постоянного напряжения (аккумулятор, сухую батарею).

4. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом широко применяются также в телевидении, в исследованиях ядерных и космических излучений, в измерительной технике.

---

* *Чувствительностью* (или интегральной чувствительностью) фотоэлемента называется величина тока фотоэлектронной эмиссии, создаваемого в фотоэлементе неразложенным световым потоком в 1 *лм*.

** *Темновым током* называется ток, протекающий через фотоэлемент, включенный нормальным образом и находящийся в темноте. Этот ток увеличивает шумы и может служить причиной появления искажений при звуковоспроизведении. Появление темнового тока обусловливается физическими свойствами самого катода (ток термоэмиссии) и утечкой тока по деталям конструкции фотоэлемента.

*** *Спектральная чувствительность* фотоэлемента характеризуется его чувствительностью к световым лучам разной длины.

429. Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом (фотосопротивления)

Показатели	Тип и обозначение фотоэлемента						
	Серно-свинцовые		Сернисто-висмутовый, ФС-Б2	Серно-кадмиевые			
	ФС-А1	ФС-А4		ФС-К1	ФС-К2	ФСК-М1	ФСК М2
Максимальное рабочее напряжение, *в*	15		50	400	300	600	600
Удельная чувствительность*, $\frac{мка}{мкв}$	500		1 000	3 000	25 000		
Максимальная частота модуляции источника света, *гц*	1 000—6 000		100—400	10—100	10—100	5—10	3
Рабочая площадь, $см^2$	0,4×0,7		1,1×1,1	0,35×0,72	0,35×0,72	0,28	
Темновой ток при рабочем напряжении 15 *в*, *мка*	150		15	1,5	15		0,2
Область максимума спектральной чувствительности, Å	13 000—23 000		5 000—8 000	4 000—7 000	4 000—7 000	5 100	5 100
Высота фотоэлемента, *мм*	19,5	33	21,9	16	16	21	21

Примечания. 1. В фотосопротивлениях под действием света число носителей тока увеличивается, т. е. их сопротивление уменьшается. В отличие от фотоэлементов с внешним фотоэффектом в фотосопротивлениях возникающие под воздействием света носители тока не вылетают наружу, а остаются в толще полупроводникового слоя, хаотически перемещаются там; при этом никакого тока не наблюдается. Для того чтобы в фотосопротивлении возник ток, необходимо использовать постоянный источник электрического поля, соединив для этой цели один конец фотосопротивления с положительным полюсом батареи, а другой — с отрицательным. Следовательно, в фотосопротивлениях, как и в фотоэлементах с внешним фотоэффектом, под действием света не возникает собственных э. д. с.

2. Чувствительность фотосопротивлений пропорциональна приложенному напряжению. Их применение ограничивает отсутствие пропорциональности между фототоком и интенсивностью освещения, а также присущая им большая инерционность, не позволяющая применять фотосопротивления, для регистрации переменных излучений, имеющих частоту больше 5000—6000 *гц*, а также зависимость фототока от окружающей температуры

3. Фотосопротивления применяются в различных устройствах фотоэлектронного контроля и фотоэлектронной автоматики.

* *Чувствительность фотосопротивления* определяется произведением удельной чувствительности на приложенное напряжение.

430. Фотоэлементы с запирающим слоем (вентильные)

Показатели	Тип и обозначение фотоэлемента							
	Селеновые			Серо-таллиевый	Серни́сто-серебряные			
	К-5	К-10	К-20		ФЭСС-У-2	ФЭСС-У-3	ФЭСС-У-5	ФЭСС-У-10
Рабочая площадь, $см^2$ . . .	5	10	20	2	2	3	5	10
Интегральная чувствительность, $\frac{мка}{лм}$	250—500			5 000—10 000	3 500—8 000			
Фото-э. д. с., *мв*				до 150	60—150 (при освещённости 25 *лк*)			
Внутреннее сопротивление, *ом*	10^3—$5 \cdot 10^4$				1 500—3 000	1 000—2 000	700—1 400	400—800
Максимальная частота модуляции источника света, *гц*	50—100				5—10			
Область максимума спектральной чувствительности, Å	5 000—6 000			8 000—10 000	6 000—11 000			

Примечания. 1. Принципиальное отличие вентильных фотоэлементов от других фотоэлектрических устройств заключается в том, что под действием света у них возникает собственная э. д. с., т. е. в них осуществляется непосредственный переход энергии электромагнитных волн спектра в электрическую энергию. На прямом солнечном свете величина э. д. с. достигает десятых долей вольта. Указанное свойство полупроводниковых фотоэлементов делает их весьма ценными и перспективными (в частности, в решении проблемы непосредственного превращения энергии солнечного излучения в электрическую). Так, если к. п. д. такого превращения для селеновых фотоэлементов не превышает 0,1%, то для вентильных фотоэлементов нового типа (германиевых и кремниевых) к. п. д. достигает 6—10%. Важность указанной проблемы становится особенно наглядной, если вспомнить, что общее количество лучистой энергии, достигающее поверхности Земли в области суши, за год составляет примерно $800 \cdot 10^{18}$ *ккал*, а разведанные минеральные запасы топлива (уголь, нефть, газ) могут обеспечить получение примерно $7 \cdot 10^{18}$ *ккал*.

2. Вентильные фотоэлементы используются главным образом для измерения световых потоков. Высокая чувствительность и наличие собственной э. д. с. позволяет использовать вентильные фотоэлементы во многих схемах без источников питания (люксметры, фотометры, экспонометры, приборы для измерения прозрачности газовых сред, жидкостей и др.).

431. Фотоэкспонометры и люксметры

Показатели	Фотоэлектрические экспонометры			Люксметр Ю-16
	«Ленинград» (Ю-11)	«Киев» (ЭФ-3)	ЭП-4	
Назначение	Фотоэлектрические экспонометры предназначены для определения выдержек при фотографических и кинематографических съемках			Предназначен для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания, люминесцентными лампами и естественным светом
Принцип действия	Под действием света в цепи селенового фотоэлемента возникает ток, измеряемый весьма чувствительным стрелочным магнитоэлектрическим микроамперметром, отградуированным в световых или условных единицах Определение выдержки с помощью фотоэлектрических экспонометров можно осуществить путем измерения освещенности или яркости объекта съемки			
Пределы измерений освещенности, *лк*	35—9 000; 1 400—350 000		25—100 000	0—25; 0—100; 0—500 (основные пределы измерения); 0—25; 0—10 000; 0—50 000 (дополнительные пределы измерения)
Пределы измерений яркости, *апостильбы* *	7—1 800; 280—72 000	25—50 000	15—200 000	—
Погрешность измерения, %	от —29 до +41			±10 или ±15 (в зависимости от предела измерений)

* В экспонометрических замерах и расчетах в качестве единицы яркости часто применяют *апостильбы*. 1 *стильб* = 31 400 *апостильб* ≈ 10^4 *нит*.

432. Кремниевый преобразователь энергии солнечного излучения в электрическую энергию

Кремниевый преобразователь энергии представляет собой кремниевый фотоэлемент с высоким коэффициентом полезного действия. Он служит для прямого превращения энергии солнечного излучения в электрическую энергию. В таблице приводятся некоторые параметры кремниевого фотоэлемента.

Ток фотоэлемента, $\frac{ма}{см^2}$	25—30 *
Напряжение разомкнутой цепи, *в*	$\approx$0,5 *
К. п. д. фотоэлемента, % . .	до 11
Элементы, из которых собираются солнечные батареи .	шайбы ∅ 20—25 *мм* или прямоугольные пластинки размером 15 × 50 *мм*
Выходная мощность, которую можно получить с 1 $м^2$ рабочей поверхности батареи (в ясный солнечный день), *вт*	100
Область применения	Источники тока для питания маломощных телефонных или радиотехнических устройств (например, на искусственных спутниках Земли, кораблях-спутниках, космических ракетах)

* При освещении фотоэлемента Солнцем в ясный летний день.

433. Параметры фотоумножителей

Фотоумножитель	Число каскадов усиления	Чувствительность фотокатода, $\frac{мка}{лм}$	Параметры при разных рабочих напряжениях						Размеры, *мм*	
			рабочее напряжение, *в*	интегральная чувствительность, * $\frac{а}{лм}$	темновой ток, *а*	рабочее напряжение, *в*	интегральная чувствительность, $\frac{а}{лм}$	темновой ток, *а*	наибольший диаметр	длина
ФЭУ-17	13	25	650	1	$3 \cdot 10^{-10}$	775	10	$3 \cdot 10^{-9}$	48	173
ФЭУ-18	13	25	650	1	$3 \cdot 10^{-10}$	775	10	$3 \cdot 10^{-9}$	48	173
ФЭУ-19	13	25	900	1	$3 \cdot 10^{-10}$	1150	10	$3 \cdot 10^{-9}$	48	195
ФЭУ-20	8	35	800	1	$2 \cdot 10^{-9}$	900	2,5	$3 \cdot 10^{-9}$	34	90
ФЭУ-22	13	10	1250	1	$5 \cdot 10^{-9}$		4,5	$1,5 \cdot 10^{-8}$	48	173
ФЭУ-25	9	30	1000	1	$3 \cdot 10^{-9}$		4	$6 \cdot 10^{-9}$	34	109

Примечание. Фотоумножители предназначены для измерения слабых световых потоков, падающих на фотокатод. Увеличение числа каскадов фотоумножителя не всегда дает возможность измерить пренебрежимо малые световые потоки. Наименьшая освещенность, которую отмечает фотоумножитель, ограничена величиной темнового тока (т. е. тока, протекающего через прибор при неосвещенном фотокатоде главным образом вследствие термоэлектронной эмиссии фотокатода).

Фотоумножители, выпускаемые отечественной промышленностью, имеют электростатическую фокусировку вторично-эмиссионных потоков, 8—13 каскадов усиления, напряжение 700—2600 *в*, выходной фон порядка 100—200 *мка* и чувствительность в среднем от 1 до 1000 $\frac{а}{лм}$. В качестве эмиттера вторичных электронов используется сурмяно-цезиевый слой на никелевой подкладке, а в фотоумножителе ФЭУ-22 — алюминиево-магниевый сплав, активированный кислородом. Величина вакуума — 10^{-6} *мм рт. ст.* Для указанных фотоумножителей применяются кислородно-цезиевые фотокатоды, а в фотоумножителе ФЭУ-22 — серебряно-кислородно-цезиевый. У многокаскадных приборов усиление имеет величину порядка 10^5. Такое усиление достигается фотоумножителем ФЭУ-17 при напряжении порядка 60 *в* на каскад, ФЭУ-19—80 *в*, ФЭУ-20—150 *в*, ФЭУ-22—100 *в*.

Фотоумножители широко используются в астрономии (изучение спектра Солнца, инфракрасного излучения ночного неба, свечения полярных сияний), в ядерной физике при обнаружении и подсчете заряженных частиц путем регистрации вспышек (сцинтилляций) на флюоресцирующем веществе при бомбардировке их этими частицами, в звуковом кино, фототелеграфии, в спектральном анализе и т. п.

* *Интегральная чувствительность фотоумножителя* ($\gamma_ф$), характеризующая чувствительность к неразложенному свету (а не к монохроматичному пучку света), равна произведению чувствительности фотокатода (γ) на коэффициент усиления умножителя (M). Следовательно, интегральная чувствительность фотоумножителя в M раз больше интегральной чувствительности фотокатода. Измеряется $\gamma_ф$ в $\frac{а}{лм}$. Однако это не означает, что при освещении фотокатода умножителя достаточно интенсивным световым потоком анодный ток его может достигнуть в стационарном режиме величины порядка ампера. В обычных эксплуатационных условиях выходные (анодные) токи не превышают нескольких десятков миллиампер. Освещение фотоумножителя слишком большим световым потоком неизбежно приведет к выходу его из строя. Чтобы подчеркнуть недопустимость использования фотоумножителей при больших анодных токах, интегральную чувствительность фотоумножителей иногда выражают в микроамперах на микролюмен.

434. Наиболее распространенные типы термопар

При наименовании термопар первым указывается обычно положительный электрод. Кроме перечисленных термопар, для кратковременных измерений высокой температуры (1800—2000° С и выше) применяются молибдено-вольфрамовые, вольфрам-графитовые и другие термопары (см. табл. 435). Термоэлектроды термопар из благородных металлов изготовляются обычно диаметром 0,5 *мм*, а термопар из неблагородных металлов — 1,5—3 *мм*.

Тип термопары, ее условное обозначение и химический состав электродов (проволок)	Верхний предел применения (°С): числитель — при длительном пользовании, знаменатель — при кратковременных измерениях	Термо-э. д. с. (*мв*) при разности температур спаев: числитель — 100 и 0°, знаменатель — верхний предел при кратковременных измерениях и 0°	Краткая характеристика термопары
Платинородий-платиновая, ТП . . . . . 1 — чистая платина; 2 — 90% платины, 10% родия	$\frac{1300}{1600}$	$\frac{0,64}{16,8}$	Термопары этого типа наиболее надежны из всех известных сейчас типов термопар. Они применяются главным образом для измерения высоких температур (выше 1000° С; например, температуры расплавленных металлов), для измерения температур в особо ответственных термических процессах, для проверки рабочих, лабораторных и образцовых термопар
Хромель-алюмелевая, ТХА 1 — 10% хрома, 90% никеля; 2 — 2% алюминия, 1% хрома, 2% марганца, 95% никеля	$\frac{1000}{1300}$	$\frac{4,10}{52,4}$	Термопары ТХА широко распространены в промышленности, т. к. они наиболее стойки при работе в окислительной среде по сравнению с остальными термопарами из неблагородных металлов. Применяются для измерения температуры пара и воды при давлениях до $250 \frac{кГ}{см^2}$, для измерения температуры в промышленных печах (доменных, мартеновских, нагревательных)

Продолжение

Тип термопары, ее условное обозначение и химический состав электродов (проволок)	Верхний предел применения (°С): числитель — при длительном пользовании, знаменатель — при кратковременных измерениях	Термо-э. д. с. (*мв*) при разности температур спаев: числитель — 100 и 0°, знаменатель — верхний предел при кратковременных измерениях и 0°	Краткая характеристика термопары
Хромель-копелевая, ТХК. 1—10% хрома, 90% никеля; 2—56% меди, 44% никеля	600 / 800	6,95 / 66,4	Развивают наибольшую термо-э. д. с., что является их большим достоинством. Используются для измерения температуры в трубопроводах и резервуарах при рабочем давлении до 30 $\frac{кГ}{см^2}$, температуры пара и воды при давлении до 250 $\frac{кГ}{см^2}$ и температуре до 600° С, температуры отходящих газов котлов и печей, температуры металлических поверхностей (например, труб)
Железо-копелевая . . . . 1—чистое железо; 2—56% меди, 44% никеля	600 / 800	5,75 / 51,1	Имеют сейчас ограниченное применение вследствие легкой окисляемости железа и меди, особенно при высокой температуре. Применяются в калориметрии при различных лабораторных измерениях. В отличие от названных выше термопар серийно не выпускаются.
Медь-копелевая . . . . . 1—чистая медь; 2—56% меди, 44% никеля	400 / 600	4,75 / 37,5	
Железо-константановая . 1—чистое железо; 2—60% меди, 40% никеля	600 / 800	5,2 / —	Измерение температуры в лабораторных условиях
Медь-константановая . . 1—чистая медь;	350 / 500	4,15 / —	Применяются для измерения температур от 0 до — 100° а также при измерении температур ниже 350°

435. Термопары для измерения температуры жидкого чугуна и стали

Показатели	Вольфрамо-молибденовые термопары			Вольфрамо-графитовая термопара *
Электроды термопары	1 — вольфрам 2 — сплав молибдена 99% с железом 1%	1 — вольфрам 2 — сплав молибдена 99,6% с алюминием 0,4%	1 — вольфрам 2 — сплав вольфрама 75% с молибденом 25%	1 — вольфрам 2 — графит
Верхний предел контроля температур при кратковременных измерениях, °С	2200	2300	3000	1900—2000
Максимальная т.-э. д. с. при указанной температуре спая, ** *мв*	16 (при 2000° С)	20	6	ок. 40
Диаметр термоэлектродов, *мм*	0,45—0,55	0,5	0,5	Графитового — 16,5 или 23,5 *мм*; второй электрод — вольфрамовая проволока
Стойкость рабочего спая термопары (число погружений в жидкий металл)	5—16 ***	6—15 ***		

Примечание. Вес и длина термопар зависят от производственных условий. Например, вольфрамо-молибденовые термопары имеют следующие параметры: термопары, предназначенные для измерения температуры металла в ванне мартеновской печи — вес 11,5 *кГ* и длину 4,3 *м*, для измерения температуры металла в ванне дуговой печи соответственно 5—6 *кГ* и 2,4—3 *м*, для измерения температуры в тигле индукционной печи — 1,8—2,1 *кГ* и 1—1,5 *м*.

Для ввода термопары в мартеновскую печь применяется специальная тележка. Продолжительность измерения (время, в течение которого термопара погружена в расплавленный металл) — до 25—30 *сек*.

* Термопара применяется также для замера температуры в горнах доменных печей.

** При температуре свободных концов 0° С.

*** После указанного числа погружений конец термопары обрезается и спай возобновляется (электродные проволоки, проходящие через всю термопару, вытягивают на 8—10 *см* и сваривают, образуется «свежая» термопара; запас проволоки (электродов) находится в катушке рукоятки термопары).

436. Термоэлемент для измерения температуры планет и звезд

Термоэлемент, точнее один из его спаев, помещают в фокусе телескопа, где получается резкое изображение звезды или планеты, температуру которых измеряют. Второй спай воспринимает энергию, поступающую через рефлектор от участка неба, расположенного рядом с измеряемым объектом. Количество энергии, получаемой от звезды или планеты, весьма мало (для звезд 6-й величины оно составляет $1 \cdot 10^{-13} \frac{кал}{см^2}$ в минуту; для звезд 0 величины и некоторых планет она примерно в 250 раз больше). Несмотря на это, с помощью термоэлемента измерение полной радиации звезд, позволяющее сделать наиболее достоверный вывод о температуре ее излучающей поверхности, производится для звезд вплоть до 7-й величины. Что касается планет, то с помощью указанного термоэлемента, спай которого имеет величину 0,1 *мм*, ведут измерение температуры даже отдельных участков планеты, т. к. диаметр планеты в телескопе получается порядка одного миллиметра. Поэтому спай можно помещать в различные участки изображения планеты, получаемого в телескопе.

Материал термоэлектродов	висмут и медь	Длина термоэлемента, *мм*	0,5
Диаметр термоэлектродов, *мм* . . .	0,01	Вес термоэлемента, *мГ*	0,3

437. Термоэлектрические генераторы

Тип	Напряжение батареи, *в*		Ток батареи, *ма*		Срок службы, *ч* (не менее)	Нагреватель	Расход керосина, $\frac{г}{ч}$	Назначение
	анодной	накальной	анодной	накальной				
ТЭГК-2-2	80—100	1,2—1,4	10—12	500—600	5000	Керосиновая 20-линейная лампа	60—70	Питание приемников «Воронеж», «Искра», «Родина-52»
ТГК-3 *	2	2	2000	500	5000	То же	60—70	Питание батарейных приемников с применением вибропреобразователя ***
ТЭГК-6	6	1,2	130	130	6000	Керосиновая 10-линейная лампа	20—25	Питание приемника «Родина-59»
ТЭГК-10 **	10	1,2	1000	700	5000	Керогазовая горелка	100—105	Питание колхозных радиоузлов типа КРУ-2 с вибропреобразователем
ТГУ-1	1,2	5	2000	2000	5000	То же		Питание радиостанции «Урожай»

* Электроды термопары — сурьмяно-цинковый сплав и константан; температура нагреваемых (внутренних) спаев термоэлементов 380° С, охлаждаемых (наружных) — 70—80° С.

** Температура нагреваемых спаев термоэлементов 400—420° С, охлаждаемых 90—100° С.

*** Через вибропреобразователь производится питание анодных цепей. Вибропреобразователь преобразует постоянный ток низкого напряжения в постоянный ток более высокого напряжения. Он состоит из вибратора (электромагнита с контактным прерывателем), повышающего трансформатора и выпрямителя.

Электрические осветительные приборы

438. Люминесцентные лампы

В настоящее время выпускаются лампы с различным оттенками света: лампы «дневного света» (ДС), лампы «холодного белого света» (ХБС), лампы «белого света» (БС) и лампы «теплого белого света» (ТБС). Наиболее близки по своему спектральному анализу к спектральному составу излучения небосвода в облачный день лампы ДС (с некоторым преобладанием излучений в сине-зеленой части и недостатком в красной части спектра). Лампы БС и ТБС по своему спектральному составу ближе подходят к лампам накаливания. Люминесцентные лампы (особенно лампы ДС) обеспечивают улучшенную светопередачу, т. е. цвета поверхностей при их свете воспринимаются почти так же, как при естественном дневном освещении, и позволяют получать высокие освещенности без больших затрат мощности.

Особенности ламп: высокая, по сравнению с лампами накаливания, световая отдача (примерно в 4—5 раз большая при одинаковой мощности), больший срок службы, меньшее слепящее действие, низкая (40—45° С) температура поверхности колбы, делающая лампу менее пожароопасной; зависимость работы ламп от внешней температуры. Лампы рассчитаны на работу в среде с температурой 18—25° С. При больших или меньших температурах световой поток и световая отдача уменьшаются. При температурах ниже 5° С разряд в лампе не возникает; в этом случае необходимо применять специальные пусковые и теплоизолирующие устройства.

Лампы мощностью 15 и 20 *вт* предназначены для включения в сеть напряжения 127 *в*, лампы 30 и 40 *вт* в сеть напряжения 220 *в*. Совмещение света люминесцентных ламп и ламп накаливания не является вредным, но может быть неприятным. Срок службы лампы не менее 3000 часов.

Мощность, *вт*	Напряжение на лампе, *в*	Ток лампы, *а*	Световой поток, *лм*			Световая отдача, $\frac{лм}{вт}$			Размеры, *мм*	
			ДС и ХБС	БС	ТБС	ДС и ХБС	БС	ТБС	диаметр	длина без электродов
15	58	0,30	490	560	500	32,6	37,3	33,3	25	436
20	60	0,35	700	800	700	35,0	40,0	35,0	38	589
30	108	0,32	1160	1400	1250	38,6	46,6	41,6	25	894
40	108	0,41	1700	1920	1780	42,5	48,0	44,5	38	1198

439. Люминофоры, применяемые в светотехнике

Люминофор (в скобках — активатор) *	Цвет свечения	Полосы поглощения		Полосы излучения		Применение люминофора
		область полосы поглощения, Å	максимум полосы поглощения, Å	область полосы излучения, Å	максимум полосы излучения, Å	
Вольфрамат магния	сине-белый; голубой	2200—3200	2850	3600—7200	4800	Вольфрамат магния и силикат цинка-бериллия наиболее употребительны для люминесцентных ламп
Силикат цинка-бериллия (Mn)	оранжевый	2200—3000	2540	4800—7200	5900	
Ортосиликат цинка (Mn) . . .	зеленый	2200—2950	2540	4500—6200	5300	Люминофоры используются для улучшения цветности газосветных ламп (декоративных, рекламных)
Вольфрамат кальция	синий	2200—3000	2700	3600—7000	4400	
Фосфат кальция (Ce)	синий и близкий к ультрафиолетовому	2200—3200	2600—3000	3300—4400	3600	Люминофор употребляется для ламп ультрафиолетового облучения
Фторогерманат магния (Mn)	красный				6600	Люминофоры применяются для улучшения цветности люминесцентных ламп
Ортофосфат кальция (Ce, Mn)	красный				6400	
Галофосфат кальция (Mn) . .	от голубого до розового			3800—7500	5800—5900	Люминофор применяется для изготовления люминесцентных ламп БС, ХБС, ТБС
Борат кадмия (Mn)	розовый; малиново-красный	2200—3600	2500	5200—7500	6200	Люминофор применяется как компонент для люминесцентных ламп ДС и в декоративных лампах

* Свечение люминофоров может быть двух типов: а) когда способностью к свечению обладает само основное вещество люминофора, б) когда способность светиться обусловлена наличием посторонней примеси — активатора, присутствующего в небольших количествах (от 10^{-4} до 10^{-3} г на грамм основного вещества люминофора).

440. Лампы накаливания нормальные

Мощность, *вт*	110 и 127 *в*		220 *в*		Размеры лампы, *мм*	
	световой * поток, *лм*	световая ** отдача, $\frac{лм}{вт}$	световой поток, *лм*	световая отдача, $\frac{лм}{вт}$	длина	диаметр
10	70	7,0	—	—	107	61
15	125	8,3	101	6,7	107	61
25	228	9,1	198	7,9	107	61
40	380	9,5	340	8,5	124	66
60	660	11,0	540	9,0	124	66
75	915	12,2	698	9,3	124	66
100	1 320	13,2	1 050	10,5	159	76
150	2 280	15,2	1 845	12,3	175	81
200	3 200	16,0	2 660	13,3	205	97
300	5 160	17,2	4 350	14,5	237	112
400	7 000	17,5	6 000	15,0	242	112
500	9 100	18,2	8 000	16,0	242	112
750	14 250	19,0	12 980	17,3	336	152
1000	19 500	19,5	18 000	18,0	336	152
	Биспиральные лампы					
55	650	11,8	—	—	110	61
71	900	12,7	—	—	131	66
96	1 300	13,5	—	—	131	66
82	—	—	900	11,0	131	66
109	—	—	1 300	11,9	131	66

Примечание. Нормальные осветительные лампы накаливания малой мощности (до 40—60 *вт*) изготовляются вакуумными, т. к. при наполнении газом таких ламп, имеющих небольшой диаметр колбы и достаточно протяженную нить, заметно возрастают потери теплоты через конвекцию; а лампы большой мощности — газополными. В качестве газа-наполнителя в современных лампах применяется смесь аргона (86%) с азотом (14%) или новые наполнители — криптон и ксенон в смеси с небольшим содержанием азота. Роль азота заключается в предотвращении внутренних коротких замыканий тока через газовую среду. Давление в пустотных (вакуумных) лампах составляет 10^{-4}—10^{-5} *мм рт. ст.*, в газополных — 550—650 *мм рт. ст.* (в холодном состоянии). Во время работы лампы давление в газополных лампах вследствие повышения температуры газа увеличивается до 850—900 *мм рт. ст.*

Температура тела накала вакуумных ламп обычно не превышает 2130° С, а в газополных лампах доходит примерно до 2630° С. Максимальная температура наиболее нагревающейся части стенок колбы (место перехода шаровой части колбы в цилиндрическую) газополных ламп составляет для ламп мощностью 60, 100, 150, 200, 300, 500, 750 и 1000 *вт* соответственно 128, 135, 170, 165, 147, 192, 155 и 188° С. Средняя температура газа в колбе 130—180° С.

Наиболее распространены лампы со спиральным телом накала. Длина и диаметр нити накала зависят от мощности ламп. Ориентировочные значения длин нитей газополных ламп 450—1000 *мм*, диаметров 0,03—0,25 *мм*. Средняя продолжительность горения лампы при нормальном напряжении не менее 1000 часов.

Световой к. п. д. лампы накаливания равен примерно 1,5—4% (для люминесцентных ламп 4—7%).

---

* Указаны для ламп в прозрачных колбах. Лампы до 150 *вт* включительно выпускаются также в матированных колбах (световой поток меньше на 3%) и в молочных колбах (поток меньше на 25%).

** *Световая отдача* — отношение излучаемого лампой светового потока к ее электрической мощности.

441. Криптоновые лампы накаливания

Тип лампы	Номинальные параметры			Основные размеры, *мм*		Продолжительность горения, *ч*
	напряжение, *в*	мощность, *вт*	световой поток, *лм*	наибольший диаметр	наибольшая длина	
БК1 . . .	127	51	650	51	95	1000
БК7 . . .	220	59	650	51	95	1000

Примечания. 1. Отвод теплоты от раскаленной нити через газ-наполнитель вследствие его теплопроводности составляет основные потери в энергетическом балансе газополной лампы (см. табл. 223).

Тепловые потери через газ, при прочих равных условиях, зависят от молекулярного веса, связанного с теплопроводностью газа-наполнителя: при увеличении молекулярного веса газа тепловые потери уменьшаются. Молекулярный вес азота — 28, аргона — 40, криптона — 83,7, ксенона — 131,3, поэтому в криптоновых и ксеноновых лампах накаливания тепловые потери значительно меньше, чем у ламп с аргоновым наполнением (примерно на 30% у криптоновых и на 50% у ксеноновых); они более экономичны. Вследствие меньшей теплопроводности криптона колбы ламп нагреваются меньше обычных газополных ламп, поэтому колбы криптоновых ламп имеют меньшие размеры, чем колбы ламп, наполненных аргоном (при одинаковой мощности).

2. Скорость испарения вольфрамовой нити в различных газах уменьшается обратно пропорционально молекулярному весу газа-наполнителя. При одних и тех же условиях наибольшая скорость испарения вольфрама наблюдается в азоте, меньшая — в аргоне, в два раза меньшая — в криптоне и в 3 раза меньшая — в ксеноне.

Следовательно, применение криптона и ксенона для заполнения ламп накаливания повышает срок их службы по сравнению с обычными газополными лампами. Так как скорость испарения вольфрамовой нити в атмосфере криптона и ксенона меньше, чем в атмосфере аргона, то в новых лампах повышена температура накала нити, что увеличивает на 25% ее световую отдачу — важнейший показатель экономичности лампы — без сокращения срока ее службы (сравнительно с обычными газополными лампами той же мощности).

3. Криптон обладает большей электропроводностью, чем аргон. Поэтому для предохранения криптоновых ламп накаливания от возникновения дуги между электродами лампы наполняют не чистым криптоном, а его смесью с азотом. Обычно применяется смесь, состоящая из 10—15% азота, 7—10% ксенона, остальное — криптон.

4. Массовый выпуск ламп с криптоновым наполнением тормозился тем, что криптон и ксенон содержатся в атмосфере в ничтожном количестве (на 1 $м^3$ атмосферы приходится около 1 $см^3$ криптона и еще меньше ксенона) и получение его было сравнительно дорого. Успехи техники глубокого холода (криптон получают из жидкого кислорода) позволяют значительно увеличить производство этих ламп.

442. Газосветные трубки тлеющего разряда

В газосветных трубках используется свечение длинного столба тлеющего разряда. В качестве газов-наполнителей сейчас чаще всего используются неон, гелий или аргон; применяются также газосветные трубки с различными люминофорами, что расширяет ассортимент трубок в отношении цветности излучения и повышает их световую отдачу.

Характеристика трубок

Газосветная трубка представляет собой стеклянную цилиндрическую трубку диаметром 10—30 *мм* и длиной до 6 *м*, с двумя впаянными на концах холодными электродами. Рабочее напряжение на трубке, подаваемое от вторичной катушки высоковольтного трансформатора, зависит от длины трубки и составляет 1000—10 000 *в*; ток — 10—100 *ма*.

Продолжение

Характеристика трубок

Неоновые трубки дают оранжево-красное свечение; давление неона составляет 2—5 *мм рт. ст.*, плотность тока 0,02—0,05 $\frac{a}{см^2}$, световой поток 100—300 *лм* на 1 *м* длины трубки, яркость (0,1—0,3) · 10^4 *нт*, световая отдача 8—12 $\frac{лм}{вт}$.

Трубки с гелием дают розовато-желтый свет; плотность тока в этих трубках составляет 0,02—0,04 $\frac{a}{см^2}$, а световой поток 40—60 *лм* на 1 *м* длины трубки, яркость (0,04—0,06) · 10^4 *нт*, световая отдача 1 $\frac{лм}{вт}$. Трубки с аргоном дают бледно-голубое свечение; трубки с неоном и ртутью дают синий свет, а в окрашенном стекле — зеленый. Срок службы трубок 2000 *ч*.

Области применения

Рекламное освещение, контурное световое оформление, сигнальное освещение на воздушных и морских трассах, на аэродромах.

443. Ртутные лампы высокого давления с люминофором

Тип лампы	Мощность, *вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, $\frac{лм}{вт}$	Размеры, *мм*		Номинальный рабочий ток, *а*	Напряжение на лампе, *в*
				диаметр	длина		
ДРЛ-250	250	9 500	38,0	120	300	2	140
ДРЛ-500	500	21 000	42,0	140	340	4	140
ДРЛ-750	750	33 000	44,0	165	370	6	140
ДРЛ-1000	1000	46 000	46,0	195	400	8	140

Примечания. 1. Для целей освещения в последние годы начали применяться ртутные лампы с исправленной цветностью. Эти лампы, получившие сокращенное название ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные), состоят из кварцевой разрядной трубки, в которую помещается небольшое количество (капля) ртути. При зажигании лампы между самокалящимися электродами, расположенными на противоположных концах кварцевой трубки, возникает газовый дуговой разряд. За счет рассеиваемой в лампе мощности ртуть испаряется и рабочее давление паров в лампе достигает 3—5 *ат*. Кварцевая трубка заключена во внешний стеклянный баллон овальной формы. Спектр ртутных паров высокого давления приближается к сплошному и содержит излучения как в видимой, так и в ультрафиолетовой областях спектра. Видимая часть спектра, однако, не содержит красных лучей, вследствие чего сильно искажается цветопередача. Дополнение спектра лампы недостающим излучением достигается нанесением люминофора на внутреннюю поверхность стеклянного баллона лампы. Слой люминофора под действием ультрафиолетового излучения ртутной лампы пополняет спектр ртутных паров излучением длинноволновой части видимого спектра — оранжево-красными лучами.

2. В отличие от люминесцентных ламп лампы ДРЛ сосредоточивают в небольшом объеме значительную электрическую мощность, обладают большей яркостью, могут работать независимо от температуры окружающей среды. При горении лампы внешний стеклянный баллон имеет высокую температуру (до 300° С).

3. Лампы ДРЛ нельзя непосредственно включать в электрическую цепь. Их работа требует пускорегулирующих аппаратов, вес которых составляет от 9 до 25 *кГ* (в зависимости от мощности лампы). Срок службы — 1500 *ч*. Недостатки ламп: довольно длительное разгорание при включении (5—7 *мин*); спектр ламп, хотя и исправленный люминофором, все-таки не обеспечивает правильной цветопередачи.

4. Новые лампы применяются для освещения высоких цехов металлургических и машиностроительных предприятий, улиц и площадей и поэтому не оказывают слепящего действия.

Оптические приборы

444. Мощный зенитный прожектор

Диаметр отражателя, *см*	150
Фокусное расстояние, *см*	65
Дальность действия прожектора, *км*	до 12 *
Источник света	электрическая дуга
Яркость центральной зоны кратера углей, *Мнт* **	620—700
К. п. д. прожектора ***	0,7
Яркость изображения дуги (зоны кратера) в отражателе, *Мнт*	430—490
Сила света прожектора, млн. *св*	ок. 800
Напряжение на зажимах дуги, *в*	80
Ток дуги, *а*	150
Продолжительность горения углей, *ч*	1,25
Мощность генератора постоянного тока, питающего дугу, *квт*	20
К. п. д. генератора	0,85
Охлаждение прожектора	принудительное, с помощью вентилятора, вращаемого электродвигателем
Материал отражателя	полированное стекло толщиной 13 *мм*, покрытое с тыльной стороны амальгамой серебра, на которую наносится в электролитической ванне защитный слой меди
Вес отражателя, *кГ*	70

Примечание. Зная яркость изображения дуги в нитах (т. е. в свечах с квадратного метра) и площадь светового отверстия прожектора, легко найти силу света прожектора. Если в нашем случае яркость дуги равна 620 *Мнт* = $= 620 \cdot 10^6$ *нт*, то, учитывая к. п. д. прожектора, получаем яркость изображения дуги $620 \cdot 10^6 \cdot 0{,}7 = 434 \cdot 10^6$ *нт*. Площадь светового отверстия прожектора равна $\frac{3{,}14 \cdot 150^2}{4} = 1{,}765$ *м*^{2}. Следовательно, сила света равна:

$$I = 1{,}765 \cdot 434 \cdot 10^6 \approx 766 \cdot 10^6 \text{ св.}$$

* Дальность видимости прожектора значительно больше (она зависит от яркости луча, погоды и др.). Например, луч зенитного прожектора (диаметр 150 *см*), направленный в зенит, на фоне ночного безлунного неба при хорошей прозрачности атмосферы виден почти на 100 *км*.

** 1 меганит равен примерно 100 стильбам.

*** Под к. п. д. прожектора понимают отношение полезного светового потока прожектора к световому потоку источника света.

445. Прожекторы заливающего света *

Тип прожектора	Лампа		Максимальная сила света, *св*	Диаметр отражателя, *мм*	Отражатель
	напряжение, *в*	мощность, *вт*			
ПЗ-24 . .	110; 127	150	6 000	270	Металлический, хромированный
ПЗ-35 . .	110; 127	500	70 000	405	
ПЗ-35 . .	220	500	40 000	405	
ПЗО-45 .	110; 127	1000	200 000	560	Стеклянный
ПЗО-45 .	220	1000	120 000	560	
ПФС-45 .	220	1000	780 000	450	

Примечание. Прожекторы заливающего света широко применяются для освещения больших открытых пространств (площадей, стадионов, парков, строительных площадок, железнодорожных станций и путей, заводских территорий, портов, гидротехнических сооружений и др.), а также фасадов зданий.

* *Прожекторами заливающего света* называются простейшие конструкции прожекторов с металлическими или стеклянными отражателями и стандартными лампами накаливания.

446. Фотоаппараты

Приняты следующие сокращенные обозначения названий объективов и фотоаппаратов: И — «Индустар», Ю — «Юпитер», Г — «Гелиос», М — «Москва».

Фотоаппарат	Объектив аппарата	Наименьшее расстояние фокусировки, *м*	Формат снимка, *мм*	Число кадров	Число автоматических выдержек затвора	Величина автоматических выдержек, *сек*
«Любитель», «Любитель-2»	Т-22	1,3	60 × 60	12	5	1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/200
«Смена», «Смена-2»	Т-22	1,3	24 × 36	36	5	1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/200
«Москва-2», «Москва-4», «Москва-5»	И-23; И-24 (М-5)	1,5	60×90 или 60 × 60; 60×90 (М-2)	8 или 12	8	1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/250
«Зоркий»	И-22	1	24 × 36	36	7	1/20, 1/30, 1/40, 1/60, 1/100, 1/200, 1/500
«Зоркий-2», «Зоркий-2С»	*	1	24 × 36	36	5	1/25, 1/50, 1/100, 1/250, 1/500
«Зоркий-3М», «Зоркий-3С», «Зоркий-4»	Ю-8	1	24 × 36	36	9	1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/50, 1/100, 1/200, 1/500, 1/1000
«Киев», «Киев-4»	Ю-8	0,9	24 × 36	36	9	1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1250
«ФЭД-2»	И-26	1	24 × 36	36	5	1/25, 1/50, 1/100, 1/250, 1/500
«Зенит», «Зенит-С»	И-22 или И-50 или Г-44		24 × 36	36	5	1/25, 1/50, 1/100, 1/250, 1/500
«Ленинград»	Ю-8	1	24 × 36	36	10	1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000
«Старт»	Г-44	0,7	24 × 36	36	10	1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000
«Салют»	И-29		55 × 55	12	11	1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/200, 1/400, 1/750, 1/1500

* Поставляется с одним из следующих объективов: И-50, И-22, Ю-8, Ю-17 или И-26.

447. Объективы фотоаппаратов

Название фотообъектива	Фокусное расстояние, *мм*	Относительное отверстие	Число линз в объективе	Угол поля изображения
«Юпитер-3»	52	1:1,5	7	44°50′
«Юпитер-8»	52	1:2	6	45°
«Юпитер-9»	85	1:2	7	28°50′
«Юпитер-11»	133	1:4	4	18°30′
«Юпитер-12»	36	1:2,8	6	62°50′
«Юпитер-17»	52	1:2	5	45°
«Индустар-22»	51	1:3,5	4	45°
Т-22	75	1:4,5	3	
«Орион-15»	28	1:6	4	75°
«Индустар-26М	50	1:2,8		45°
«Индустар-50»	51	1:3,5	4	45°
«Гелиос-44»	58	1:2	6	40°
«Гелиос-40»	85	1:1,5	6	28°
«Таир-3»	30	1:4,5	3	8°
«Мир-1»	37	1:2,8	6	60°
МТО-500*	500	1:8		5°
МТО-1000*	1000	1:10		2°30′

* Зеркально-линзовые менисковые телеобъективы, предназначенные для фотографирования в крупном масштабе при помощи фотоаппарата «Зенит» труднодоступных, удаленных объектов. Объектив МТО-1000 позволяет снимать предметы, находящиеся на расстоянии до нескольких километров. При наводке на резкость по матовому стеклу с помощью этого объектива изображение выглядит так, как изображение, даваемое зрительной трубой двадцатикратного увеличения. Вес фотообъективов: МТО-500—1,5 *кГ* (длина 17 *см*), МТО-1000—4 *кГ* (длина 26 *см*).

448. Микроскопы

Модель микроскопа	Увеличение объектива	Фокусное расстояние объектива, *мм*	Увеличение окуляра	Фокусное расстояние окуляра, *мм*	Общее увеличение
«МИР-1»	3,7×	33,1	7×	35,7	26×
МУ; МА	8×	18,2	10×	25	80, 120, 400
	40×	4,35	15×	17	600×
М9, МБИ-1	8×	18,2	7×	36	56, 80, 120
	40×	4,35	10×	25	280, 400, 600,
	90×	1,96	15×	17	680, 900, 1350×
МБИ-6					14—1500×*

* При фотографировании на пластинку микроскоп позволяет получить увеличение до 2520×.

449. Магнитные электронные микроскопы

	ЭМ-3	УЭМ-100
Назначение	Визуальные и фотографические наблюдения и исследования различных объектов (медицина, металловедение, химия, физика, сельское хозяйство, геология и т. д.)	
Увеличение	250—25 000 ×	300—40 000 ×
Разрешающая способность, Å	40—30	50—35
Необходимое разрежение в колонне микроскопа, *мм рт. ст.*	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
Ускоряющее напряжение, *кв*	до 50	до 100
Размер светящегося экрана конечного изображения, *см*	4,5 × 4,5	6 × 9
Потребляемая мощность, *квт*	не более 2	ок. 1
Габарит, *м*	2 × 0,9 × 1,4	
Вес, *кГ*	525	1000

450. Телескоп-рефрактор школьный (модель 1956 г.)

Диаметр объектива, *мм*	80
Фокусное расстояние объектива, *мм*	800
Светосила	1 : 10
Фокусное расстояние окуляров, *мм*	28; 20; 10
Увеличение трубы	
при окуляре $f_1 = 28$ *мм*	28,5×
» » $f_2 = 20$ *мм*	40×
» » $f_3 = 10$ *мм*	80×
Диаметр трубы телескопа, *мм*	100
Длина, *мм*	600

451. Менисковый школьный телескоп (ТМШ)

Увеличение телескопа	25 ×* или 70 ×*
Диаметр мениска, *мм*	70,4
Фокусное расстояние мениска, *мм*	703,4
Длина трубы с окуляром, *мм*	241, 215
Вес, *кГ*	6,85

* При различных окулярах.

452. Менисковые телескопы

Конструкция 700 и 500 *мм* телескопов разработана Б. К. Иоаннисиани; оптика 700 *мм* телескопа рассчитана Д. Д. Максутовым и Г. Г. Слюсаревым; оптика 500 и 200 *мм* телескопов рассчитана Д. Д. Максутовым.

Показатели / Диаметр мениска	700 *мм*	500 *мм*	200 *мм* (АЗТ-7)
Назначение	Астрограф	Астрограф	Исследование небесных объектов путем визуального наблюдения, фотографирования, спектрографирования и фотометрирования
Диаметр мениска, *мм*	700	500	200
Диаметр зеркала, *мм*	975	663	213
Фокусное расстояние системы, *мм*	2100 или 10 500	1200	2000 или 10 000
Относительное отверстие	1:3 или 1:15	1:2,4	1:10 или 1:50
Место и год установки	Горная Абастуманская обсерватория, 1955 г.	Горная обсерватория Академии наук Казахской ССР, 1950 г.	Применяется в стационарных и экспедиционных условиях

453. Крупнейшие телескопы-рефракторы

Показатели	Обсерватория, где установлен телескоп				
	Пулковская (СССР)	Пулковская * (СССР)	Парижская (Франция)	Ликская (США)	Иркская (США)
Диаметр объектива, *см* . . .	65	76,2	83	91,4	102
Число линз объектива . . .	2				2
Толщина объектива, *см* . .	ок. 90				140
Фокусное расстояние объектива, *м*	10,5	12,9	15,9	17,3	19
Относительное отверстие объектива	1:16	1:17	1:19	1:19	1:19
Длина трубы, *м*	12	14		17,5	20
Вес всего телескопа, *т* . . .	16			40	75
Год начала работы	1955	1885	1889	1888	1897

* Установка разрушена во время второй мировой войны.

454. Крупнейшие телескопы-рефлекторы

Показатели	Обсерватория					
	Крымская астрофизическая, СССР		Деналп Рачмонд Хилл, США	Макдональд Маунт-Лок, США	Моунт Вильсон, США	Моунт Паломар, США
Диаметр главного зеркала, *см*	120	260	208	188	254	508
Относительное отверстие	1:7	1:4	1:4	1:4,9	1:5,1	1:3,3
Вес зеркала, *Т*	1,5 (с оправой)	4			4,5	14,5
Толщина зеркала, *см*	20	37,5			33	
Главное фокусное расстояние зеркала, *м*	8,4	10	8,1	8,9	12,7	16,5
Вес вращающейся части телескопа, *Т*	55 *	62			100	500 *
Диаметр башни обсерватории, *м*	15	22			28	42
Длина трубы телескопа, *м*	7	10				17
Год начала работы	1952	1961	1939	1933	1917	1948

* Общий вес телескопа.

455. Перископы подводных лодок

Длина трубы перископа, *м*	до 15
Диаметр нижней части трубы перископа, *мм*	150—180
» верхней » » » , *мм*	30—40
Увеличение перископа	1,5 ×; 6 × *
Поле зрения перископа, градусы	40; 10
Число линз и призм, входящих в перископ	до 20 и более
Материал для труб перископа	нержавеющая сталь, бронза
Вес, *кГ*	200—850

Примечание. Быстрые подъем и спуск перископа осуществляются механизмами, приводимыми в движение электродвигателем или сжатым воздухом.

В перископе подводной лодки, где стеклянных поверхностей бывает более 40, непосредственно в глаз наблюдателя попадает всего лишь 12% светового потока (при использовании обычной оптики). Наибольшие потери (76—78%) связаны с отражением и рассеянием света поверхностями оптических деталей. Для уменьшения световых потерь в современных перископах применяют просветленную оптику.

* Шестикратное увеличение используется тогда, когда обнаруженная цель должна быть рассмотрена более детально. При шестикратном увеличении поле зрения уменьшается до 10°.

456. Промышленные стилоскопы для спектрального анализа

Показатели	Стилоскопы		Стилометр СТ-7
	стационарный СЛ-10	переносный СЛП-1	
Назначение	Быстрый визуальный качественный и приближенный количественный спектральный анализ сталей и цветных сплавов в видимой части спектра. Позволяет обнаруживать все примеси сталей за исключением серы и фосфора. Продолжительность анализа одного образца по всем элементам 2—3 *мин*. Применяется на складах при контроле материалов и готовых деталей на сборке, в инструментальных цехах предприятий, в экспресс-лабораториях	Используется в тех случаях, когда анализируемый образец не может быть подан в лабораторию (сортировка металлолома, анализ деталей крупных установок без их разборки, анализ слитков, болванок и др.)	Качественный и количественный анализ различных металлов и сплавов и контроль состава сталей и чугунов по ходу плавки визуальным методом. Анализ одной пробы на 3—4 элемента занимает 8—10 *мин*; средняя относительная погрешность определений 4—7%. Почти полное отсутствие повреждений пробы позволяет анализировать готовые детали и полуфабрикаты, которые затем могут быть использованы по своему прямому назначению. Для визуального фотометрирования спектра прибор снабжается фотометром
Источник возбуждения спектра	Дуга или искра	Дуга	Искра
Диапазон спектра (расчетный), Å	3900—7000	3900—7000	3900—7000
Вес, *кГ*	16		67

457. Спектрографы

Показатели	ИСП-22; ИСП-28	ИСП-51	КС-55	ДФС-8; ДФС-9
Назначение	Спектрографы — приборы, с помощью которых получаются и фотографируются спектры; они предназначаются для проведения количественного и качественного анализа металлов, сплавов, минералов, химических препаратов и для других специальных исследований. Спектрографы с небольшой дисперсией используются для количественного анализа материалов, спектры которых бедны линиями (алюминиевые, магниевые и медные сплавы); спектрографы с большей дисперсией (например, ИСП-22) пригодны для анализа стали и различных сплавов, имеющих относительно сложные спектры. Спектрографы с очень большой дисперсией (ДФС-8 и др.) дают возможность производить анализ металлов и сплавов, спектры которых очень богаты линиями (никелевые сплавы, молибден, вольфрам, хром и др.). Спектры, даваемые такими спектрографами, фотографируются на нескольких фотопластинках (поэтому при анализе сплавов, бедных линиями, эти спектрографы неудобны). Для просмотра и расшифровки спектрограмм используются лупы, микроскопы, спектропроекторы, микрофотометры. Источники возбуждения спектра — дуга или искра.			
Диспергирующая система	кварцевая призма	стеклянная призма	сменная призма (стеклянная или кварцевая)	дифракционная решетка (1200 штрихов на 1 *мм*)
Рабочий диапазон спектра, Å	2000—6000	3800—10 000	2000—4000 и 3600—8000	2000—10 000
Длина спектра, *мм*	220	46; 106; 275; 750;	550 (для ультрафиолетовых волн); 330 (для видимых волн)	2000 *
Вес, *кГ*	100 (ИСП-22); 135 (ИСП-28)	116	460	700 (ДСФ-8); 1100 (ДСФ-9)

* В спектрографе ДФС-8 дифракционный спектр фотографируется отдельными участками на пластину 13 × 18 *см* (плоская дифракционная решетка); в спектрографе ДФС-9 решетка изогнутая; спектр фотографируется на пленку длиной 0,5 *м*.

Данные о технологических и производственных процессах

458. Сведения о резании металлов. Геометрия резца

Скоростью резания при точении называется путь, проходимый в одну минуту точкой обрабатываемой поверхности детали (или режущей кромкой инструмента относительно обрабатываемой поверхности детали).

Скорость резания v измеряется в метрах в минуту и определяется по формуле:

$$v = \frac{\pi Dn}{1000} \approx \frac{Dn}{318} \left(\frac{м}{мин} \right),$$

где D — диаметр обрабатываемой детали в миллиметрах, n — число оборотов детали в минуту.

Подачей резца s называется величина перемещения резца за один оборот обрабатываемой детали. Подача измеряется в миллиметрах на один оборот детали $\left(\frac{мм}{об} \right)$.

Глубиной резания t называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, перпендикулярное к последней (иначе — толщина слоя металла, срезаемого резцом за один проход). Произведение подачи резца s на глубину резания t определяет поперечное сечение $f = st$ снимаемого слоя металла (стружки).

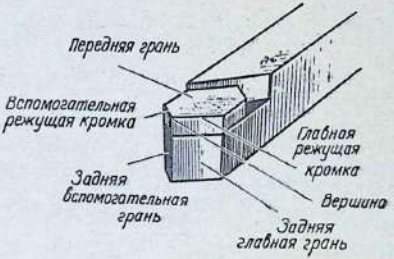


Рис. 1.

Коэффициентом резания k называется давление, измеряемое силой, действующей при резании на один квадратный миллиметр изделия. Числовое значение коэффициента резания зависит от рода обрабатываемого металла.

Передней гранью называется поверхность резца, по которой сходит стружка (рис. 1).

Задними гранями называются поверхности резца, обращенные к изделию. Передняя грань, пересекаясь с задними гранями, образует главную и вспомогательную режущие кромки.

Задняя грань, примыкающая к главной режущей кромке, называется *главной задней гранью*, а примыкающая к вспомогательной кромке — *вспомогательной задней гранью*.

Вершиной резца называется место сопряжения главной режущей кромки со вспомогательной.

Передним углом γ (рис. 2) называется угол между передней гранью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания, проведенной

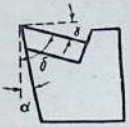


Рис. 2.

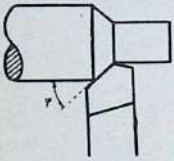


Рис. 4.

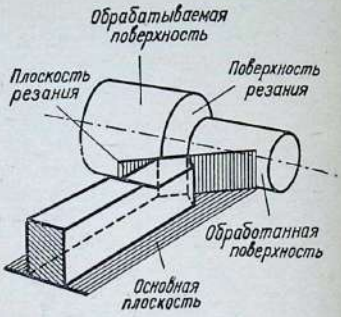


Рис. 3.

через главную режущую кромку (рис. 3). *Плоскостью резания* называют плоскость, касательную к поверхности резания и проходящую через режущую кромку.

Главным задним углом α называется угол между плоскостью резания и главной задней гранью резца.

Углом резания δ называется угол между плоскостью резания и передней гранью резца.

Главным углом в плане φ (рис. 4) называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. *Основной плоскостью* называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам. Иначе говоря, главным углом в плане является угол между плоскостью резания и направлением подачи.

459. Силы, действующие на резец. Сила и мощность резания.

При резании возникают силы, действующие на инструмент: сила резания P_z и нормальная сила P, направленная перпендикулярно к режущей кромке резца (рис. 5).

Сила резания P_z возникает вследствие сопротивления срезаемого слоя металла упругой и пластической деформации *, наличия трения

* О сильной деформации металла, происходящей в процессе его резания, свидетельствует, в частности, тот факт, что длина снятой стружки всегда меньше длины слоя, превращенного в стружку; это явление называется усадкой стружки (стальная стружка, например, короче срезанного слоя в два и более раз). При усадке стружки металл сам по себе не уплотняется, так что объем стружки остается неизменным; уменьшение длины стружки при резании происходит за счет увеличения ее толщины. На эту деформацию обрабатываемого металла и расходуется значительная часть энергии, требуемой для резания.

между стружкой и гранями резца* и наличия сопротивления отрыва стружки от материала изделия. Эта сила касательна к поверхности резания, действует сверху вниз на переднюю поверхность резца, стремясь отжать резец вниз и изогнуть деталь вверх. Эта сила определяет мощность и крутящий момент, необходимые для процесса резания.

Нормальная сила P возникает вследствие двух причин: силы трения стружки о переднюю грань резца и наличия незаметных глазу зазубрин и радиуса скругления режущей кромки резца.

Наличие зазубрин и радиуса скругления (порядка 0,05 *мм*, причем по мере затупления инструмента этот радиус увеличивается) препятствует внедрению режущей кромки в металл изделия. Некоторая часть

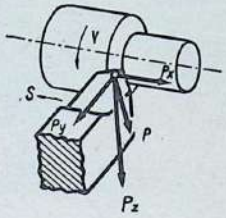


Рис. 5.

металла закругленным лезвием не срезается, а деформируется, сминается, выдавливается в сторону задней грани, вследствие чего возникает сила, стремящаяся оттолкнуть инструмент от поверхности резания. Чем больше радиус скругления, чем больше изношен инструмент, тем больше эта сила отталкивания. Сила трения и сила сминания вызывают появление нормальной силы P, отталкивающей инструмент от поверхности резания. Разлагая эту силу, лежащую в горизонтальной плоскости, на две составляющие, получают радиальную силу P_y и силу подачи P_x.

Сила подачи (осевая сила) P_x действует в горизонтальной плоскости в направлении подачи и стремится отжать резец в сторону задней бабки, препятствует врезанию инструмента в обрабатываемый материал.

Радиальная сила P_y действует в горизонтальной плоскости перпендикулярно к подаче. Эта сила отталкивает резец от обрабатываемой детали и создает давление на суппорт. Она вызывает изгиб тонких и

---

* Для уменьшения трения при резании применяют смазку. При этом уменьшается сила трения стружки о переднюю грань инструмента, задних граней о поверхность резания и об обработанную поверхность. Применение в качестве смазки растительного масла может понизить силу резания до 25%, а применение эмульсии — лишь на 2—5%. Давление стружки на переднюю грань резца доходит до 25000 $\frac{кГ}{см^2}$ и более. Для уменьшения силы трения тщательно шлифуют и полируют передние и задние поверхности резца.

длинных деталей, обрабатываемых на токарных станках, является главным источником вибраций при обработке металлов резанием.

Все три силы измеряются в *кГ*. В зависимости от наклона режущей кромки к направлению подачи (т. е. при изменении главного угла в плане) соотношение сил P_x и P_y изменяется (рис. 6).

При расчетах, связанных с процессом резания, важное значение имеет сила резания P_z. По величине этой силы конструктор рассчитывает, например, необходимую мощность электродвигателя, прочность

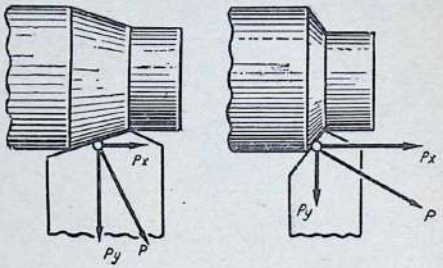


Рис. 6.

деталей коробки скоростей, наибольшие скорости резания, допустимое сечение стружки и пр. Ее приближенное значение подсчитывают по формуле:

$$P_z = kf,$$

где k — коэффициент резания в $\frac{кГ}{см^2}$, f — поперечное сечение стружки ($f = st$) в $мм^2$.

При более точном определении силы резания учитываются и другие факторы, влияющие на величину силы резания. Например, учитывается величина переднего угла заточки резца (с уменьшением переднего угла сила резания возрастает, т. к. при этом увеличивается угол резания).

Если силу P_z принять за единицу, то сила P_x при достаточно остром резце будет составлять от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{4}$ величины силы P_z, а сила P_y — от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ той же силы.

Мощность, затрачиваемая при резании, определяется по формуле:

$$N = \frac{Fv}{\eta},$$ где F — действующая сила,

Учитывая принятые выше обозначения, получаем следующую формулу для подсчета мощности:

$$N = \frac{P_z v}{60 \cdot 75\eta} \ (л.\ с.) = \frac{P_z v}{60 \cdot 75 \cdot 1{,}36\eta} \ (квт),$$

где v — скорость резания $\left(в\ \frac{м}{мин}\right)$, η — к. п. д. станка (для токарных станков со ступенчатым шкивом и перебором к. п. д. 0,80—0,90, а для станков с коробкой скоростей к. п. д. 0,70—0,80).

Умножая силу резания на радиус обрабатываемой детали, получают крутящий момент на детали, или момент резания:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000\eta} \ (кГ \cdot м),$$

где η — к. п. д. станка. Крутящий момент привода станка должен быть не меньше крутящего момента резания.

460. Теплота резания

Из всей производимой в процессе резания работы 85—90% и на пластическую деформацию срезаемого слоя (стружки), при кото происходит перемещение с большим трением друг о друга внутрен частиц металла, и 10—15% — на преодоление силы внешнего трения трения стружки о переднюю грань резца и задних граней резца об обрабатываемую поверхность изделия. Поэтому в процессе резания происходит интенсивное нагревание стружки и значительно меньшее — резца и изделия.

С увеличением скорости резания количество теплоты, передаваемое стружкой окружающей среде, уменьшается, и все большая часть количества теплоты идет на нагревание стружки. При скоростном резании металлов лишь 1% теплоты идет на нагревание резца и почти 99% — на нагревание стружки.

Наиболее высокая температура при резании на нижней стороне стружки, подвергающейся наибольшей деформации, и в месте контакта стружки с режущей кромкой инструмента. При скоростной обработке температура в зоне резания доходит до 800° С, а на поверхности трения (на передней грани резца) достигает даже 1200° С. Теплота, выделяемая при резании металла, ограничивает скорость резания металла: под влиянием нагрева снижается твердость режущей части инструмента, она быстрее тупится, изнашивается. Применение охлаждения резца позволяет повысить скорость резания.

Влияние нагревания деталей особенно вредно при обточке длинных и тонких деталей. Их длина вследствие нагревания увеличивается, они заедают в центрах, прогибаются, и в результате детали получаются не цилиндрическими, а с утолщением средней части.

Нагрев инструмента при резании металлов заметно зависит от теплопроводности и теплоемкости инструмента и изделия. Например, температура резания при обработке металлокерамическими резцами сравнительно с минералокерамическими получается более низкой (например, при скорости резания 1000 $\frac{м}{мин}$ температура на металлокерамическом резце составляет около 830° С, на минералокерамическом 1200° С). С увеличением площади поперечного сечения резца, т. е. с увеличением его теплоемкости, температура резания уменьшается. При обработке двух металлов одинаковой твердости, но разной теплопроводности скорость резания может быть значительно выше у более теплопроводного металла, т. к. у этого металла теплота быстрее отводится от наиболее нагревающихся мест.

На количество теплоты, выделяющейся при резании металла, а следовательно, и на скорость резания металла, оказывают влияние не только указанные выше факторы, но и форма стружки, снимаемой с изделия. При обработке деталей из разных материалов образующаяся стружка имеет различную форму. При резании мягких и вязких металлов (мягкая сталь, латунь) происходит плавное отделение стружки от детали, образуется сплошная гладкая лента («сливная стружка»). Твердые вязкие материалы (твердая сталь и сталь средней твердости) дают стружку в виде ленты со «ступеньками». При обработке твердых хрупких металлов, т. е. металлов, обладающих малой вязкостью (чугун, бронза), элементы стружки отламываются отдельными кусочками (образуется стружка «надлома»).

Сливная и ступенчатая стружки имеют относительно большую площадь контакта с передней гранью (поверхностью) резца. Вследствие этого значительная доля количества теплоты, получаемой резцом от стружки, а также выделяемой вследствие трения стружки о переднюю грань резца, отводится благодаря теплопроводности от наиболее нагревающейся части резца — режущей кромки в его массивную часть, удаленную от вершины резца.

При образовании же стружки «надлома», контакт которой с передней гранью резца сосредоточен почти у самой вершины резца, создаются весьма тяжелые условия для отвода теплоты резания в глубь тела резца. Но чем хуже резец отводит теплоту, тем меньшая может быть скорость резания. Поэтому, например, при обработке чугуна скорость резания должна быть ниже, чем при обработке стали, и значительно ниже, чем скорость обработки мягкой стали, дающей сливную стружку.

Предполагая, что вся механическая работа при резании идет на изменение внутренней энергии, можно написать формулу для подсчета количества теплоты, выделяемой при резании в единицу времени:

$$Q = \frac{N}{E} = \frac{Pv}{427} \frac{ккал}{мин},$$

где v — скорость резания в $\frac{м}{мин}$, E — механический эквивалент теплоты.

461. Цементация

Основная цель цементации — диффузионного насыщения поверхностных слоев нагретых стальных изделий углеродом — повышение твердости (износоустойчивости) деталей, инструмента.

Способ цементации	Сущность способа	Показатели процесса цементации	Область применения
Твердым карбюризатором *	Детали помещают в углесодержащую среду (смесь зерен древесного угля или торфяного кокса с так называемыми ускорителями) и нагревают в течение длительного времени при температуре 900—930°. При этом газообразный углерод диффундирует в глубь металла. Нагревание ведется в стальных, плотно закрытых ящиках	Средняя скорость цементации — 0,1—0,15 $\frac{мм}{ч}$. Наиболее часто применяется глубина цементации 0,5—2,5 *мм*. Содержание углерода в цементированном слое 0,8—1,5%	Цементации подвергаются ответственные детали авиационной, автотракторной промышленности (шестерни, кулачки, распределительные валы, поршневые пальцы и др.), изделия инструментальной промышленности (напильники и пр.)
Газовым карбюризатором (газовая цементация)	Детали нагреваются в атмосфере газов, диссоциирующих при высокой температуре с выделением углерода. Детали укладывают в печь и подают туда газ (природный газ или пиролизный газ, получаемый из керосина и др.), поддерживая температуру в печи 920—950° С	Средняя скорость цементации 0,15—0,17 $\frac{мм}{ч}$. В последние годы на заводах массового производства газовая цементация вытесняет цементацию в твердом карбюризаторе	

Примечание. Явление диффузии лежит также в основе *азотирования* — процесса насыщения поверхности изделий из стали и чугуна азотом с целью повышения ее твердости, износоустойчивости и устойчивости против коррозии; *цианирования* — процесса одновременного поверхностного насыщения стали углеродом и азотом; *алитирования* — процесса поверхностного насыщения стали и чугуна алюминием для повышения их жаростойкости.

* *Карбюризатор* — твердая, жидкая или газообразная среда, содержащая углерод (например, древесный уголь, расплавленные цианистые соли, природный газ).

462. Сварка при помощи трения

Сущность метода

Свариваемые торцевые плоскости деталей плотно пригоняют друг к другу, укрепляют соосно на токарном станке (или на специальной машине), и затем одной из деталей сообщают вращательное движение. При прижатии торцевых поверхностей деталей одна к другой между ними возникает трение, вследствие чего механическая энергия вращения непосредственно преобразуется во внутреннюю. В местах соприкосновения деталей быстро повышается температура, и между трущимися поверхностями появляется тонкий слой расплавленного металла. После этого станок останавливается и расплавленный металл шва затвердевает

Характеристика процесса

Величина давления между трущимися поверхностями — 6—10 $\frac{кГ}{см^2}$, линейная скорость вращения детали — ок. 50 $\frac{м}{мин}$. Продолжительность процесса сварки — 4, 10, 20 и 25 *сек* (зависит от материала и диаметра свариваемых стержней, силы давления и др.). Металл полностью затвердевает через 2—3 минуты после остановки станка. Сварной шов не уступает по прочности основному металлу. Экспериментально установили возможность сварки при нагреве трением различных сталей, меди, алюминия, латуни, чугуна и других металлов

Область применения

Сварка при помощи трения используется для сварки прутков диаметром до 40—50 *мм*, для восстановления инструмента, приварки шпилек к металлическим листам и др.

Данные машины МСТ-1 (машина для стыковой сварки трением)

Предельные диаметры свариваемых стальных заготовок для режущего инструмента 8—30 *мм*; наибольшая длина (суммарная) свариваемых заготовок 380 *мм*; наибольшее число оборотов шпинделя машины в минуту 2900, мощность электродвигателя привода шпинделя 7 *квт*

Примечание. Впервые показал возможность практического применения сварки с помощью нагрева при трении токарь-новатор рудника «Эльбрус» Ставропольского края А. И. Чудиков.

Метод, по которому определяется твердость	Сущность метода	Обозначение твердости	Особенности метода
По Бринеллю	В поверхность испытуемого металла вдавливается стальной закаленный шарик. Для стальных изделий толщиной более 8 *мм* шарик берется диаметром 10 *мм*, а нагрузка 3000 *кГ*. При испытаниях тонких изделий, а также мягких материалов (медных и алюминиевых сплавов и др.) применяются шарики диаметром 5 и 2,5 *мм*, а нагрузка в 1000 и 250 *кГ*. Твердость определяется путем деления нагрузки в *кГ* на поверхность лунки в *мм*². Для ускорения подсчетов существуют таблицы, по которым, измерив диаметр отпечатка, сразу находят число твердости	*HB* Твердость выражается в $\frac{кГ}{мм^2}$	Шарики изготовляются из стали твердостью $HB \approx 650 \frac{кГ}{мм^2}$. Выдержка при нагрузке — 10 или 30 *сек*. Во избежание деформаций шарика способом Бринелля обычно испытывают металлические изделия с твердостью до $450 \frac{кГ}{мм^2}$ (см. табл. 465)
По Роквеллу	В поверхность испытуемого металла вдавливается стальной шарик диаметром 1,59 *мм* (при испытании металлов малой и средней твердости) или алмазный конус (при испытании материалов средней и большой твердости). Шарик	*HRA, HRB, HRC* Твердость выражается в условных единицах. Индексы *A, B, C* при обозначении твердости *HR* соответствуют нагрузкам	При твердости испытуемого материала по Виккерсу $HV = 60 - 240 \frac{кГ}{мм^2}$ применяется вдавливание шарика (шкала В), при большой твердости материала, например, термически обработанной стали

Продолжение

Метод, по которому определяется твердость	Сущность метода	Обозначение твердости	Особенности метода
По Роквеллу	или конус вдавливаются под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок: предварительной 10 *кГ* и основной 100 (шарик) или 150 *кГ* (конус). При испытании очень твердых материалов, чтобы не испортить алмаз, основная нагрузка берется в 60 *кГ*. Твердость испытуемого металла характеризует разность глубин отпечатков под действием двух указанных выше нагрузок. Метод пригоден для испытаний наиболее твердых металлов	60, 100 и 150 *кГ*, при которых производится испытание	$\left(HV = 240 - 900\ \frac{кГ}{мм^2}\right)$, — шкала *C* и алмазный конус и при наибольшей твердости материалов, например сплавов карбидов вольфрама и т. п. $\left(HV = 390 - 900\ \frac{кГ}{мм^2}\right)$, шкала *A* и алмазный конус. Метод широко используется при испытании твердых сплавов и закаленных высокоуглеродистых и легированных сталей
По Виккерсу (или по пирамиде)	Идентичен с методом Бринелля. Вместо шарика применяется алмазная пирамида. Нагрузки от 5 до 120 *кГ* (допустимы и меньше). Продолжительность выдержки под нагрузкой составляет для черных металлов 10—15 *сек*, для цветных — 30 *сек*. Размер диагонали отпечатка измеряется под микроскопом, и по таблице определяется твердость	HV Твердость выражается в $\frac{кГ}{мм^2}$	Метод Виккерса применяется главным образом для испытаний металлов высокой твердости, когда метод Бринелля дает неточные значения твердости из-за сминания вдавливаемого шарика. Вследствие малых нагрузок пригоден для определения твердости очень тонких изделий (например, ленты толщиной 0,2—3 *мм*) или тонких поверхностных слоев металла.

Продолжение

Метод, по которому определяется твердость	Сущность метода	Обозначение твердости	Особенности метода
По Шору	Твердость металла определяется по высоте отскока стального бойка с алмазным наконечником, падающего на горизонтальную поверхность испытуемого образца. В результате удара часть энергии бойка идет на работу, связанную с пластической деформацией испытуемого образца, а другая часть — на работу по подъему бойка. Чем больше работа, связанная с деформацией, тем меньше твердость (и тем, следовательно, ниже будет отскакивать боек)	H_{Sh} или $H_{от}$ Твердость выражается в условных единицах	Метод менее точен, чем указанные выше. Применяется главным образом для сравнительных испытаний.
По десятибалльной шкале	См. табл. 466		

Примечание. В СССР стандартизированы три первых метода определения твердости металлов. Метод по Шору (как и ряд других, например метод царапания образца) не стандартизирован. Этот метод применяется чаще всего в тех случаях, когда применение стандартизированных методов по тем или иным причинам невозможно (например, когда объект нельзя установить на приборах Бринелля или Роквелла — крупные машины или детали. Прибор же, применяемый для определения твердости по методу Шора, удобен для переноски).

464. Соответствие между числами твердости, определяемыми различными методами

Твердость по Бринеллю	Твердость по Роквеллу			Твердость по Виккерсу	Твердость по Шору
	шкалы				
	C	A	B		
780	72	89	—	1224	—
653	64	84	—	868	86
534	54	78	—	606	71
444	46	74	—	473	61
388	41	71	—	401	55
331	36	68	—	335	49
286	30	66	—	285	42
248	25	63	—	250	37
217	20	61	97	217	33
192	15	58	92	190	30
170	—	—	86	171	—
153	—	—	81	152	—
137	—	—	75	—	—
124	—	—	69	—	—
112	—	—	62	—	—
101	—	—	56	—	—
88	—	—	47	—	—
80	—	—	40,5	—	—

465. Нагрузки и диаметры шариков, применяемые для измерения твердости по методу Бринелля

Материал	Интервал твердости по Бринеллю, $\frac{кГ}{мм^2}$	Минимальная толщина испытуемого образца, *мм*	Диаметр шарика, *мм*	Нагрузка, *кГ*	Выдержка под нагрузкой, *сек*
Черные металлы	140—450	от 6 до 3	10,0	3000	10
		» 4 » 2	5,0	750	
		менее 2	2,5	187,5	
» »	до 140	более 6	10,0	1000	10
		от 6 до 3	5,0	250	
		менее 3	2,5	62,5	
Цветные »	до 130	от 6 до 3	10,0	3000	30
		» 4 » 2	5,0	750	
		менее 2	2,5	187,5	
» »	35—130	от 9 до 3	10,0	1000	30
		» 6 » 3	5,0	250	
		менее 3	2,5	62,5	
» »	8—35	более 6	10,0	250	60
		от 6 до 3	5,0	62,5	
		менее 3	2,5	15,6	

466. Десятибалльная шкала твердости

Для оценки твердости тел часто применяют шкалу твердости, предложенную в 1811 г. немецким минералогом Ф. Моосом, которая представляет собой последовательность десяти минералов различной твердости, расположенных в порядке ее возрастания. Твердость каждого из этих минералов условно принята за стандартную (эталонную) величину.

Название минерала	Твердость (число твердости)	Название минерала	Твердость (число твердости)
Тальк	1	Полевой шпат (ортоклаз)	6
Гипс (или каменная соль)	2	Кварц	7
Известковый шпат (кальцит)	3	Топаз	8
Плавиковый шпат	4	Корунд	9
Апатит	5	Алмаз	10

Определение твердости по условной десятибалльной шкале Мооса основано на том, что испытуемый образец царапают последовательно минералами-эталонами и определяют, какой из них первым оставляет на поверхности образца царапину. Таким образом, всегда можно установить, что образец по твердости или отвечает одному из эталонов, или лежит в промежутке между двумя соседними эталонами.

Метод определения твердости по минералогической шкале неточен: он позволяет оценивать относительную твердость тел лишь приближенно в связи с тем, что некоторые эталоны на разных гранях обладают неодинаковой твердостью, твердость минералов может заметно различаться в зависимости от места их добычи; кроме того, шкала имеет неравномерные «деления», т. к. разница в твердости между первыми эталонами шкалы гораздо меньше, чем между последними. Однако вследствие простоты этот метод получил распространение в практике (особенно для определения твердости минералов).

Ниже приводятся приближенные значения твердости некоторых химических элементов и минералов по десятибалльной шкале.

Элемент или минерал	Твердость	Элемент или минерал	Твердость
Алюминий	2,9	Кремний	7,0
Висмут	2,5	Магнезит	3,5—4,5
Вольфрам	7,0	Магний	2,0
Графит	1,0—2,0	Медь	3,0
Доломит	3,5—4,0	Натрий	0,4
Железо	4,5	Никель	3,8
Золото	2,5	Олово	1,8
Иридий	6,5		

Продолжение

Элемент или минерал	Твердость	Элемент или минерал	Твердость
Опал	5,5—6,5	Слюда	2,0—3,0
Платина	4,3	Тантал	7,0
Свинец	1,5	Турмалин	7,0—8,0
Сера	2,0	Цезий	0,2
Серебро	2,7	Цинк	2,5

467. Использование пластических свойств металлов в технике

Прокатка

Сущность процесса

Прокатка — технологический процесс, основанный на пластичности металла и состоящий в обжатии материала, проходящего между вращающимися валками прокатных станов. При прокатке металл подвергается напряжению, которое больше предела его упругости, но меньше предела прочности (чтобы не получилось трещин). Обрабатываемому металлу придается необходимая форма, улучшается его качество (значительные деформации сжатия образуют более плотную и мелкозернистую структуру металла). Прокатке подвергается более $^3/_4$ всей выплавляемой стали

Характеристика процесса

Исходный продукт — слитки, получаемые при производстве стали. Они прокатываются в заготовки, а затем в готовые изделия.

Основная часть проката производится горячей прокаткой. Температура нагрева заготовок перед прокаткой: стали 1000—1300°, меди ок. 800°, латуни 600—800°, алюминия и его сплавов 400—450°, магниевых сплавов 300—450°.

Холодная прокатка применяется преимущественно для производства листов и ленты толщиной 1,5—4 *мм* и тонкостенных труб. Главное преимущество горячей прокатки — возможность вести обработку заготовки с большими обжатиями, т. к. при нагревании до определенной температуры пластичность металлов и сплавов (стали и др.) повышается. В горячем состоянии за один проход обжатие слитка составляет обычно 10—60% *, или примерно 40—100 *мм*.

* Величина обжатия характеризуется отношением разности высот сечения металла до и после прохода между валками к первоначальной высоте (относительное обжатие) или разностью высот сечения металла до и после прохода через валки (абсолютное, или линейное, обжатие).

	Среднее давление при горячей прокатке (для углеродистых сталей) — ок. 1000—3000 $\frac{кГ}{см^2}$, при холодной — ок. 8000 — 15 000 $\frac{кГ}{см^2}$
Оборудование	Производство квадратных заготовок крупного размера (200 × 200 *мм*, 400 × 400 *мм* и весом 5—10 *Т*) — *блюмов* и крупных прямоугольных плоских стальных заготовок (плит шириной 400—1600 *мм*, высотой 75—250 *мм* и весом 8—20 *Т*) — *слябов* осуществляется на мощных прокатных обжимных станах — блюмингах. Слябы весом 7—25 *Т* прокатываются также на специальных прокатных станах — слябингах. Слябы используются для прокатки листового металла. Листовые, проволочные, заготовочные, трубопрокатные, сортовые станы прокатывают соответственно листы (толщиной 0,25—50 *мм* и более), проволоку «катанку» (диаметром 5—9 *мм*), заготовки (сечением менее 20 × 200 *мм*), трубы диаметром до 650 *мм* и более, профили различных сечений. Основная рабочая часть прокатных станов — вращающиеся валки, деформирующие металл. Обрабатываемое изделие втягивается в межвалковое пространство силой трения, возникающей между поверхностью валков и прокатываемым металлом

Для блюмингов диаметр прокатных валков — 800—1400 *мм*, для слябингов — 1100 *мм*, для рельсобалочных станов — 750—900 *мм*, заготовочных — 450—750 *мм*, проволочных — 250—300 *мм*; длина рабочей части валков («бочки») у мощного блюминга — ок. 3000 *мм*, у толстолистового стана — 2000—5000 *мм*. Валки подвергаются деформациям изгиба, кручения, испытывают термические напряжения. Изготовляются литыми из закаленного чугуна или коваными из углеродистой или легированной стали.

Листы, ленты, блюмы, слябы катаются цилиндрическими валками. Фасонные профили (тавры, швеллеры, рельсы и др.) прокатываются калиброванными валками, имеющими нарезанные на поверхности углубления (ручьи). Последние при совмещении двух валков образуют калибры.

Число пропусков между валками зависит от формы и размеров заготовки и готового профиля: для рельсов это число составляет обычно 9, для балок — 9—13, проволоки — 15—19. Около 80% всей прокатываемой стали обрабатывается в калиброванных валках.

Скорости прокатки: блюминги, слябинги, заготовочные станы — ок. 2—7 $\frac{м}{сек}$, проволочные станы — 20—25 $\frac{м}{сек}$, холодная прокатка жести — 20—25 $\frac{м}{сек}$.

Главный привод современных прокатных станов — шунтовой электродвигатель или двигатель постоянного тока. Общая мощность главных приводов валков для блюмингов — 4400—7000, рельсобалочных станов — 10 000, проволочных — 9000, трубопрокатных — 12 000, слябингов — 10 000 *квт*.

Ковка и штамповка

Сущность процессов

Ковка и штамповка — это процессы, использующие пластические свойства металла при обработке его давлением под молотом или ковочным (штамповочным) прессом. Кованые и штампованные изделия более прочны по сравнению с литыми. Чем выше требования к прочности машины, тем больше в ней кованых и штампованных деталей (например, в паровозе таких деталей до 60% от веса всего паровоза, в автомобиле — до 80%, в самолете — до 85%)

Характеристика ковки

Исходные заготовки — нагретые слитки, блюмы, листовой прокат. Применяется в том случае, если изделия (поковки) имеют крупные габариты или если их количество невелико. С ее помощью изготовляются поковки для прокатных станов, дробильно-размольного оборудования, судовых гребных валов, коленчатых валов крупных двигателей внутреннего сгорания и компрессоров, роторов турбин и электрических машин. Эти поковки имеют неточные размеры, недостаточно чистую и ровную поверхность, и для получения из них готового изделия они подвергаются обработке на станках

Характеристика объемной горячей штамповки

Из различных видов штамповки наиболее широкое применение получили объемная горячая штамповка и холодная штамповка листового материала.

Объемная горячая штамповка — штамповка с предварительным нагревом заготовки до температуры горячей обработки металла давлением. Она производится в специальных формах — штампах, изготовленных из инструментальной стали. Штамп состоит из двух (или более) разъемных частей — подвижной (верхней) и неподвижной (нижней). При смыкании частей штампа внутри его остается фигурная полость (ручей), соответствующая конфигурации изделия. Расположенная в этой полости нагретая исходная металлическая заготовка под давлением смыкающихся частей штампа, пластически деформируясь, заполняет ручей металлом и приобретает требуемую форму. Излишек металла после заполнения ручья вытекает по канавке между штампами, образуя заусенец.

Исходный материал для получения поковок — преимущественно прокат.

Объемная горячая штамповка применяется при серийном и массовом производстве для получения деталей сложной конфигурации (шатуны, зубчатые колеса, шкивы и др.)

Характеристика холодной листовой штамповки

При холодной листовой штамповке деформируются последовательно отдельные места заготовки, последняя не испытывает общей и одновременной деформации всего объема металла, как при объемной штамповке. Преимущества — сохранение высокой точности размеров, получение готовых сложных изделий без последующей обработки на станках (точность изделий достигает 0,03—0,05 *мм*).

Холодная штамповка требует высокой пластичности обрабатываемого металла, поэтому применение ее ограничивается низкоуглеродистой сталью, высокопластичными цветными металлами и их сплавами. Основной материал — сталь толщиной до 6 *мм*, листовой материал из меди, латуни, алюминия и его сплавов. Тип изделий разнообразен: шайбы, консервные банки, предметы широкого потребления, крылья и двери автомобилей, крупногабаритные детали типа кузова автомобилей и т. п.

Оборудование

Для ковки, горячей штамповки применяются паровоздушные молоты, гидравлические и кривошипные прессы; для штамповки мелких изделий часто применяются фрикционные прессы. Ковочные, гидравлические прессы развивают усилия от 600 до 10 000 *Т* и выше; вес падающих частей паровоздушных молотов достигает 5 *Т* (для штамповочных молотов — 25 *Т*); усилие, развиваемое кривошипными прессами для горячей штамповки, составляет от 500 до 8000 *Т*.

Усилия, развиваемые гидравлическими штамповочными прессами для холодной штамповки в связи с ростом размеров выпускаемых деталей, достигают 60 000 *Т*

Волочение

Сущность процесса

Волочение — способ обработки металлов давлением, при котором заготовка протягивается через постепенно суживающееся отверстие (волочильный глазок) в матрице (волоке). Напряжение, испытываемое металлом при волочении, больше предела его текучести*, но меньше предела прочности. При протягивании металл испытывает одновременно деформацию сжатия и растяжения

---

* *Пределом текучести* называется напряжение, при котором происходит деформация без увеличения нагрузки.

Продолжение

Характеристика процесса	Процесс волочения совершается без предварительного нагрева; исходный материал — катаные изделия круглого или фасонного профиля. Усилие волочения слагается из силы, вызывающей деформацию металла, и силы трения между заготовкой и волочильным инструментом. Широкое применение находит многократное волочение, при котором изделие одновременно проходит через ряд расположенных одна за другой волок (до 17 для проволоки). Для волочения тонкой проволоки диаметром менее 0,1 *мм* число волок доходит до 30. Скорость волочения колеблется в широком интервале, она зависит от материала, конечного сечения и прочих условий (скорость волочения проволоки из цветных металлов 20—40, стальной ок. 5—6 $\frac{м}{сек}$)
Оборудование	Волочильные станы состоят из волоки и тянущего устройства. Для волочения прутков и труб используются станы с прямолинейным движением обрабатываемого металла (усилие волочения достигает 150 *Т*, скорость 1,5 $\frac{м}{сек}$), для волочения проволоки применяются барабанные станы, в которых протягиваемая проволока наматывается на барабан (тяговое усилие в этих станах ограничено прочностью металла). Рабочая поверхность волочильного глазка отличается высокой сопротивляемостью износу. Для волочения изделий толщиной более 25 *мм* волоки изготовляются из специальной инструментальной стали, для изделий толщиной менее 0,5 *мм* — из алмазов
Изготовляемая продукция	Проволока, прутки, полосы, трубы * и другие изделия, особенно малых сечений (стальная проволока диаметром 5—6 *мм*, трубы диаметром менее 30—40 *мм*), калиброванный прутковый металл диаметром от 6 до 155 *мм* и др.

468. Центробежное литье металлов

Сущность процесса	Жидкий металл заливается во вращающуюся металлическую форму, где под воздействием сил распределяется по внутренней поверхности формы, и там застывает.
Скорость вращения формы (изложницы)	Скорость вращения формы изменяется в широких пределах (в зависимости от рода металла, расположения оси вращения, от радиуса отливки).

* Волочение труб производится с целью утончения их стенок или уменьшения диаметра.

Скорость вращения форм в центробежных машинах составляет 400—1500 $\frac{об}{мин}$ и выше. Например, при отливке чугунных труб диаметром 300 *мм* скорость должна быть не менее 450 $\frac{об}{мин}$. Число оборотов формы определяется формулой $n = \frac{k_0}{\sqrt{r}}$, где r — наружный радиус отливки в *см*, k_0 — гравитационный коэффициент, зависящий от удельного веса и определяемый экспериментально (его значение для отливок из чугуна равно 1800—2500, для стали — 2150, для алюминия 2600—3590 и т. д.). Время заливки — до нескольких десятков секунд. Например, время заливки формы расплавленным чугуном для получения труб диаметром 300 *мм* и длиной 4 *м* составляет 42 *сек*

Формы для отливок

Литье осуществляется или в охлаждаемые водой металлические формы без футеровки, или в футерованные формы (т. е. покрытые слоем огнеупорного материала, например земли). Первый способ более производителен, прост, второй повышает стойкость форм, улучшает состояние поверхностей отливок. На изготовление форм идет серый чугун (выдерживает до 400 отливок труб), легированный чугун (выдерживает до 1400 отливок), сталь обыкновенная и легированная (выдерживает до 3000 отливок).

Для обеспечения заданных наружных размеров отливки внутренний диаметр изложницы должен быть больше на величину усадки заливаемого сплава и меньше на величину расширения изложницы при нагреве ее жидким металлом во время заливки.

Область применения

В труболитейном производстве для отливки тонкостенных чугунных труб без последующей механической обработки (водопроводные, канализационные и газопроводные трубы), а также для отливок стальных заготовок с последующей обработкой (цилиндры, пустотелые оси и др.). Применяется также для отливки тракторных гильз, шестерен, поршней, биметаллических вкладышей подшипников, втулок

469. Литье под давлением

Сущность процесса

Расплавленный металл вводится в металлическую форму под внешним давлением и там застывает

Роль давления в процессе литья	Благодаря давлению, действующему на жидкий металл, достигается увеличение его текучести, в результате чего получаются отливки, настолько точно отвечающие требуемой конфигурации, что последующая механическая обработка становится ненужной (это достигается главным образом при литье деталей из легкоплавких сплавов) или сводится к минимуму *
Величина давления, $\frac{кГ}{см^2}$	До 500
Точность отливок	Литьем под давлением можно получать детали весом до 10—15 *кГ* и более. Размеры отливки в одном направлении достигают 500—1200 *мм*, точность (в % от размера) от ± 0,12 до ± 0,3, а в *мм* от ± 0,03 до ± 0,08.
Класс чистоты поверхностей отливок	6—8
Область применения	Литье под давлением является методом массового производства. Этим методом получают отливки из сплавов, имеющих температуру плавления не выше точки плавления медных сплавов (850—950—1050° С). Оно применяется при прецизионном литье деталей главным образом из цинковых, магниевых и алюминиевых, реже — медных и оловяно-свинцовых сплавов (например, корпусов фотоаппаратов и др.). Производство литья под давлением из черных сплавов в производственных масштабах еще не освоено
Формы для литья	Формы изготовляются из специальных сталей разъемными и неразъемными

470. Электрическая сварка

Основные преимущества: экономия металла (при замене клепки сваркой экономия составляет 15—20%), уменьшение трудоемкости и стоимости сварных конструкций по сравнению с такими же клепаными конструкциями, повышение производительности труда, доступность, универсальность. Основные методы электросварки: дуговая, контактная и электрошлаковая.

Дуговая сварка — соединение металлов путем их местного сплавления теплотой электрической дуги. По объему промышленного применения она превышает все остальные виды электрической сварки. Наиболее распространена дуговая сварка металлическим электродом

* Иногда ошибочно считают, что роль давления, используемого в данном процессе, сводится к уплотнению металла как такового. Плотность детали, отлитой в одну и ту же форму без давления и под давлением, одинакова.

(способ Славянова), этим методом выполняется ок. 99% работ по дуговой сварке.

Температура сварочной дуги при металлическом электроде составляет: для катода ок. 2400°, для анода ок. 2500°, температура в центре столба дуги 6000—7000° С. Дуговая электросварка делится на ручную и автоматическую под слоем флюса.

Мощность сварочных дуг от 0,3 до 160 *квт*. При сварке переменным током напряжение на дуге 30 *в* при любом токе; при сварке постоянным током — 20, 30, 35, 40, 45 *в* и при токах соответственно до 120, 121—380, 381—550, 551—750, 751—1000 *а*. Длина дуги 3—4 *мм*.

Для ручной сварки применяются голые электроды или электроды с обмазкой (обмазки или повышают устойчивость горения дуги, или создают вокруг дуги и расплавленного металла защитную оболочку из газа, предохраняющую жидкий металл от соединения с кислородом и азотом воздуха, или вводят в металл шва элементы, улучшающие механические свойства шва).

Диаметр электродов при ручной сварке от 1,5 до 12 *мм* (зависит от толщины свариваемого металла). Величина тока в сварочной цепи определяется формулой $(40 \div 60)d$, где d — диаметр стального электрода в *мм*.

В промышленности наиболее распространена автоматическая сварка металлическим электродом под слоем флюса. Сварочный автомат, перемещаясь вдоль шва, засыпает в зону сварки флюс и непрерывно подает к месту горения дуги голую электродную проволоку (диаметром 1,6—8 *мм*). Горение дуги происходит в пузыре из расплавленного флюса, закрытом сверху слоем твердого флюса толщиной 5—6 *см*, т. е. без доступа воздуха. Это предохраняет металл шва от окисления и азотирования, что резко повышает механические свойства шва.

При автоматической сварке применяется ток 300—3500 *а*; скорость сварки достигает 150 и более метров в час. Преимущества автоматической сварки перед ручной: облегчение труда сварщика, значительное повышение производительности труда (в 5—10 раз), получение сварного шва высокого качества.

Для дуговой сварки применяются сварочные трансформаторы, преобразующие напряжение сети переменного тока до величины, необходимой для сварки. Например, трансформатор СТЭ-34 имеет мощность 30 *ква*, первичное напряжение 220/380 *в*, сварочный ток 500 *а*, трансформатор ТСД-2000 (для питания дуги при автоматической сварке) потребляет мощность 172 *ква*, дает сварочный ток 2000 *а*, первичное напряжение 380 *в*. В некоторых случаях (при сварке тонкого металла до 1 *мм* и цветных металлов, при сварке в полевых условиях) применяется постоянный ток, источником которого являются сварочные генераторы, приводимые в движение электродвигателями или двигателями внутреннего сгорания. Сварочный ток, даваемый генераторами, 200—600 *а*, мощность 13—75 *квт*.

Дуговая сварка применяется для сварки всех сортов стали, а также чугуна, алюминия и его сплавов и других металлов при толщине от долей до сотен миллиметров. В машиностроении и на строительстве она стала основным технологическим процессом при изготовлении подвижного состава железных дорог, судов, паровых котлов, различных резервуаров, оборудования для нефтяной и химической промышленности, подъемно-транспортных устройств, сельскохозяйственных машин, элементов турбин и генераторов, при сооружении различных газо- и трубопроводов, в строительстве нефтеперерабатывающих и металлургических заводов и пр.

Контактная сварка. Для сварки используется теплота, даваемая электрическим током большой величины, но малого напряжения, проходящим через место контакта свариваемых деталей. Количество теплоты, которое выделяется в сварочной цепи вследствие повышенного сопротивления между соприкасающимися свариваемыми частями изделия, определяется законом Джоуля — Ленца. Сварка производится с применением механического усилия, сжимающего свариваемые поверхности.

Контактная сварка подразделяется на точечную, стыковую и роликовую.

Точечная сварка. Детали из листового металла зажимаются между стержневыми электродами сварочной машины, соединенными с вторичной цепью сварочного трансформатора. При включении тока наиболее сильный разогрев происходит между электродами в месте соприкосновения изделий. Это место разогревается до высокой температуры и при наличии сжимающего усилия, приложенного к изделиям со стороны электродов, производится сварка.

Машины могут сваривать детали одновременно более чем в 200 точках; наибольшая толщина каждой из свариваемых деталей при сварке — до 8 *мм*, наименьшая — несколько десятых долей миллиметра; мощность сварочных машин от 0,3 до 400—600 *ква*, напряжение 2—12 *в*; развиваемое усилие сжатия на электродах 70—5500 *кГ* (усилие достигается чаще всего с помощью пневматики). Пределы регулирования времени сварки — от сотых долей секунды до 6,5 *сек*. При сварке листов из нержавеющей стали толщиной по 0,2 *мм* используется ток 3000—4000 *а* (продолжительность включения 0,04—0,08 *сек*; диаметр контактной поверхности электродов 4 *мм*), при толщине листов из того же металла 2 *мм* каждый используется ток 6000—9000 *а* (продолжительность включения 0,2—0,3 *сек*, диаметр контактной поверхности электродов 8 *мм*). Примеры точечной сварки: каркас, двери и кузов легковых автомобилей, задняя часть каркаса кабины грузовых автомобилей и др., предметы массового потребления (беговые и хоккейные коньки и др.).

Стыковая сварка *(сопротивлением и оплавлением).* Две детали, конфигурация и площади сечения которых одинаковы (или близки друг другу), закрепленные в электродах (контактных колодках) сварочной машины, соприкасаются тщательно обработанными торцевыми поверхностями и сильно сжимаются. В месте стыка образуется большое сопротивление, и ток от вторичной обмотки трансформатора, проходя через место стыка, быстро разогревает его. Когда металл в стыке переходит в пластическое состояние, он деформируется и под действием давления образует соединение. Стыковая сварка сопротивлением производится без расплавления свариваемых деталей (например, температура сварки малоуглеродистой стали составляет 850—1250° С, тогда как температура ее плавления 1350—1500° С).

При стыковой сварке оплавлением детали одинаковой конфигурации сближаются только до соприкосновения; из-за неровности поверхностей они контактируют отдельными выступами, в которых вследствие большой плотности тока происходит сильный и быстрый разогрев металла. Металл выступов расплавляется, после чего производится осадка — сдавливание нагретого металла, при которой и происходит сварка. Давление, создаваемое при осадке, — 1,5—5 $\frac{кГ}{мм^2}$. Сварка оплавлением не требует тщательной обработки торцевых поверхностей деталей. При этом достигается бо́льшая, по сравнению со сваркой сопротивлением,

прочность стыка, меньший расход электроэнергии и бо́льшая производительность.

Сварка оплавлением применяется в подавляющем большинстве случаев, когда изделия имеют стыковые соединения: провода, стержни и трубы небольшого диаметра (до 25 *мм*), рама и вилка велосипеда, рельсы, трубы (например, при непрерывной сварке труб из стальной полосы), режущий инструмент, звенья цепей, трубы газопроводов. Время сварки стыка труб диаметром 500 *мм* — 6—7 *мин*.

Мощность машин для стыковой сварки 1—320 *ква* (она берется из расчета примерно 5—15 *ква* на 100 *мм*^{2} сечения свариваемой детали), напряжение 5—15 *в*, сечение свариваемых деталей 1—10 000 *мм*^{2}, наибольшее усилие сдавливания 1500—24 000 *кГ*. Длительность сварки зависит от материала, мощности тока (например, при площади сечения свариваемых стальных изделий 30 *мм*^{2} требуется мощность в 2 *ква*, время оплавления 3 *сек*; при площади свариваемого сечения 2000 *мм*^{2} требуется мощность более 60 *ква* и время оплавления 45 *сек*).

Роликовая сварка. Ролики сварочной машины, играющие роль электродов (диаметр от 60 до 350 *мм*), вращаются от электродвигателей и перемещают сильно зажатое между ними свариваемое изделие. Ток периодически включается и выключается; продолжительность включения, или паузы, — от сотых до десятых долей секунды. Мощность машин до 1000 *ква* и больше, напряжение 2—6,5 *в*, ток 2000—50 000 *а*, наибольшая толщина каждой из свариваемых деталей 1,5—2 *мм*, наибольшее сжимающее усилие на электродах 250—800 *кГ*, пределы регулирования скорости роликовой сварки 0,5—5 $\frac{м}{мин}$.

Роликовая сварка обеспечивает сплошность и герметичность шва, она применяется для сварки резервуаров (бензобаки автомобилей, бидоны для молока, различные патрубки, ребристые трубы и др.). Процесс сварки бензобака автомобиля занимает ок. 2 *мин*.

Электрошлаковая сварка. Применяется при сварке металлов больших толщин. Теплота для плавления свариваемого и электродного металла при этом виде сварки выделяется при прохождении электрического тока от электродов к основному металлу через электропроводящий расплавленный шлак.

В пространстве, образованном вертикальными кромками свариваемых изделий и шлакоудерживающими приспособлениями, создается ванна расплавленного шлака, в которую погружается металлический электрод. Шлаковая ванна, температура которой превышает температуру плавления основного и электродного металла, расплавляет погруженный в нее электрод и кромки изделия. Расплавленный металл собирается на дне ванны; затвердевая, он дает шов, соединяющий кромки изделия. По мере расплавления электрода он опускается в ванну. Новый метод сварки позволяет осуществить за один проход сварку металла толщиной до 150—200 *мм*; при использовании нескольких электродов представляется возможным сваривать за один проход металл любой толщины. Свариваемые кромки располагаются друг от друга на расстоянии 1,5—20 *мм*; по мере сварки сварочная головка поднимается вверх. В зону сварки автоматически подается электрод и флюс.

Область применения, производство массивных, крупногабаритных изделий (станин тяжелых прессов и прокатного оборудования, валов мощных гидротурбин и других объектов тяжелого машиностроения, барабанов котлов высоких параметров с толщиной стенок 70—120 *мм*). При электрошлаковой сварке расходуется в 30 раз меньше флюса, чем при дуговой автоматической сварке.

471. Применение электросварки в машиностроении и строительстве

В таблице указан вес свариваемых частей в % от общего веса изделия.

Изделия	Годы				
	1928	1935	1941	1951	1956
Паровозы	0	5	20	30	40—50
Вагоны *	0	10	50	70	70—80
Речное судостроение	1	8	20	40	40—50
Автомобили	0	15	30	50	55—60
Краны	1	20	40	60	60—70
Резервуары	2	15	60	75	80
Строительные конструкции фабрично-заводских зданий	2	15	70	90	95

Примечание. В середине 1960 г. в народном хозяйстве страны работало свыше 12 тыс. сварочных автоматов, полуавтоматов, было установлено более 40 тыс. контактных машин. В текущем семилетии выпуск сварных конструкций увеличится более чем в два раза по сравнению с 1958 г., а уровень механизации сварочных работ возрастет почти в четыре раза. При этом будет осуществлен постепенный переход от механизации отдельных сварочных операций к автоматизации всего технологического процесса, к внедрению поточных автоматических линий, состоящих из высокопроизводительного сварочного оборудования.

* Железнодорожный вагон имеет ок. 40 000 сварных точек; современный самолет — примерно 250 000 сварных точек и 250 *м* сварных швов.

472. Применение гальванопластики в технике

С помощью гальванопластики изготовляются различные изделия, инструменты.

Полые медные трубки (например, радиаторные) изготовляются путем наращивания меди на круглую сталь; трубки сложного профиля (например, волноводы для радиолокации) — осаждением меди на алюминиевые формы, которые после наращивания меди растворяют в едком натре или соляной кислоте; фольгу любой толщины получают путем осаждения на стальную ленту тонкой пленки золота, серебра, никеля, меди.

При изготовлении гальваностереотипов пластический материал, например тонкие пластинки свинца, воска или целлулоида, прижимают прессом к оригинальной печатной форме (типографскому набору, гравюре на дереве, цинкографскому клише). После отделения пластинки (матрицы) ее покрывают электропроводящим слоем (например, слоем графита) и помещают в ванну для наращивания металла (чаще всего меди).

Полученную металлическую пленку толщиной 0,25—0,3 *мм*, воспроизводящую все рельефные элементы печатной формы, отделяют от матрицы, утолщают до 4,5 *мм* путем заливки с обратной стороны гартом (сплавом свинца, олова и сурьмы) и используют как гальвано-

стереотип. Износоустойчивость последних весьма велика (с их помощью можно получить 200—250 тыс. оттисков). Гальваностереотипы применяются для печатания книг и журналов с большим количеством иллюстраций.

Изготовление форм для матриц патефонных пластинок производится путем нанесения на проводящий слой * воскового диска или тондиска **, имеющего звуковую дорожку (глубина канавки до 60 *мк*) слоя никеля, а затем меди. С воскового диска можно снять лишь одну металлическую копию — первый оригинал («негативный»). Так как одна матрица недостаточна для прессования тиража пластинок, то с первого оригинала снимают по три вторичных «позитивных» металлических копии, с каждой из которых в свою очередь снимают по шесть третьих «негативных» копий, а с каждой третьей — по шесть четвертых и с каждой четвертой — по десять пятых. Пятые копии используются как матрицы для прессования (одной матрицей штампуют 800—1500 пластинок). Для получения металлических копий с металлических же форм на последние наносят так называемый разделительный слой, дающий возможность отделять наращенную копию от исходной формы.

При изготовлении матриц для прессования пластмассовой галантереи (пуговиц, брошек, игрушек) с изделия снимают гипсовую форму и получают при помощи электролиза металлическую копию этой формы — матрицу (при необходимости разъемную).

Изготовление диффракционных решеток для кабинетов школ также производится с помощью гальванопластики. На готовую решетку наносится химическим способом электропроводящий слой серебра и производится осаждение никеля, а затем меди. Полученная металлическая копия является матрицей, на которую наливают органическое стекло. При отвердении слой стекла отпечатывает диффракционную решетку.

Гальванопластикой получают матрицы для тиснения кожи, резины, бумаги, прессования искусственных зубов, трафареты для окрашивания и др.

При воспроизведении и размножении произведений искусства формы для получения копий медалей и барельефов изготовляют чаще всего из восковых сплавов, заливаемых на копируемый оригинал.

При изготовлении форм для статуй, бюстов и скульптурных групп пользуются гипсом. С оригинала, изготовленного скульптором, снимаются гипсовые формы, на которые и наращивается металл, чаще всего медь (предварительно гипсовые формы графитируются).

Гальванопластика применяется для металлизации пластмассовых, резиновых, керамических изделий, тканей с целью придания им большей декоративности или большей механической прочности, а также с целью получения искусственных драгоценностей и художественной галантереи (пуговиц, брошек, кружев) и др. Металлизация непроводников (например, пластмассовых) используется для изготовления печатных радиосхем, рефлекторов, фар, отражателей.

Одна из целей металлизации пластмасс — замена дефицитных металлов, получение материала, обладающего комбинированными свойствами пластмассы и осажденного металла (например, металлизация позволяет сочетать в одном изделии свойства изолятора с проводником),

---

* Проводящий слой наносят на диск химическим способом или вакуумным катодным распылением золота или серебра.

** *Тондиск* — тонкий диск из стекла или металла с нанесенным на него слоем лака.

473. Применение гальваностегии в технике

Название процесса осаждения металла на поверхность изделий	Назначение гальванического покрытия	Область применения	Плотность тока, применяемого при покрытии, $\frac{а}{дм^2}$	Скорость процесса осаждения, отнесенная к плотности тока в 1 $\frac{а}{дм^2}$, $\frac{мк}{ч}$
Цинкование	Защита черных металлов от коррозии	Защита деталей машин и механизмов, водопроводных труб, кровельного железа (жести), бензопроводов, бензиновых и керосиновых резервуаров, посуды (ведра, тазы и пр.), проволоки и скобяного товара	2—4	15,3
Никелирование	Защита от коррозии вообще и в щелочных средах в частности, повышение стойкости на износ стереотипов, клише, трущихся деталей, а также декоративная отделка	Покрытие хирургического инструмента, предметов домашнего обихода (коньков, посуды, кроватей и др.), химическая промышленность. В качестве декоративной отделки никелирование используется в производстве автомобилей, мотоциклов, велосипедов, вагонов	2—3	13
Хромирование	Повышение сопротивления поверхности изделий истиранию, доводка размеров деталей, декоративная отделка	В инструментальном производстве (покрытие мерительного и режущего инструмента), автотракторной промышленности (покрытие шеек валов, гильз цилиндров, поршневых колец и др.), покрытие трущихся деталей станков, восстановление размеров деталей (например, гнезд	10—30	1—1,3

Продолжение

Название процесса осаждения металла на поверхность изделий	Назначение гальванического покрытия	Область применения	Плотность тока, применяемого при покрытии, $\frac{а}{дм^2}$	Скорость процесса осаждения, отнесенная к плотности тока в 1 $\frac{а}{дм^2}$, $\frac{мк}{ч}$
		шарикоподшипников); декоративная отделка при изготовлении различных изделий: поручней, ручек, ограждений, педалей велосипедов и пр.		
Лужение (оловянирование)	Защита от коррозии преимущественно стальных и медных изделий	В пищевой промышленности для защиты консервной жести, различной посуды (мисок, пищеварочных котлов, молочных бидонов, бачков для воды, чайников, кастрюль и др.), а также для предохранения от окисления электрических контактов, для защиты отдельных участков деталей от азотирования	1	30
Меднение	Доводка размеров деталей, защита участков изделий от цементации. Меднение изделий также используется при покрытии изделий никелем, хромом, серебром и золотом	Восстановление размеров деталей, копий, сообщения притирочных свойств поверхностям трущихся деталей (например, шейкам и кулачкам коленчатых валов, шестерням и пр.), защита отдельных участков стальных деталей при их цементации	0,5—3	13

Продолжение

Название процесса осаждения металла на поверхность изделий	Назначение гальванического покрытия	Область применения	Плотность тока, применяемого при покрытии, $\frac{а}{дм^2}$	Скорость процесса осаждения, отнесенная к плотности тока в 1 $\frac{а}{дм^2}$, $\frac{мк}{ч}$
Серебрение	Защита от коррозии, придание поверхности изделий высокой отражательной способности, декоративная отделка	Покрытие химической железной посуды и приборов для защиты от коррозии в щелочных растворах, изделий, подвергающихся истиранию (например, токопроводящие контакты деталей радиоэлектроаппаратуры), а также поверхностей, предназначенных для отражения света (фар, прожекторов, зеркал), ювелирных изделий	0,3—0,7	36
Золочение	Защита от коррозии и декоративная отделка	Покрытие деталей точных приборов (разновесов, чашек аналитических весов и др.), ювелирных изделий	0,1—0,2	27

Примечание. Толщина наносимого на изделие слоя металла зависит от назначения изделия, от условий его работы и т. д. Например, толщина слоя цинка, наносимого на стальные изделия с целью защиты их от коррозии, лежит примерно в пределах 7—12 *мк* (для легких условий работы, т. е. для работы в закрытых отапливаемых помещениях, не сильно загрязненных топливными газами), 15—20 *мк* (для средних условий работы, т. е. когда изделие, например, подвергается воздействию наружной атмосферы, загрязненной промышленными газами, или работает в закрытых помещениях с повышенной влажностью), 30—50 *мк* (для жестких условий работы, т. е. когда изделия подвергаются или воздействию атмосферы, сильно загрязненной промышленными газами, или механическому износу от воздействия пыли, грязи, частого захвата руками и др.). Минимальная толщина слоя никеля, серебра или золота, наносимого на стальные изделия, соответственно должна быть равной 12, 5, 3 *мк* для легких условий работы, 24, 10, 7 *мк* для средних и 36, 20, 20 *мк* для жестких условий работы.

Толщина слоя хрома, наносимого на изделие с целью повышения его износоустойчивости, составляет для деталей машин и механизмов (шейки валов и осей, трущиеся детали станков) 10—50 *мк*, гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания 50—500 *мк*, поршневых колец 120—250 *мк* и др. Если нанесение слоя металла производится с целью восстановления размеров деталей, то толщина этого слоя может достигать 3 *мм* (при меднении) и 1 *мм* (при хромировании).

474. Назначение гальванических покрытий и их толщина

Назначение покрытия	Металл основы	Металл покрытия	Толщина покрытия, *мк* *
Защита от атмосферной коррозии	сталь	цинк	7—50
Защита от действия морской воды	»	хром	40—50
Защита от коррозии консервной тары	»	олово	1,5—2,5
Защитно-декоративная отделка	»	никель	12—36
» »	»	хром	6—40
» »	медь и медные сплавы	серебро	5—30
» »	то же	золото	0,3—10
Повышение сопротивления износу	сталь, чугун	хром	3—500
Восстановление изношенных деталей	» »	»	до 1000
Улучшение антифрикционных свойств	сталь	свинец	5—15
Повышение отражательной способности	сталь, медь и ее сплавы	серебро	10—20
Защита от коррозии точных приборов	медь и ее сплавы	платина	1—10
Защита от коррозии точных приборов	то же	золото	10—20

* Толщина наносимого на изделие слоя металла зависит от назначения изделия, от условий его работы и т. д. Первое число отвечает легким условиям эксплуатации, второе — жестким условиям.

475. Рафинирование меди

Выплавляемая на медеплавильных заводах медь (так называемая черновая медь) содержит различные примеси (до 0,5—1,5% и выше). Эти примеси значительно ухудшают свойства меди — ковкость, прочность и, самое главное, электропроводность, а между тем для электротехнической промышленности требуется медь с возможно более высокой электропроводностью. В черновой меди обычно содержатся также примеси благородных металлов, которые сами по себе представляют большую ценность *. Окончательную очистку меди от примесей и извлечение из нее благородных металлов ведут рафинированием; 85—90% добываемой во всем мире меди подвергают сейчас электролитическому рафинированию.

Устройство ванн для электролиза

В ванне помещается 20—45 анодов (катодов — на один больше); межэлектродное расстояние 3—4 *см*. Ванны — деревянные (иногда железобетонные) со свинцовой обкладкой;

обычные размеры ванны: длина 3—4 *м*, ширина и глубина ок. 1 *м*. В меднорафинировочном цехе устанавливают сотни и даже тысячи ванн

Схема процесса

Пластины из черновой меди помещают в электролит (раствор медного купороса и серной кислоты, которая добавляется для увеличения электропроводности) и делают их анодами. Примерный размер пластин: высота 0,8—1 *м*, ширина 0,7—0,9 *м*, толщина 35—40 *мм*, вес 0,2—0,3 *т*. При прохождении тока через электролит на анодах растворяется медь и все металлы, менее благородные, чем медь. На катодах — тонких листах (0,5—0,7 *мм*) чистой меди (длина и ширина пластины катода на 4—8 *см* больше, чем анода) — из раствора осаждается только медь, а менее благородные металлы (никель, цинк, мышьяк, железо, сурьма, висмут и др.) остаются в растворе. Благородные металлы, содержащиеся в анодах, в раствор не переходят, а осаждаются на дно ванны в виде шлака, который затем подвергают обработке для выделения ценных продуктов. Рафинированную медь отправляют на переплавку

Применяемая при рафинировании плотность тока, $\frac{a}{м^2}$	170—350
Ток в ванне, *а*	2000—15 000
Падение напряжения на одной ванне, *в*	0,2—0,4
Примерный расход электроэнергии на рафинирование 1 *т*, $\frac{квт \cdot ч}{т}$	300
Температура электролита, °С	40—60
Длительность процесса рафинирования	Анодные пластины работают в среднем 30 *сут*; длительность наращивания катодов — 10—15 *сут* (толщину катодных пластин в процессе рафинирования доводят до 1—1,5 *см*)

* В 1 *т* сырой меди содержится обычно 0,5—2, а иногда и 7 *кг* серебра и от 10 до 50, а иногда до 300 *г* золота.

Устройство ванны средней производительности

Примерные внутренние размеры ванны (электролизера) на 30 000 *а*: 4 × 2, 3 × 4 *м*; стенки и дно ванны — из угольных блоков, снабженных теплоизоляцией и заключенных в железный кожух. Угольное дно ванны (под) и покрывающий его слой жидкого алюминия служат катодом. Над ним располагается слой электролита (расплавленный криолит Na_3AlF_6 с глиноземом — окисью алюминия) глубиной 20—40 *см*, в который сверху опускаются аноды в виде пакета угольных стержней. По мере электролитического разложения глинозема его загружают в ванну (через каждые 12—18 *ч*).

Ток в современных ваннах средней производительности, *а*	30 000—50 000
Напряжение на ванне, *в*	4—6
Число угольных анодов в одной ванне	12—14
Междуэлектродное расстояние (от низа анодов до зеркала металла), *мм*	40—65
Обычная температура электролита, °С	950—980
Удаление алюминия из ванны	Один раз в 2—4 суток
Сечение одного угольного электрода (анода)	400 × 400 *мм*
Производительность ванны на 30 000 *а* по алюминию, $\frac{кг}{ч}$	ок. 8,3
Число ванн в цехе при годовой производительности 20 000 *т* алюминия	300 ванн по 30 000 *а*
Затраты на производство 1 *т* алюминия:	
электроэнергии, *квт·ч* . . .	17 500—20 000
глинозема, *т*	1,95
фтористых соединений, *т* .	0,1
угольных электродов, *т* . .	0,7

Выпускаемый из ванны алюминий-сырец идет на переплавку

477. Получение стали в электрических дуговых печах

Производство многих высококачественных сталей (например, легированных, т. е. обладающих свойствами, отличными от свойств углеродистой стали благодаря содержанию специальных элементов — хрома, никеля, вольфрама, молибдена, ванадия и др.) осуществляется в настоящее время преимущественно в электрических дуговых печах. Эти печи используются и для выплавки медных сплавов (бронзы), для выплавки из руд чугуна, ферросплавов и др.

Устройство дуговой сталеплавильной печи

Печь представляет собой железный кожух с плоским или сферическим днищем, имеющий огнеупорную и теплоизоляционную кладку (футеровку). Футеровка выдерживает температуру, близкую к 1700° С. Плавильное пространство печи сверху закрывается сводом, также покрытым огнеупорным кирпичом. Основной огнеупорный материал для футеровки: магнезитовый и динасовый кирпич, доломит и др.

Для уменьшения тепловых потерь между огнеупорным слоем и кожухом печи располагается теплоизоляционная футеровка из материала, имеющего низкую теплопроводность (асбест, диатомит, шлаковая вата, пористый кирпич). Толщина футеровки для ванны емкостью 30 *т* следующая: огнеупорной — примерно 35 *см*, теплоизоляционной — ок. 8 *см*. Печь имеет загрузочное окно и сливной желоб.

Через верхний свод печи пропущены вертикально три угольных или графитизированных электрода, соединенных с источником переменного трехфазного тока *. Диаметр угольных электродов 10—70 *см*, графитизированных — 10—40 *см*.

Цепь тока замыкается между электродами через электрические дуги, металл и шлак. Для питания дуговых печей пользуются током до 40 000 *а* и более, который подается от вторичной обмотки силового трансформатора (напряжением 240—650 *в*). Первичная обмотка трансформаторов питается от подстанции электроплавильного цеха током высокого напряжения (33 000, 10 000, 6600 *в*).

Емкость печей достигает 70—80 *т* жидкой стали (в единичных случаях и до 120—180 *т*); мощность трансформаторов составляет 20 000—25 000 *ква* (для ванн 180 *т* жидкой стали до 36 000—40 000 *ква*)

Процесс работы печи

Ванна загружается шихтой (стальным и железным ломом, шлакообразующими материалами). Затем включается ток, и электроды опускаются. При их приближении к шихте между электродами и кусками шихты образуются дуги. Электроды автоматически опускаются вниз в проплавляемых в шихте колодцах до соприкосновения с жидким металлом, собирающимся на дне ванны. По мере дальнейшего расплавления шихты и подъема жидкого металла в ванне электроды также поднимаются, пока вся шихта не расплавится полностью. Скорость подъема и опускания электродов — 1—2 $\frac{м}{мин}$. В процессе горения дуг происходят реакции

окисления (при которой из металла удаляются вредные примеси — фосфор и сера) и восстановления (удаление из металла избыточного кислорода). В расплавленный металл добавляются легирующие материалы (ферросплавы). Процесс расплавления шихты длится 2—3 часа, примерно столько же длятся процессы окисления и восстановления. Общая длительность плавки — ок. 6 часов; общий расход электроэнергии на выплавление 1 *т* стали — ок. 700—750 *квт·ч*. Нагрев металла в печи контролируют оптическим пирометром или термопарой (см. табл. 391, 435), а его качество — путем экспресс-анализов (см. табл. 487). Жидкий металл выливают, наклоняя печь

* Получать большие мощности постоянного тока затруднительно.

478. Дуговые электрические печи для плавки стали

Показатели	Тип печи			
	ДС-5М	ОКБ-297	ОКБ-257	ОКБ-283
Емкость ванны, *т*	5	10	20	30
Мощность трансформатора, *ква*	2 250	5 000	8 000	11 000
Напряжение вторичное, *в* .	127—220	120—250	132—260	122—350
Диаметр электрода, *мм* . .	350	350	400	500
Диаметр ванны, *м*	2,4	2,9	3,3	4,3
Глубина ванны, *мм*	430	475	590	680

479. Применение токов высокой частоты для нагрева

Высокочастотная электротермия основана на нагревании объектов вследствие преобразования энергии электромагнитного поля во внутреннюю энергию непосредственно в этих объектах.

Основные области применения индукционного нагрева тел токами высокой частоты: плавка, поверхностная закалка металлов, нагрев заготовок под обработку давлением, диэлектрический нагрев.

Индукционные печи

В печах для плавки цветных металлов токами промышленной частоты имеется ферромагнитный магнитопровод (стержень); тигель охватывает этот магнитопровод в виде кольца. В высокочастотных (бессердечниковых) печах, применяемых для плавки не только цветных металлов, но и стали, тигель помещается в соленоид, питаемый машинным (частота 500—10 000 *гц*) или ламповым (частота 10^4—10^6 *гц*) генераторами. Токи высокой частоты при электроплавке металла обеспечивают чистоту получаемого металла, недостижимую даже в наиболее совершенных дуговых электропечах, не требуют дорогостоящих электродов. Высокочастотные печи

успешно применяются при получении сверхчистых металлов (например, полупроводниковых материалов), жаропрочных сталей, магнитных и других сплавов с особыми физическими свойствами.

Печи, питаемые машинными генераторами, служат также для нагрева под ковку различных изделий

Поверхностная закалка

Поверхностная закалка металлов использует явление неравномерного распределения переменного тока по сечению проводника, при котором плотность тока убывает по мере удаления от поверхности в глубь проводника (так называемый поверхностный эффект).

Толщина поверхностного слоя, прогреваемого электрическим током (так называемая глубина проникновения токов в металл *), может быть определена с достаточной для практики точностью по упрощенным формулам: для меди (при 15° С): $\Delta = \frac{67}{\sqrt{f}}$ *мм*, для стали (при 15° С) $\Delta = \frac{30}{\sqrt{f}}$, где f — частота переменного тока.

Глубина проникновения тока различной частоты в металлы указана в нижеследующей таблице:

Частота тока, *гц*	Глубина проникновения тока в металл при 15° С, *мм*		Частота тока, *гц*	Глубина проникновения тока в металл при 15° С, *мм*	
	медь	сталь		медь	сталь
50	10	5	50 000	0,3	0,15
500	3	1,5	500 000	0,1	0,05
5 000	1	0,5	5 000 000	0,03	0,015

При повышении температуры изделия глубина проникновения тока значительно увеличивается.

На глубину 0,2—0,5 *мм* (при частоте тока $2 \cdot 10^3$ *гц*) закаливаются проволока, изделия малого диаметра; на глубину 0,2—3 *мм* (при частоте 10^5—10^6 *гц*) — инструмент, гильзы цилиндров; на глубину 1—2 *мм* — пальцы, шариковые подшипники; на глубину 3 *мм* и больше (при частоте $(2—5) \cdot 10^3$ *гц*) — рельсы, бандажи, распределительные валы, шпиндели.

При поверхностной закалке благодаря кратковременности нагрева (нагрев поверхностных слоев стали до температур порядка 1000° С происходит обычно за секунды и даже доли секунды) теплота не проникает в глубь изделия, и последующее интенсивное охлаждение обеспечивает закалку только в поверхностном слое (на глубину 1—5 *мм* **)

Это обеспечивает хорошую работу поверхностного слоя на трение и одновременно сохраняет исходную сырую, вязкую сердцевину изделия, которая выдерживает большие динамические нагрузки.

Преимущества поверхностной закалки: большая скорость, возможность автоматизации процесса закалки, что позволяет включать этот процесс в поточную и в автоматическую линии, коренное улучшение условий труда, повышение его производительности.

Нагрев диэлектриков

Для нагрева диэлектриков (пластмасс, резины, древесины, пищевых продуктов и др.) используются токи смещения, которые возникают в изделиях, помещенных между пластинами конденсатора, питаемого током высокой частоты (10^7—10^8 *гц*).

Материалы, помещенные в однородное высокочастотное электрическое поле, нагреваются равномерно по всему объему; при этом ускоряются и удешевляются многие технологические процессы (сушка склеенных и окрашенных изделий, сушка пищевых продуктов, древесины и др.)

---

* Глубиной проникновения тока называется глубина, на которой плотность тока падает в e раз по сравнению с ее значением на поверхности изделия, где e — основание натуральных логарифмов ($e = 2{,}718$). В этом слое выделяется 86,5% всей энергии, поглощаемой телом.

** Диапазон глубин закалки 1—5 *мм* охватывает подавляющее большинство стальных изделий современного машиностроения.

Рентгеновские, инфракрасные, ультрафиолетовые и гамма-лучи. Применение их в технике. Методы контроля производственных процессов

480. Типы рентгеновских установок и их назначение

Основные элементы рентгеновской установки: рентгеновская трубка — источник рентгеновских лучей и рентгеновский аппарат — электрическое устройство для питания электроэнергией рентгеновской трубки, куда входят: трансформаторы (высоковольтный и накала), выпрямитель, измерительные и пускорегулирующие приборы.

Энергия, которую получают рентгеновские лучи в трубке, составляет незначительную долю общей энергии, потребляемой трубкой (0,15% при напряжении трубки 20 *кв* и 7,5% при напряжении 1000 *кв*).

Давление в рентгеновской трубке составляет 10^{-6}—10^{-7} *мм рт. ст.*

Пределы рабочего напряжения, *кв*	Назначение установки
5—15	В медицине для кожной поверхностной терапии. Просвечивание очень тонких и слабо поглощающих лучи материалов
До 30—50	Просвечивание неметаллических изделий и легких алюминиевых и магниевых сплавов толщиной до 6 *мм* (при 30 *кв*) и до 30 *мм* (при 50 *кв*). Для структурного анализа *

Продолжение

Пределы рабочего напряжения, *кв*	Назначение установки
До 110—125	В медицине стационарные установки для диагностики и поверхностной терапии. При использовании напряжения 125 *кв* контролируется алюминий толщиной примерно до 100 *мм*, сталь — до 20—30 *мм*
До 200—250	В медицине для глубокой терапии. Просвечивание алюминия толщиной до 350 *мм*, стали толщиной до 70 *мм*
До 300—400	В медицине для глубокой терапии. При контроле промышленных изделий просвечивание стали толщиной 100—120 *мм*
До 1000	Просвечивание стали толщиной 200 *мм* (время экспозиции 3 *ч*)
До 2000	Просвечивание стали толщиной 300 *мм* (время экспозиции 1 *ч* 35 *мин*)

* При структурном анализе с помощью рентгеновских лучей исследуется тонкая структура вещества — расположение атомов в кристаллической решетке, величина и взаимное расположение кристаллов, образующих твердое тело. Структурный анализ основан на том, что кристаллы являются естественными дифракционными решетками для рентгеновских лучей. Он заключается в получении и анализе дифракционных картин (рентгенограмм), возникающих при прохождении рентгеновских лучей через исследуемое кристаллическое вещество. Трубки для структурного анализа дают интенсивное монохроматическое излучение определенной длины волны.

481. Промышленные рентгеновские установки

Показатели	Тип установки		
	РУП-60-20-1	РУП-200-20-5	РУП-400-5-1
Наибольшее напряжение на рентгеновской трубке, *кв*	60	200	400
Наибольший анодный ток трубки, *ма*	20	20	5
Наибольшая мощность, потребляемая установкой, *ква*	2,5	7	6
Толщина просвечивания, *мм*			
стали		до 60	до 120
алюминия		до 250	
Напряжение накала трубки, *в*	2,5—6,5	3—6,5	1,4—3
Ток накала, *а*	4,8—7,6	6—7,8	6,8—8
Охлаждение анода	проточное водяное	проточное масляное	проточное водяное

Показатели	Тип установки		
	РУП-60-20-1	РУП-200-20-5	РУП-400-5-1
Длина рентгеновской трубки, *мм*	283	525	810
Среда, в которой работает трубка	воздух	масло	
Напряжение питающей сети однофазного тока, *в*	127, 220 или 380	220 или 380	220 или 380
Габаритные размеры установки, *мм*			
длина	2000	2000	1600
ширина	600	750	1000
высота	1850	2500	2000
Вес установки, *кГ*	280	750	500
Назначение	Просвечивание пластмасс и легких сплавов в условиях цеха или лаборатории	Просвечивание материала в условиях цеха или заводской лаборатории	

Примечание. Просвечивание материалов основано на способности рентгеновских лучей проникать сквозь тела, не прозрачные для видимого света, и заключается в рассмотрении теневых картин исследуемых изделий, воспроизводимых чаще всего на рентгеновском снимке (реже на флуоресцирующем экране вследствие меньшей чувствительности способа). Путем просвечивания можно обнаружить без разрушения объектов наличие в них внутренних неоднородностей и пороков (раковин, трещин, инородных включений и др.), место их нахождения и размеры.

С этой целью на пути рентгеновских лучей помещается исследуемое изделие, а за ним — регистратор лучей (рентгеновская пленка).

При наличии внутри изделия дефектов и неоднородностей на пленке возникают оптические контрасты вследствие воздействия на эмульсию лучей различной интенсивности — менее плотные части изделия поглощают лучи слабее, более плотные — сильнее. Рентгенодефектоскопия применяется для обнаружения дефектов в металлических изделиях (литые и клепаные детали, сварные швы, трубы и др.) и в неметаллических (например, в изделиях из пластмасс, древесины и др.). Проникающая способность рентгеновских лучей определяется их жесткостью (т. е. длиной волны), которая зависит от прилагаемого к трубке напряжения. Для целей дефектоскопии используются напряжения до 2000 *кв*. Аппараты, имеющие такие сверхвысокие напряжения для просвечивания металла, применяются весьма редко; устройство их сложно, они оказываются громоздкими, дорогими, трубки быстро выходят из строя. При очень больших толщинах стали (до 500—600 *мм*) для просвечивания используется излучение, генерируемое ускорителями заряженных частиц (бетатронами).

482. Медицинские рентгеновские установки

Показатели	Тип установки			
	РУД-100-20	РУД-110-150	РУТ-100-10	РУТ-200-20-2
Номинальное напряжение на рентгеновской трубке, *кв*	100	110	100	200
Анодный ток трубки, *ма*	20	150	10	20
Наибольшая мощность, потребляемая установкой, *ква*	3	18	1,5	7
Напряжение накала трубки, *в*	3—6,2	3,5—9	4—11	3—6,5
Ток накала, *а*	3,2—4,5	3,2—4,5	3—5	6—7,8
Охлаждение анода	радиаторное			проточное масляное
Длина трубки, *мм*	240	215	260	525
Среда, в которой работает трубка	масло			
Напряжение питающей сети, *в*	120; 127 или 220	220 или 380	120 или 220	220
Вес установки, *кГ*	ок. 300	ок. 2000		ок. 1000
Назначение	рентгенодиагностика	рентгенодиагностика	поверхностная терапия	глубокая терапия

Примечание. В медицине рентгеновские лучи применяются для рентгенодиагностики и рентгенотерапии. *Рентгенодиагностика* — распознавание болезней с помощью рентгеновских лучей — осуществляется рентгеноскопией или рентгенографией. При рентгеноскопии ведут визуальное исследование изображения, получающегося на флуоресцирующем экране при просвечивании частей человеческого тела рентгеновскими лучами.

Флуоресцирующий экран состоит из тонкого (0,2—0,4 *мм*) слоя порошкообразного люминофора (состав $ZnS \cdot CdS \cdot Ag$), нанесенного на картонный или пластмассовый лист.

При рентгенографии получают под воздействием рентгеновских лучей на пленке теневую картину органа или части человеческого тела. Для этого снимаемый объект помещается между источником лучей и алюминиевой кассетой с рентгеновской пленкой. Время экспозиции — от десятых долей секунды до нескольких секунд.

Рентгенотерапия — применение рентгеновских лучей с лечебной целью — основана на том, что больные клетки и ткани тела под действием этих лучей быстрее изменяются и гибнут, чем окружающие их здоровые клетки и ткани. Рентгеновские лучи применяются для лечения воспалительных процессов, злокачественных опухолей и для заживления ран.

Сушка. Наиболее распространенные в производстве источники инфракрасного излучения, применяемого для сушки, — обычные лампы накаливания с рефлекторами и сушильные зеркальные лампы мощностью 250—500 *вт* с внутренним рефлектором (посеребренной изнутри частью колбы), в фокусе которого располагается спираль накаливания. Ламповые сушилки применяются для сушки металлических изделий после их покраски (роторов и корпусов электрогенераторов и электродвигателей, деталей и узлов самолетов, тракторов, автомобилей), а также для сушки красок, лаков, клея на неметаллических предметах и изделиях (из картона, дерева, пластмассы, кожи, тканей), для сушки бумаги, изоляции на проводах, помещений.

Теплопеленгация — обнаружение нагретых объектов и определение с достаточной точностью направления на них (производится теплопеленгаторами).

Индикатором инфракрасных лучей в теплопеленгаторах служит высокочувствительное фотосопротивление, например из сернистого цинка, изменяющее под воздействием инфракрасных лучей внутреннее электрическое сопротивление (индикатором может служить также термоэлемент или болометр *). Индикатор располагается в фокусе зеркала теплопеленгатора, где собираются отраженные от зеркала инфракрасные лучи. Во время второй мировой войны теплопеленгаторы использовались для поиска кораблей, трубы которых являются мощным источником инфракрасного излучения. Параметры берегового теплопеленгатора: оптическая система — вогнутое параболическое зеркало диаметром 50 *см*; индикатор — болометр; дальность обнаруживания корабля — до 25—30 *км*.

Медицина. Свойство инфракрасных лучей проникать через кожу человека используется для прогрева тканей, расположенных под кожей на некоторой глубине. Это вызывает рефлекторное расширение сосудов, что улучшает условия кровообращения и ведет к усилению питания тканей, размножению клеток, т. е. к ускорению заживления ран, к рассасыванию патологических продуктов, уменьшению боли. Для получения инфракрасных лучей используется или нихромовая спираль на керамике, помещаемая в фокус рефлектора и накаливаемая до температуры 500° С (до розового свечения), или лампа накаливания с рефлектором (лампа «соллюкс»).

Фотографирование. Аэрофотосъемка производится на фотоматериалах, чувствительных к инфракрасному излучению, т. к. при этом на снимках хорошо выступают затуманенные дали.

Инфракрасные лучи слабо рассеиваются атмосферой и лучше, чем видимые лучи, проникают сквозь задымленные и мутные среды, а также туманы средней плотности.

Фотографирование неба в инфракрасных лучах позволяет обнаруживать невидимые глазу звезды и слабо нагретые туманности. Для фотографирования используются длины волн от 800 до 1200 *ммк* (именно к этим длинам волн можно сделать чувствительной фотоэмульсию); съемка производится со специальным светофильтром, поглощающим лучи видимой части спектра. Фотографирование в инфракрасных лучах применяется также в медицине, криминалистике, археологических

* *Болометром* называется индикатор энергии излучения, действие которого основано на изменении сопротивления чувствительного элемента при нагревании его вследствие поглощения лучистого потока. С помощью болометра можно измерять изменение температуры до 10^{-5}° С и обнаруживать лучистый поток мощностью до 10^{-10} *вт*.

исследованиях, при съемках в темноте (при источниках света с черным фильтром) и т. д.

«Ночное видение». Инфракрасные устройства использовались во время войны для целей ночной разведки, для ориентировки в ночных походах и в качестве прицела для снайперского оружия. Вес инфракрасного прицела вместе с источником питания составлял ок. 15 *кГ*, дальность видимости — до 100 *м*. Дальность видимости при использовании мощных инфракрасных прожекторов — примерно 1 *км*.

Ночью местность освещается прожектором, закрытым фильтром, не пропускающим видимый свет. Отраженные от объектов инфракрасные лучи, собранные с помощью оптической системы, проектируются на кислородно-цезиевый фотокатод, чувствительный к инфракрасным лучам длиной до 1,2—1,3 *мк*. Вылетающие из фотокатода электроны ускоряются электрическим полем и направляются на экран, вызывая видимое свечение люминесцирующего экрана. Сильно излучающие места фотокатода, соответствующие местам объекта, дающим интенсивное инфракрасное излучение, отобразятся на экране точками, на которые падает большое число электронов. Эти точки будут на экране ярко светиться. Слабо освещенные места фотокатода соответствуют слабо освещенным точкам экрана. Таким образом, на экране получается изображение той невидимой картины, которая повторяет изображение объекта.

Телефонная связь. Колебания тока в цепи обычного микрофона подаются на устройство, модулирующее излучение инфракрасного прожектора. В месте приема инфракрасные лучи воспринимаются оптикой приемного устройства и направляются на фотоэлемент. Изменяющийся лучистый поток, падая на фотоэлемент, вызывает в его цепи пульсирующий ток, который после усиления подается в телефон.

484. Применение ультрафиолетовых лучей

Люминесцентное освещение. Ультрафиолетовые лучи вызывают свечение люминесцирующих веществ. Это позволило создать высокоэкономичные источники света—люминесцентные лампы. В стеклянной трубке лампы, заполненной парами ртути и аргона давлением соответственно ок. 10^{-2} и 4 *мм рт. ст.* между электродами (вольфрамовыми спиралями), проходит ток в несколько десятых долей ампера. Ток возбуждает свечение двух невидимых ультрафиолетовых линий в спектре паров ртути с длинами волн 1850 и 2540 Å. Под действием ультрафиолетового излучения люминофор, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы лампы, дает яркое видимое свечение. В лампе происходит двойное преобразование энергии: электрическая энергия превращается в энергию ультрафиолетового излучения, а последняя — в видимое свечение люминесцирующих веществ. В зависимости от типа люминофора и пропорции смеси (см. табл. 439) изготовляются лампы дневного света (ДС), белого света (БС), солнечного света, дающие не только видимое, но и ультрафиолетовое излучение, и специальные люминесцентные лампы, дающие ультрафиолетовое излучение.

Люминесцентное освещение широко применяется в текстильной промышленности, в типографиях цветной печати, музеях — там, где требуется различение красок.

Медицина. Для искусственного облучения человека ультрафиолетовыми лучами созданы «солнечные» лампы (или лампы «горного солнца»), излучающие энергию в том же интервале длин волн, что и приходящие солнечные лучи *. Колбы «солнечных» ламп приготовляются из увиолевого стекла, пропускающего ультрафиолетовые лучи.

«Солнечная» лампа, применяемая для профилактических целей, сочетает в себе лампу накаливания с лампой газового разряда. Электроды, подводящие к вольфрамовой нити накала ток, служат одновременно электродами дуги, возникающей в парах ртути, содержащейся в лампе.

С помощью этих ламп проводится профилактическое облучение в лечебных учреждениях, яслях, детских садах, школах. Они имеются в фотариях — светолечебных кабинетах при угольных шахтах, рудниках, на ряде фабрик и заводов.

Источники ультрафиолетовых лучей, используемые для лечения, — это ртутно-кварцевые лампы высокого давления — ПРК (прямые ртутно-кварцевые лампы), которые представляют собой изготовленную из кварца трубку цилиндрической формы (диаметром 1,8, 2 или 3,1 *см* и длиной соответственно 17, 26 или 30 *см*). Газовый разряд между электродами протекает при давлении ртутных паров 400—700 *мм рт. ст.* Максимум интенсивности излучения лампы приходится на длину волны 3650 Å.

Светомаскировка. В условиях светомаскировки на территориях промышленных предприятий, электрических станций, вокзалов устанавливаются указатели и знаки, покрытые люминофорами (например, сернистым цинком).

В ночное время территория освещается ртутной лампой высокого давления, закрытой черным (увиолевым) стеклом, поглощающим видимый свет, но прозрачным для волн длиной 3000—4000 Å. Ультрафиолетовые лучи вызывают свечение указателей и знаков и тем самым облегчают ориентацию людей.

Такими же знаками, надписями и указателями оборудуются различные помещения (машинные залы, котельные, бомбоубежища, залы для пассажиров), измерительные приборы, рукоятки управления, входы и выходы, ступени.

Люминесцентный анализ. Основан на способности почти всех веществ светиться в темноте под действием ультрафиолетовой радиации, а также на том, что различные вещества дают разный спектральный состав излучения неодинаковой длительности. Люминесцентный анализ позволяет обнаруживать наличие 10^{-11} *г* искомого вещества; при его проведении исследуемое вещество не подвергается изменению. Применяется в текстильной, бумажной, фармацевтической, пищевой промышленности, геологии, криминалистике.

Бактерицидные лампы. Ультрафиолетовые лучи способны убивать или задерживать размножение многих бактерий. Наибольшим бактерицидным действием обладают лучи длиной 2540—2570Å. Специальные бактерицидные лампы применяют для стерилизации воздуха в лечебных помещениях (например, в операционных, в лабораториях, приготовляющих вакцины и биопрепараты), на заводах молочных продуктов и на пивоваренных заводах для стерилизации воды, идущей на промывку масла или дрожжей.

Бактерицидные лампы сходны с люминесцентными, но отличаются от последних тем, что для колб используется увиолевое, а не простое стекло, и, кроме того, они не имеют слоя люминофора. 70% излучения этих ламп составляют ультрафиолетовые лучи с длиной волны 2540 Å, т. е. соответствует максимуму бактерицидного действия ультрафиолетовой радиации.

---

* Солнечные лучи, доходящие до Земли, не содержат лучей с длинами волн короче 2800—2900 Å, т. е. лучей, способных разрушать органические ткани.

485. Гамма-аппараты

Показатели	Промышленные			Медицинские	
	ГУП-Со-0,5-1	ГУП Со-5-1	ГУП-Со-50-1	ГУТ-Со-20-1	ГУТ-Со-100-1
Назначение	Производственная дефектоскопия (просвечивание) в лабораториях или цеховых условиях			Лучевая терапия злокачественных новообразований, лечение ряда воспалительных заболеваний, болезней системы крови и т. д.	
				Короткофокусная терапия (на глубину 3–5 *см*)	Длиннофокусная (глубокая) терапия
Источник излучения	Искусственный радиоактивный изотоп кобальта Co^{60}. Получается при облучении стабильного кобальта пучком нейтронов. Препараты Co^{60} дают излучение с энергией (жесткостью) квантов порядка 1,25 *Мэв*; период полураспада препарата 5,3 года				
Номинальная активность препарата, *г · экв* радия *	0,5	5	50	20	400
Верхний предел толщины просвечивания стали, *мм*	40—50	100—110	200—250	—	—
Высота аппарата, *м*	2,3	2,2	2,2		
Вес, *кГ*	165	550	700	1300	1800

* Понятие грамм-эквивалент радия введено для сравнения доз γ-излучений, создаваемых радиоактивными источниками. 1 грамм-эквивалент радиоактивного вещества создает в данной точке такую же мощность излучения, как помещенный на таком же расстоянии 1 *г* радия, излучение которого прошло через платиновый фильтр толщиной 0,5 *мм*.

Примечание. Непрерывное и самопроизвольное гамма-излучение обладает большой проникающей способностью, позволяющей контролировать стальные, чугунные, медные и бронзовые изделия толщиной от 30 до 250 *мм* и изделия из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной от 60 до 350 *мм*. Источник излучения в гамма-аппаратах — препарат Co^{60} имеет форму цилиндра диаметром и высотой 5 или 10 *мм*; он помещен в свинцовый контейнер с открывающимся отверстием.

При просвечивании пучок γ-лучей направляется через изделие на пленку; лучи, прошедшие через дефектный участок (раковину, трещину, непровар сварного шва и др.), имеют бо́льшую интенсивность, чем лучи, прошедшие через здоровые, однородные участки изделия. На негативе дефектный участок выявляется в виде более темного пятна или полосы. Гаммаграфический метод (просвечивание с использованием пленки) пока является основным в заводской практике. Его недостатки: сравнительная дороговизна (расход пленки и химикатов), невозможность осуществления сплошного контроля поточной продукции (что связано с необходимостью обработки пленки), невозможность просвечивания раскаленных изделий, невозможность автоматизации контроля. Сейчас ведется работа

по замене пленки более совершенными индикаторами, например счетчиками γ-квантов, ионизационными камерами, которые преобразуют гамма-излучение в пропорциональный его интенсивности электрический сигнал (ионизационный метод).

Портативность источников излучения, отсутствие необходимости в электроэнергии, простота применяемой аппаратуры отличает этот метод от рентгенографического и позволяет пользоваться гамма-аппаратами для просвечивания изделий сложной конфигурации в труднодоступных местах, что делает эти аппараты незаменимыми в полевых и монтажных условиях.

Гамма-дефектоскопия выявляет: при контроле слитков и литых изделий — усадочные и газовые раковины, усадочную рыхлоту, газовые пористости, земляные и шлаковые засоры; при контроле сварных швов — газовые и шлаковые включения, трещины, непровар.

486. Применение ультразвука

Частота, *кгц*	Область применения
20—30	Механическая обработка твердых материалов, чистка деталей. Образование эмульсий, коагуляция аэрозолей *. Гидролокация, эхолотирование
30—100	Дефектоскопия бетона
400	Получение эмульсий
500—800	Дефектоскопия крупнозернистого металла. Чистка деталей
1000—5000	Дефектоскопия металла
6000	Предел частот для измерения толщины резонансным методом

* *Коагуляция* — слияние, слипание мельчайших частичек, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде (так называемых аэрозолей), в результате чего происходит выпадение (осаждение) образующихся укрупненных частичек.

Гидролокация. Измерение расстояний под водой.

Гидролокация — определение с помощью звуковых (точнее — ультразвуковых) волн местоположения какого-либо объекта, находящегося в воде. В воде ультразвуки поглощаются в тысячи раз меньше, чем в воздухе,* что позволяет использовать их для измерения расстояний и локации в жидкой среде. Для осуществления гидролокации применяются специальные аппараты — *гидролокаторы*. Основная часть гидролокатора — пьезокварцевая или магнитострикционная пластинка, которая служит излучателем направленных кратковременных ультразвуковых импульсов (продолжительностью ок. 0,1 *сек*), а в паузах между ними (1—3 *сек*) — приемником отраженных сигналов. Вращая излучатель, установленный под днищем корабля, обследуют подводное пространство, окружающее корабль. Гидролокаторы используются, в частности для поисков косяков рыб.

* При частоте 10 *кгц* интенсивность звука убывает вдвое в воздухе на расстоянии 220 *м*, в воде — на расстоянии 400 *км*, при частотах 20, 30, 100 *кгц* соответственно на расстояниях 55 *м* и 100 *км*, 24 *м* и 44 *км*, 2,2 *м* и 4 *км*.

Эхолот — аппарат для измерения глубин рек, морей. Он может служить также для определения рельефа дна, поисков косяков рыб. Состоит из вибратора-излучателя колебаний и вибратора-приемника, врезаемых в днище корабля. Излучатель посылает ультразвуковые импульсы вертикально вниз.

Магнитострикционный эхолот марки НЭЛ-5 может измерять глубину водного бассейна (от 1 до 2000 *м*) с точностью до 2% и автоматически записывать рельеф дна. Эхолот марки НЭЛ-5р служит для обнаружения косяков рыб. Принцип действия этого эхолота заключается в посылке коротких ультразвуковых импульсов, которые, отражаясь от косяков рыб, находящихся под килем судна, и от дна моря, принимаются приемником эхолота.

Обработка материалов. При ультразвуковой обработке твердых и хрупких материалов используется абразивное действие суспензии, состоящей из мельчайших частичек абразивного порошка (корунда, наждака, карбида бора), взвешенных в воде или в другой жидкости, и явление кавитации *.

Инструмент, жестко связанный с магнитострикционным излучателем, совершает колебательное (возвратно-поступательное) движение ** в жидкой среде с частотой 18—25 *кгц*. В пространство между торцом инструмента и обрабатываемым изделием подается суспензия (диаметр абразивных зерен в зависимости от необходимой точности обработки составляет 10—125 *мк*). При вибрации рабочего конца инструмента каждая абразивная частица совершает за секунду ок. 20 000 ударов в деталь и своими острыми краями режет, обрабатывает ее. Необходимая кинетическая энергия частиц появляется за счет колебательного движения вибратора и вследствие возникающей в жидкости кавитации. Конфигурация получаемых в изделиях отверстий или полостей соответствует форме рабочего торца инструмента.

Таким методом производится резание, сверление различных твердых и хрупких материалов *** как электропроводящих, так и диэлектриков (тантала, сплава альнико, кварца, германия, фарфора, стекла, керамик, слюды, карбида вольфрама и титана, рубина, алмаза и др.). В качестве инструмента используется мягкий металл (например, медь).

Ультразвуковые станки применяются для сверления отверстий в миниатюрных рубиновых подшипниках, используемых в часовой и приборной промышленности, для приготовления штампов, вырезания заготовок дисков из пластин германия и кремния.

---

* Ультразвуковые волны образуют в жидкости большие переменные давления — области сжатий и разрежений. Вследствие этого в ней возникает *явление кавитации* — нарушение сплошности жидкости. При разрежении в ней образуются разрывы — пустоты, которые называются кавитационными пузырьками. Вслед за разрежением наступает сжатие, пузырьки захлопываются. Исчезновение (захлопывание) пузырьков происходит с большой скоростью и сопровождается гидравлическими ударами — в месте захлопывания пузырьков образуются огромные давления (в сотни атмосфер). Эти кавитационные импульсы давления способны разрушать поверхность материала; они сообщают взвешенным в жидкости абразивным частицам большую кинетическую энергию.

** Амплитуда колебаний магнитострикционных материалов составляет 5—10 *мк*. С целью повышения эффективности обработки материала амплитуду колебаний рабочего конца инструмента увеличивают до 0,08—0,1 *мм*. Для этого используют трансформаторы скорости — концентраторы, в основе действия которых лежит усиление колебаний стержня при уменьшении его сечения.

*** Мягкие и вязкие материалы (свинец, резина и др.) обладают способностью абсорбировать, поглощать частички абразива и поэтому не могут обрабатываться ультразвуковым методом.

Дефектоскопия. Ультразвуковые колебания в твердых телах отражаются на границе металл — воздух. Это их свойство, наряду с большой проникающей способностью, определило возможность использования ультразвуковых колебаний в технологических процессах контроля за качеством изделий.

При *теневом методе* ультразвуковой дефектоскопии пучок незатухающих колебаний направляется через изделие (металлические плиты, бетонные конструкции, резиновые шины и пр.) на приемник, фиксирующий прохождение звука. По величине ослабления ультразвука (или по его отсутствию) судят о наличии в изделии дефекта (трещин, шлаковых включений, газовых раковин и др.). Этот метод не позволяет определять величину дефекта и координаты дефекта в изделии.

Диапазон частот при теневом методе контроля 50—10 000 *кгц*, глубина проникновения ультразвука в металлы до 8—10 *м*.

Более точный и широко распространенный метод дефектоскопии — *импульсный*. Импульсные дефектоскопы работают по методу отраженных эхо-сигналов, и поэтому излучатель и приемник колебаний (ими служат кварцевые пластинки) могут располагаться с одной стороны изделия.

Посылаемые в металл импульсы ультразвука воспринимаются приемником, который преобразует их в импульсы электрического напряжения. Последние подаются на вход электронного осциллографа. Образование на экране одного всплеска свидетельствует об отсутствии дефекта (импульсы отражаются только от задней стенки изделия), образование двух всплесков — о наличии дефекта (импульсы отражаются от задней стенки изделия и от дефекта). По расстоянию между всплесками определяется глубина залегания дефекта.

Длительность импульса при этом методе 0,5—10 *мксек*, продолжительность пауз между импульсами 1000—1500 *мксек*, рабочая частота 0,5—4,5 *Мгц*. Максимальная глубина «прозвучивания» для стали 3—6 *м*; максимальная площадь дефекта, обнаруживаемого дефектоскопом, 0,7—2 *мм*^{2} (на глубине 10—20 *см*) и 3—4 *мм*^{2} на глубине до 1 *м*; погрешность указания месторасположения дефекта 1—3%.

С помощью импульсной дефектоскопии определяют глубину залегания дефектов в крупногабаритных изделиях, контролируют качество сварных швов, проверяют оси колесных пар, роторы компрессоров, турбин, генераторов. *Резонансные дефектоскопы* используются для измерения и контроля изделий с одной, доступной для измерений, стороны (толщины листов, стенок труб, наличие дефектов и разнотолщинности в трубах, листах обшивки кораблей, котлов и т. д.). Действие резонансных дефектоскопов основывается на явлении резонанса ультразвуковых волн, наступающем тогда, когда в толщине образца укладывается целое число полуволн. Момент резонанса фиксируется приборами. Точность измерения составляет 1—3% от толщины изделия.

В ряде случаев ультразвуковая дефектоскопия является единственно возможным методом контроля качества продукции (например, при контроле роторов паровых турбин, турбогенераторов, диаметр которых достигает более 1 *м*, и ряда других крупногабаритных изделий, через толщи которых ни рентгеновские, ни гамма-лучи не могут проникнуть).

487. Элементы, определяемые в промышленности методами количественного спектрального анализа

Исследуемый металл или сплав	Определяемые элементы
Железо и сталь	Cr, Ni, W, B, Mo, Ti, V, Si, Mn, P, C, Nb, N, Ta, Al, Cu, Ca
Чугун	Si, P, Mn, C, Cr, Ni, W, Mo, Al, Ti, Mg
Медь, латунь, бронза	Al, Ni, Fe, P, Be, Mn, Pb, Zn, Si, Sn
Алюминий и его сплавы	Cu, Mg, Si, Mn, Fe, Ti, Zn, Co, Be, Ni, Cr, Ca, Na
Магний и его сплавы	Zn, Al, Mn, Cu, Fe, Si, Be, Zr, Ca, Na, Cl
Никель и его сплавы	Si, Fe, Al, Ti, Cr, Mn, Cu, Sn, Pb, Sb, As, Bi
Кобальт и его сплавы	Si, Mn, Fe, Cr, W, Mo
Магнитные сплавы различных марок	Al, Co, Ni, Cr, Mn, Si
Свинец, баббиты-сплавы и припои	Cu, Sb, Pb, Zn
Цинк и сплавы	Al, Mg, Pb, Cu, Cd

Примечания. 1. Основные качества спектрального анализа: быстрота, чувствительность и универсальность. Чувствительность достигает 10^{-3} — 10^{-4}%; продолжительность может составлять несколько минут, последнее особенно важно в производственных условиях.

2. Качественный спектральный анализ устанавливает присутствие в пробе тех или иных элементов по наличию в спектрах линий анализируемых элементов. Он используется для определения чистоты металлов и сплавов, исследования различных руд и минералов, установления состава различных деталей и изделий без их повреждения, исследования шихты и пр. Ведется, как правило, фотографическим методом, что позволяет производить наиболее точное распознавание линий. Полученные снимки спектров (спектрограммы) изучаются, положения имеющихся на них линий сопоставляются с известными и, таким образом, определяется состав данного вещества.

3. Количественный анализ устанавливает количественное содержание анализируемых элементов в пробе. Он применяется для контроля плавок металлов и сплавов, анализа различных деталей и изделий, анализа руд и минералов и пр.

О количественном содержании элемента судят не по абсолютной интенсивности его линий в спектре (т. к. она зависит не только от количественного содержания элементов в пробе), а по относительной интенсивности линии анализируемого элемента, измеряемой по отношению к интенсивности линии элемента сравнения, содержащегося в той же пробе. Интенсивность линий измеряется фотографическим, визуальным или фотоэлектрическим методами. Первый метод — наиболее точный. Основное применение визуального метода — при экспресс-анализе.

Фотоэлектрический метод, при котором фотоэлемент измеряет световой поток той или иной линии спектра, обладает быстротой визуального метода и в то же время свободен от субъективности последнего. Однако он еще не получил широкого распространения. При количественном анализе содержание каждого элемента определяется с погрешностью 5—10%.

В короткие сроки (15—20 *мин*) количественный анализ производится в экспресс-лабораториях, организованных почти при всех литейных цехах заводов, что позволяет своевременно давать сведения о качестве выплавляемого металла, вносить при необходимости исправления в состав плавки. При экспресс-анализе легированных сталей и чугуна за указанное выше время производится анализ на элементы Cr, Ni, N, Mo, Ti, V, Si, Mg, Mn, C, P; алюминиевых сплавов — на Mg, Mn, Si, Fe, Cu, Zn, Ti, Cr, P.

Использование для экспресс-анализа химического метода невозможно, т. к. продолжительность определения хрома и никеля этим методом занимает значительное время и точность определения элементов сложных сплавов в заводских условиях не всегда удовлетворительна.

4. При количественном анализе материалов, особенно металлов, источником возбуждения спектра чаще всего является искра, при качественном — преимущественно электрическая дуга.

5. Для спектрального анализа применяются стилоскопы, стилометры и спектрографы, имеющие одинаковое принципиальное устройство. Спектры в первых двух аппаратах рассматриваются визуально (в стилометре измерение интенсивности спектральных линий при количественном анализе производится с помощью фотометра), в спектрографе картина спектра фотографируется. Оптика этих аппаратов изготовляется из стекла или из кварца, флюорита и сильвина. В настоящее время в практике спектрального анализа применяются также спектрографы с дифракционными решетками (см. табл. 457).

Типы электростанций. Характеристики электростанций

488. Рост параметров пара в теплоэнергетике

Первая пятилетка	Годы до Великой Отечественной войны	Послевоенные пятилетки	Годы семилетки
15 *ат*, 350°	35 *ат*, 435°	90 *ат*, 480°	130 *ат*, 565°; 220 *ат*, 600°; 300 *ат*, 650°

489. Количество установок высокого давления на электростанциях

Показатели \ Годы	1950	1952	1954	1956	1958	1959
Мощность установок высокого давления пара на районных тепловых электростанциях СССР, тыс. *квт*	1 825	3 922	7 450	11 408	16 454	18 503
в % к общей мощности тепловых электростанций	20	33	47	57	61	63

490. Число крупных турбогенераторов, устанавливаемых на новых ГРЭС в текущем семилетии

Число агрегатов	Единичная мощность агрегатов, тыс. *квт*	Давление пара, *ат*	Температура пара, °С
46	100	90	535
27	150	130	565
38	200	130	565
28	300	240	580
2	600 (двухвальные)	240	580

Примечание. В начале 1960 г. на электростанциях СССР работало 64 турбоагрегата по 100, 5 — по 150 и 1—200 тыс. *квт*.

За семилетие намечается установить в стране 163 крупных агрегата с высокими и сверхвысокими параметрами пара, в том числе 141 на новых конденсационных электростанциях.

Кроме этого, в 1964 г. будет установлен один опытный агрегат мощностью 300 тыс. *квт* с котлом производительностью 830 *т* пара в час на давление 300 *ат* с температурой пара 650° С.

491. Удельный расход топлива на выработку электроэнергии на районных электростанциях $\left(\frac{г}{квт \cdot ч}\right)$

Годы		Годы	
1913	1060	1955	480
1928	820	1956	470
1940	598	1957	457
1950	543	1958	447
		1959	440

492. Первая в СССР тепловая электростанция сверхвысокого давления (Черепетская ГРЭС)

Мощность станции (1-я очередь), *квт*	300 000
Топливо	подмосковный низкосортный уголь (в пылевидном состоянии)
Мощность турбогенератора, *квт*	150 000
Число турбогенераторов	2
Рабочее давление пара в турбине, *ат*	170
Рабочая температура пара в турбине, °С	550
Число паровых котлов	4

Паропроизводительность каждого котла, $\frac{т}{ч}$	240
Давление питательной воды, поступающей в котел из конденсатора, *ат*	220
Температура питательной воды, °С	225
Число конденсаторов	2
Потребление воды станцией, $\frac{м^3}{ч}$	95 000
К. п. д. станции, %	37
Удельный расход условного топлива, $\frac{г}{квт \cdot ч}$	374
Напряжение генератора, *кв*	18
Напряжение линии электропередачи ГРЭС — Москва, *кв*	220

493. Передвижные электростанции

Показатели	ЖЭС-60	ЖЭС-30	ДПЭС-20	УП-14	УП-12	ПЗС-3	ПЗС-1,5	ЖЭС-9
Мощность двигателя, *л. с.*	80	40	20	300	150	6	3	12
Число оборотов в минуту	1000	1000	1500	1500	1500	2200	2200	2200
Число цилиндров	4	4	2	12	6	2	1	4
Вид топлива	дизельное					бензин		
Расход топлива, $\frac{г}{л. с. \cdot ч}$	220	220	220	190	190	335	335	
Мощность генератора, *ква*	57	35	11	200	100	3	1,5	9
Напряжение, *в*	400	230	400	400/230	400/230	120	120	230

494. Первая в мире подземногазовая электростанция

В СССР в 1957 г. была построена первая в мире электростанция, работающая на газе подземной газификации угля — Шатская (Тульская обл.). На станции химическая энергия угля превращается в электрическую энергию без добычи угля. Сущность работы станции заключается в следующем. Воздух под давлением подается по трубам к зажженному угольному пласту, расположенному на глубине свыше 40 *м*. Образующийся при подземной газификации раскаленный горючий газ (температура 1000° С) по магистральному трубопроводу диаметром 180 *см* поступает в охлаждающие и очистительные камеры. Затем охлажденный до температуры 150° С газ направляется в камеру сгорания газовой турбины, в которую одновременно подводится сжатый воздух. Образующиеся продукты сгорания поступают на лопатки газовой турбины.

Подземногазовые электрические станции наиболее эффективны при наличии пластов малой мощности с прослойками пустой породы. Запасы Шатского месторождения высокозольного бурого угля составляют 50 млн. *т*. Газификация этих запасов сможет продолжаться в течение многих десятков лет.

Теплота сгорания угля, подвергающегося газификации, $\frac{ккал}{кг}$	2 600—3 000
Теплота сгорания горючего газа, образующегося при подземной газификации, $\frac{ккал}{м^3}$	700—900
Температура продуктов сгорания, поступающих на лопатки газовой турбины, °С	650
Мощность газовой турбины, *квт*	12 000
Количество установленных турбин	2
Количество установленных электрических генераторов	2

495. Первая промышленная атомная электростанция (СССР)

Начало эксплуатации первой атомной электростанции	27 июня 1954 г.
Мощность турбогенератора станции, *квт*	5 000
Номинальная тепловая мощность реактора, *квт*	30 000
Ядерное топливо	обогащенный уран-238, содержащий 5% изотопа урана-235
Общая загрузка реактора станции ураном, *кг*	550 (в том числе 27,5 *кг* урана-235)
Расход урана-235 в сутки, *г*	30
Замедлитель нейтронов	графит
Толщина слоя воды боковой водяной защиты, *см*	300
Материал, из которого сложен реактор цилиндрической формы	графитовые блоки
Размеры реактора, *м*:	
диаметр, *м*	3
высота, *м*	4,5
Активная зона реактора (цилиндрической формы, окруженная графитовым отражателем толщиной ок. 70 *см*):	
диаметр, *м*	1,5
высота, *м*	1,7
Кожух реактора	герметический стальной
Число вертикальных отверстий в реакторе для рабочих каналов	128
Число регулирующих стержней	22
» поглощающих (аварийных) стержней	2

Материал поглощающих и регулирующих стержней	карбид бора
Размеры поглощающего стержня, *см*:	
диаметр	2—2,6
длина	150
Давление воды, циркулирующей через первичный контур (т. е. через реактор), *ат*	100
Температура воды, выходящей из реактора, °С	260—270
» , при которой вода первичного контура покидает парогенератор и входит в реактор, °С	190
Число парогенераторов (теплообменников)	6
Паропроизводительность парогенераторов, $\frac{т}{ч}$	40
Давление пара, *ат*	12,5
Температура пара, °С	255—260
К. п. д. электростанции, %	15—17

Примечания. 1. Теплоносителем на а. э. с. служит дистиллированная вода, циркулирующая в замкнутом первичном контуре. Проходя через реактор, вода нагревается и в теплообменниках нагревает воду вторичного контура, превращая ее в пар. Пар поступает в турбину низкого давления, а затем в конденсатор.

В настоящее время значительная часть тепловыделяющих элементов работает в кипящем режиме, т. е. теплоносителем является пар, образующийся непосредственно в тепловыделяющих элементах реактора.

2. Вторичный контур станции отделен от первичного контура. Вследствие этого рабочее тело, движущееся по вторичному контуру (вода и пар), в отличие от теплоносителя первичного контура, нерадиоактивно.

3. Из 22 поглощающих и регулирующих стержней 4 (два запасных и два рабочих) служат для автоматического поддержания мощности реактора на нужном уровне, а остальные 18 (они называются компенсирующими стержнями) предназначены для компенсации избыточного запаса урана в реакторе и компенсации постепенного выгорания урана (они позволяют по мере расходования ядерного горючего использовать избыточный запас горючего для продолжения работы реактора). После загрузки реактора свежим ядерным топливом все компенсирующие стержни погружены в отверстия активной зоны на полную глубину. По мере выгорания урана-235 стержни постепенно извлекаются из активной зоны.

4. При аварийном сигнале (например, при непредусмотренном росте мощности реактора на 20% от заданной величины, при снижении давления воды в первичном контуре ниже 80 *ат* и др.) стержни аварийной защиты автоматически падают в активную зону реактора и быстро (в течение 1—2 *сек*) прекращают цепную реакцию.

5. Стальной кожух реактора для улучшения теплоотвода от графитовой кладки к рабочим каналам заполнен азотом; сверху он закрыт чугунной плитой толщиной 250 *мм*. Управление реактором осуществляется автоматически, дистанционно.

6. Реактор работает на тепловых нейтронах. Критическая масса урана-235, необходимая для работы реактора, составляет 13 *кг* (60 рабочих каналов). Кроме того, требуется еще 14,5 *кг* урана-235 для компенсации поглощения нейтронов продуктами деления, образующимися при работе реактора, для компенсации ухудшения способности воды замедлять нейтроны с ростом ее температуры и др.

7. От одной загрузки урана реактор работает в течение 100 дней. Для выработки такого же количества электроэнергии, какое дает первая атомная электростанция, на ГРЭС нужно расходовать ок. 100 *т* угля в сутки.

496. Строящиеся атомные электростанции в СССР

В 1959—1965 гг. вступит в строй ряд мощных атомных электростанций с различными типами реакторов. Кроме этого, будет построено несколько экспериментальных атомных установок электрической мощностью 50—70 тыс. *квт* каждая.

Сооружаемые в стране атомные электростанции будут опытно-промышленными; наряду с выработкой электроэнергии для окружающих районов они будут служить задачам изучения опыта эксплуатации крупных атомных станций, определения их экономичности.

В таблице приведены основные данные о сооружаемых мощных атомных электрических станциях.

Показатели	Атомные электростанции	
	Белоярская имени И. В. Курчатова	Ново-Воронежская
Тепловая мощность одного реактора, тыс. *квт*	285	ок. 760
Полезная электрическая мощность реактора, тыс. *квт* . . .	94	196
Форма и размер реактора	цилиндр диаметром 9,6 и высотой 9 *м*	цилиндр из высокопрочной жароустойчивой стали диаметром 3,8 и высотой 12 *м*, толщина стенок от 100 до 180 *мм*
Теплоноситель	кипящая вода, пар	вода
Давление теплоносителя, *ат*	150 (первый контур), 100 (второй контур)	100
Замедлитель	графит	вода
Давление пара, *ат* . .	90	29
Температура пара, °С	480—500	230
Способ подготовки пара	пар получается и перегревается в самом реакторе, откуда поступает в турбину высокого давления	пар (насыщенный) получается при кипении воды во втором контуре
К. п. д. тепловой части станции, %	33	25,8
Ядерное топливо . . .	слабо обогащенный уран	

Примечания. 1. Мощность первой очереди Ново-Воронежской атомной электростанции 420 тыс. *квт*. В каждый из двух блоков станции входят один атомный реактор, три паровые турбины с электрогенераторами мощностью по 70 тыс. *квт* каждый. В активной зоне реактора

высотой 2,5 *м* и диаметром 3 *м* размещается 343 кассеты с ядерным горючим и шесть кассет аварийной защиты. На загрузку одного реактора требуется ок. 40 *т* слабо обогащенного урана (в виде окиси) с содержанием 1,5% урана-235. На входе в реактор температура воды 250° С, на выходе из реактора 275° С. Скорость воды в активной зоне 7,6 $\frac{м}{сек}$. Вес сухого реактора 420 *т*.

2. Тепловыделяющие элементы Белоярской атомной электростанции однотипны с элементами реактора первой атомной станции (см. табл. 495), но имеют длину 6 *м* вместо 1,7 *м*. Паропроизводительность реактора 405 $\frac{т}{ч}$.

497. Характеристика гидроэлектростанций

Показатели	Цимлянская	Днепровская	Волжская им. В. И. Ленина	Волжская им. XXII съезда КПСС	Братская
Мощность, тыс. *квт*	160	648	2300	2530 *	4500
Выработка электроэнергии в год, млрд *квт·ч*	0,46	3,06	10,8	11,5	21,5
Длина здания ГЭС, *м* . . .			700	700	550
Объем здания ГЭС, млн. $м^3$			более 3	2,2	
Длина земляной плотины, *км*	12,75		2,8	3,5	
» водосливной железобетонной плотины, *км* . .	0,5	0,76	0,98	0,74	0,84
Напор, создаваемый плотиной, *м*	26,6	ок. 40	24	23	ок. 96
Высота плотины, *м*	41	62,5	ок. 30		ок. 130
Водохранилище ГЭС:					
общая площадь, $км^2$ . .	2610		5900	3165	5300
длина, *км*			до 500	600	570
ширина, *км*			до 40	до 30	до 25
полный объем, $км^3$ . . .	24,0	3,33	56,0	33,5	180
Объем работ:					
земляных, млн. $м^3$	100	3,38	145,0	140,0	ок. 60
бетонных, млн. $м^3$		1,18	6,9	5,4	7,26
Наибольшая высота русловой части земляной плотины, *м*			ок. 50	47	
Ширина по основанию земляной плотины, *м*			до 500	550	
Число турбин	4	9	20	22 *	20

* На станции установлен 21 гидроагрегат общей мощностью 2415 тыс. *квт*. 22-й агрегат — опытный, после его установки мощность станции достигнет проектного значения 2530 тыс. *квт*.

498. Характеристика гидроузлов

Показатели	Иваньковский	Угличский	Каховский	Рыбинский	Горьковский	Пермский	Воткинский	Нижне-Камский	Чебоксарский	Саратовский
Напор, *м*	11	13	13,8	13,2	12,2	15	18	19	18	
Мощность ГЭС, тыс. *квт*	30	110	312	330	ок. 400	504	1000	1100	1770	1500
Число гидрогенераторов	2	2	6	6	8	24				
Мощность одного гидрогенератора, тыс. *квт*	15	55	57,2	55	57,2	21				
Выработка энергии в средний по водности год, млрд. *квт · ч*	0,1	0,2	1,4	1,0	1,4	1,8	2,0	2,5	3,3	5,5
Объем водохранилища, $км^3$	1,2	1,3	14	25,4	8,7	10,7	9,4	14,9	13,8	12,9
Площадь зеркала водохранилища, $км^2$	330	220	2155	4550	1750	1720	1120	2735	2304	1950
Средний расход воды в створе плотины, $\frac{м^3}{сек}$	300	400		1100	1750	1650		3700	3550	7800
Число камер шлюза	1	1	1		2*	6*	2*	2	2*	1*
Объем строительных работ:										
земляных, млн. $м^3$	15,2	14,6	38	33,4	41,3	15,1	43,2	28,1	25,8	59,2
бетонных и железобетонных, млн. $м^3$	0,5	0,7	1,4	1,3	1,4	1	2	1,1	1,4	1,4
металлоконструкций, тыс. *т*	6,8	13,4		32,3	31,7	70	20,8	20,8	33,2	43,5
Себестоимость энергии на шинах ГЭС, $\frac{коп}{квт \cdot ч}$		3,45		3,45	2,7	2,28	1,77			
Начало и окончание строительства, годы	1933—1937	1935—1941	1950—1955	1935—1945	1948—1956	1944—1957	строится	проектируется	проектируется	строится

* Двухниточный шлюз.

499. Ветроэлектрические станции

Марка	Диаметр ветрового колеса, *м*	Наибольшая мощность, *квт**	Область применения
ВЭ-2	2	0,1	Зарядка аккумуляторов и освещение отдельных зданий
ВЭ-3	3	0,3	То же
ВЭ-5	5	1	» »
ВЭС-12	12	10	Электроснабжение отдельных ферм, полевых бригад и станов
ВЭС-18	18	25**	Электроснабжение колхозов при отсутствии других экономичных источников электроэнергии

* При скорости ветра 8 $\frac{м}{сек}$.

** Имеется дизельный резерв такой же мощности.

500. Солнечная тепловая станция (СТС)* (проект)

Число зеркальных отражателей	1293
Размер одного отражателя	3×5 *м*
Полная зеркальная поверхность, $м^2$	19 395
Количество поездов	23
Высота башни, на которой установлен паровой котел, *м*	40
Мощность генератора, соединенного с паровой турбиной, тыс. *квт*	1,2
Давление пара в котле, *ат*	31,5
Температура пара, °С	400—420
Производительность СТС, $\frac{млн.\ ккал}{ч}$	8,2
Использование отработавшего в турбине пара	сушка фруктов, отопление зимой теплиц и жилых помещений

Солнечный паровой котел устанавливается на башне в центре площадки. Вокруг башни расположены 23 концентрических круговых рельсовых пути, по которым медленно перемещаются поезда с установленными на них плоскими зеркальными отражателями. Отраженные от них солнечные лучи падают на котел. Вращение отражателей, передвижение поездов и вращение котла при перемещении Солнца регулируется следящей системой, снабженной фотоэлементами так, что отраженные от всех зеркал лучи всегда концентрируются на котле.

* Местом для постройки СТС выбрана Араратская долина, в 30 *км* от Еревана.

501. Электропередача Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва

Номинальное напряжение, *кв*	400*
Максимальное рабочее напряжение, *кв*	420
Максимальная передаваемая мощность, тыс. *квт*	1150
Передаваемая энергия, $\frac{\text{млрд. } квт \cdot ч}{год}$	6,1
Число цепей линии	2
Длина Северной цепи, *км*	890
» Южной цепи, *км*	815
К. п. д. линии, %	92,3
Диаметр провода, *мм*	30,2
Площадь сечения алюминиевой (проводящей) части провода, $мм^2$	480
Площадь сечения стальной части провода, $мм^2$	59,7
Число проводов на каждую фазу	3
Изоляторы	фарфоровые тарельчатого типа
Полная длина поддерживающей гирлянды, *м*	5,4
Потери мощности в проводах при максимальной нагрузке, тыс. *квт*	72

502. Электропередача Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Москва

Длина, *км*	1000
Напряжение, *кв*	500
Пропускная способность, *Мвт*	1000—1100
Передаваемая энергия, $\frac{\text{млрд. } квт \cdot ч}{год}$	5,7
Число параллельных цепей	2

503. Опытно-промышленная электропередача постоянного тока Кашира — Москва

Длина электропередачи, *км*	112
Передаваемая мощность, *квт*	30 000
Напряжение, *в*	200 000
Ток, *а*	150
Число одножильных кабелей в линии	2
Сечение токоведущей алюминиевой жилы, $мм^2$	150
Изоляция жилы	бумажная (толщиной 11 *мм*), свинцовая оболочка и стальная броня
Глубина укладки кабеля в земле, *м*	1,2
К. п. д. электропередачи, %	до 93,5

* В будущем предполагается повысить напряжение электропередачи до 500 *кв*.

504. Электропередача постоянного тока Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Донбасс

Протяженность линии электропередачи, *км*	473
Напряжение передачи, *кв*	800
Номинальная передаваемая мощность, тыс. *квт*	750
Передаваемая энергия, $\frac{\text{млрд. квт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$	4
Потери энергии, $\frac{\text{млрд. квт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$	248
В том числе:	
в воздушной линии	87
на подстанции в Донбассе	89
на самой ГЭС	72
К. п. д. электропередачи, %	94
Провода	сталеалюминиевые
Высота промежуточных опор, *м*	22,5
Пролеты между опорами, *м*	340 и 370
Длина поддерживающей гирлянды изоляторов, *м*	4,4

505. Первая электропередача трехфазного тока (Лауфен — Франкфурт-на-Майне)

Год постройки	1891
Длина линии, *км*	175
Число проводов (медных) линий	3
Диаметр провода, *мм*	4
Передаваемая мощность, *л. с.*	300
Напряжение на клеммах генератора, *в*	95
Напряжение линии, *в*	13 760—15 200
Частота тока, *гц*	40
К. п. д. передачи, %	75
Опоры	деревянные столбы
Расстояние между опорами, *м*	60

506. Развитие высоковольтных сетей

Годы	Общая протяженность, *км*	В том числе напряжением, *кв*				
		400	220	154	110	35
1913	100	—	—	—	—	100
1928	2 032	—	—	—	965	500
1932	9 264	—	—	202	4 111	4 125
1940	22 482	—	1 107	498	10 575	8 000
1945	23 803	—	1 363	422	11 287	8 465
1950	32 757	—	2 498	483	16 509	11 941
1955	52 414	—	5 671	927	28 434	16 418
1956	61 036	1 780	6 495	1 128	33 002	17 697
1957	74 812	1 780	8 291	1 873	37 310	20 365
1958	ок. 100 000	2 608	9 758		40 992	
1965	300 000	7 000 *	32 000	77 000		80 000

* Указана протяженность сетей напряжением 500 *кв*, на которое будут переведены сети напряжением 400 *кв*. Кроме того, для передачи электроэнергии принято новое напряжение 330 *кв*, и длина сетей этого напряжения составит в 1965 г. 3700 *км*.

Некоторые крупные сооружения

507. Волго-Донской судоходный канал имени В. И. Ленина

Сроки постройки	1949—1952 гг.
Длина канала, *км*	101
Число судоходных шлюзов	13
В том числе на волжском склоне	9
Высота водораздела между Доном и Волгой относительно р. Дона, *м*	44
Высота водораздела между Доном и Волгой относительно р. Волги, *м*	88
Число насосных станций, подающих воду в шлюзы донского склона водораздела	3
Число насосов на каждой станции	3
Производительность насоса, $\frac{м^3}{сек}$	15
Число плотин и дамб	13
» бетонных водосбросов и водоспусков	7
» пристаней и остановочных пунктов	10

508. Канал имени Москвы

Сроки строительства	конец 1932 г. — 15 июля 1937 г.
Длина канала, *км*	128
Объем земляных работ, млн. $м^3$	154
» бетонных работ, млн. $м^3$	2,9
Число шлюзов, с помощью которых преодолевается водораздел — Клинско-Дмитровская гряда	9
В том числе:	
на волжском склоне	5
на московском склоне канала (вода идет самотеком)	4
Число насосных станций, подающих воду по волжскому склону на водораздел	5
Высота водораздела относительно уровня р. Волги и Иваньковского водохранилища, *м*	38
Число пропеллерных насосов на насосной станции	4
Высота водораздела относительно уровня р. Москвы, *м*	42
Производительность каждого насоса, $\frac{м^3}{сек}$	25
Число гидроэлектростанций на канале	8
» искусственных сооружений	240
Количество воды, получаемое р. Москвой из канала, $\frac{м^3}{сек}$	36
Уменьшение длины водного пути после сооружения канала, *км*:	
из Ленинграда в Москву	1100
из Горького в Москву	100

509. Данные о московском метрополитене

Дата пуска в эксплуатацию	15.V. 1935 г.
Число станций первой очереди	13
Протяженность линий первой очереди, *км*	11,4
Количество станций (на 15.VI.1960 г.)	56
Протяженность линий » » » », *км*	75,6
Средняя техническая скорость движения поездов, $\frac{км}{ч}$	37,5—44
Максимальная скорость движения поездов, $\frac{км}{ч}$	75
Замедление поезда при экстренном торможении, $\frac{м}{сек^2}$	1
Ускорение в начале движения, $\frac{м}{сек^2}$	0,8—1
Скорость движения эскалаторных лент, * $\frac{м}{сек}$	0,75
Угол наклона эскалаторов, °	30
Напряжение постоянного тока в контактном рельсе, *в*	825
Освещенность станций (на уровне платформ), *лк*:	
при лампах накаливания	80—100
» люминесцентных лампах	150—200
Среднесуточная перевозка пассажиров, млн. *чел*	2,8
Наиболее крупная станция	«Комсомольская кольцевая»
длина, *м*	150
высота, *м*	9
число эскалаторов	15
максимальная высота подъема эскалатором, *м*	40

Примечание. Для освещения, питания двигателей вентиляторов и эскалаторов применяется переменный ток напряжением 135, 220 и 380 *в*.
За семилетие будет сооружено 58 *км* новых линий.

510. Новые здания Московского государственного университета

Годы постройки	1949—1953
Число этажей главного здания	32
Высота главного здания со шпилем, *м*	240
Высота шпиля, *м*	57
Объем главного здания, тыс. $м^3$	1 370
» здания физического факультета, тыс. $м^3$	274,6
» » химического факультета, тыс. $м^3$	267,7
Общий объем зданий, тыс. $м^3$	2 611
Число научно-учебных лабораторий	более 1 000
» аудиторий в зданиях	148
» помещений	30 000

* На некоторых станциях скорость движения эскалаторных лент 1 $\frac{м}{сек}$.

В том числе в главном корпусе:	
студенческих и аспирантских комнат	5754
квартир для профессорско-преподавательского состава	184
аудиторий	58
число мест в актовом зале	1500
Установленная мощность всех токоприемников, тыс. *квт*	66,5
Работа, выполненная по вертикальному перемещению материалов на строительстве главного здания, млрд. $кГ \cdot м$	65
Объем земляных работ, выполненных на строительстве, млн. $м^3$	6,8
Объем бетонных и железобетонных работ, тыс. $м^3$	487
Нормы освещенности в учебных помещениях, *лк*	200—300
Число лифтов:	
пассажирских	82
из них в главном здании	58
грузовых	31
Скорость движения пассажирских лифтов в высотном здании, $\frac{м}{сек}$	3,5
Вместимость кабины	до 23 чел.
Величина ускорения или замедления лифтов, $\frac{м}{сек^2}$	до 3

511. Центральный стадион имени В. И. Ленина

Год вступления в эксплуатацию	1956
Общая площадь стадиона, *га*	200
Число открытых спортивных площадок стадиона	89
Установленная мощность всех токоприемников, тыс. *квт*	ок. 20
Большая спортивная арена:	
число мест на трибунах	103 000
» рядов » »	78
число подтрибунных помещений	1 543
полезная площадь подтрибунных помещений, тыс. $м^2$	76
установленная мощность осветительных установок поля, *квт*	более 2 400
освещенность поля, *лк*	» 200
Малая спортивная арена:	
размер поля	42×73 *м*
число мест на трибунах	15 600
площадь подтрибунных помещений, тыс. $м^2$	11
кубатура подтрибунных помещений, тыс. $м^3$	76,4
установленная мощность осветительных устройств арены, *квт*	ок. 900

Дворец спорта:

габариты здания	147×92×23 *м*
число мест на трибунах спортивного зала	15 000
площадь спортивной арены, тыс. $м^2$	3
высота зала над ареной, *м*	23
общая площадь подтрибунных помещений, тыс. $м^2$	17,8
» кубатура здания, тыс. $м^3$	247,5
» установленная мощность осветительных устройств зала, *квт*	1300
освещенность арены при включении киносъемочного освещения, *лк*	600—1500
освещенность арены, *лк*	более 200

Плавательный бассейн:

число мест на трибунах	13 200
площадь подтрибунных помещений, тыс. $м^2$	более 11,2
размер ванны-бассейна	22×50 *м*
глубина ванны-бассейна, *м*	до 2,3
размер ванны для прыжков	22×25 *м*
глубина ванны для прыжков, *м*	до 5
установленная мощность осветительных устройств, *квт*	800
освещенность ванн, *лк*	150

512. Высота некоторых сооружений

Башня Московского телецентра (башня Шухова), *м*	160
Новое здание Московского университета (со шпилем), *м*	240
Эйфелева башня, *м*	305
Самый высокий небоскреб (США), *м*	448
Телевизионная мачта (США), *м*	480
Башня для Большого Московского телецентра (в строительстве), *м*	520

513. Магистральные газопроводы

Газопровод	Длина, *км*	Год пуска	Диаметр труб, *мм*
Дашава—Львов	69	1941	300
Бугуруслан—Куйбышев	160	1943	350
Саратов—Москва	843	1946	300
Кохтла-Ярве—Ленинград	203	1948	500
Дашава—Киев *	513	1948	
Кохтла-Ярве—Таллин	140	1953	
Ставрополь—Москва (1-я нитка)	1300	1956	720
Шебелинка—Днепропетровск	202	1957	720
Луганск—Лисичанск	114	1958	720 и 426

Продолжение

Газопровод	Длина, *км*	Год пуска	Диаметр труб, *мм*
Казань—Горький	377	1958	500 и 320
Днепропетровск — Запорожье	60	1958	529 и 325
Шкапово-Магнитогорск	400	1958	529
Серпухов—Ленинград	806	1959	720

Примечание. Давление в магистральных газопроводах поддерживается при помощи компрессоров. Начальное давление газа в газопроводе 50—56 $\frac{кГ}{см^2}$, конечное (перед компрессорными станциями) — 28—36 $\frac{кГ}{см^2}$. Компрессорные станции сооружаются через каждые 100—150 *км* длины газопровода.

Газ — дешевый, высокоэкономичный вид промышленного и бытового топлива. Затраты труда на добычу 1 *т* природного газа (в переводе на условное топливо) ниже затрат труда на добычу угля примерно в 20 раз, а себестоимость добычи газа почти в 12 раз ниже себестоимости добычи угля. Вместе с тем природный газ — ценнейшее сырье для химического производства (из него можно получить почти 20 тыс. различных видов продукции: синтетический спирт, пластмассы, искусственные волокна, краски, лаки, удобрения, медикаменты).

* Газопровод продлен до Москвы.

514. Искусственные моря СССР
(водохранилища гидроэлектростанций)

Название водохранилища	Площадь, $км^2$	Объем воды, $км^3$	Год окончания строительства
Днепровское	200	1,1	1932
Московское	330	1,2	1937
Угличское	220	1,3	1940
Рыбинское	4550	25,4	1941
Цимлянское	2610	24,0	1952
Мингечаурское	600	16,0	1954
Каховское	2155	18,2	1955
Пермское	1720	10,7	1956
Горьковское	1750	8,7	1956
Волжское (ГЭС им. В. И. Ленина)	5900	56,0	1957
Бухтарминское		53,0	1960
Волжское (ГЭС им. XXII съезда КПСС	3165	33,5	1960
Саратовское	1950	12,9	В строительстве
Воткинское	1120	9,4	
Братское	5300	180,0	
Чебоксарское	2304	13,8	Проектируются
Нижне-Камское	2735	14,9	
Нижне-Волжское	2930	17,0	

ДАННЫЕ О НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ СССР

Производство продукции

515. Производство некоторых видов промышленной продукции в СССР

Продукция	Годы								
	1913	1928	1940	1950	1953	1955	1958	1959	1960
Черная металлургия									
Чугун, млн. *т*	4,2	3,3	14,9	19,2	27,4	33,3	39,6	43,0	46,8
Сталь, » »	4,2	4,3	18,3	27,3	38,1	45,3	54,9	60,0	65,3
Прокат, » »	3,5	3,4	13,1	20,9	29,4	35,3	42,9	47,0	51,0
Энергетическое машиностроение и электротехническая промышленность									
Турбины, тыс. *квт*	5,9	44,1	1 179	2 696	4 755	5 561	6 647	7 594	9 200
Паровые котлы:									
тыс. $м^2$	19,1	87,9	276,3	358,7	709,7				
тыс. *т* пара/*ч*						41,1	40	41,8	50,0
Генераторы к турбинам, тыс. *квт*	—	75	468	934	3 467	4 526	5 186	6 512	7 915
Электродвигатели мощностью свыше 100 *квт*:									
тыс. шт.	—	0,4	3,1	15,8	13,3	12,5	16,3	18,1	19,5
тыс. *квт*	—	55	527	2 536	2 474	2 241	3 328	3 735	4 104
Электродвигатели мощностью до 100 *квт*;									
тыс. шт.		32,8	259,5	791,7	1 214,3	1 533,1	2 213,2	2 542,2	2 810,6
тыс. *квт*		204	1 321	4 244	5 273	6 578	10 363	12 349	13 493
Трансформаторы силовые, млн. *ква*	0,1	0,4	3,5	10,2	15,7	19,7	30,5	40,5	49,4

Продукция	Годы								
	1913	1928	1940	1950	1953	1955	1958	1959	1960
Транспортное машиностроение (шт.)									
Паровозы магистральные . .	477	479	914	985	668	654	Выпуск прекращен в 1957 г.		
Тепловозы магистральные . .	—	—	4	125	101	134	712	1002	1303
Электровозы магистральные	—	—	9	102	147	194	344	435	396
Сельскохозяйственное машиностроение (тыс. шт.)									
Комбайны:									
зерновые . . .	—	—	12,8	46,3	43,1	48,0	65,0	54,7	59,0
свеклоуборочные, силосоуборочные и кукурузоуборочные .	—	—	—	1,7	2,6	18,2	51,5	17,7	23,3
Предметы народного потребления (тыс. шт.)									
Радиоприемники и телевизоры .	—	—	161	1084	1725	4044	4880	5312	5890
Фотоаппараты .	—	—	355,2	260,3	499,1	1022,5	1472,3	1615	1763
Мотоциклы . . .	0,1	—	6,8	123,1	143,3	244,5	400,1 *	499,7*	552,7*
Пылесосы бытовые	—	—	—	6,1	45,5	130,9	245,2	367,5	453,8
Холодильники бытовые . . .	—	—	3,5	1,2	49,2	151,4	359,6	426,1	529,5
Стиральные машины	—	—	—	0,3	3,5	87,0	538,7	724,0	953,1

* Мотоциклы и мотороллеры.

516. Добыча основных видов топлива в СССР

Виды топлива	Годы									
	1913	1928	1940	1950	1953	1955	1958	1959	1960	1965 (по контрольным цифрам)
Уголь, млн. *т*	29,1	35,5	165,9	261,1	320,4	391,3	496	506,6	513,2	600—612
Нефть, млн. *т*	9,2	11,6	31,1	37,9	52,8	70,8	113,2	129,6	147,9	230—240
Торф, млн. *т*	1,7	5,3	33,2	36	38,6	50,8	53,3	60,5	53,6	71
Газ, млн. *м*³	17	331	3 392	6 181	8 010,7	10 356	29 890	37 230	47 200	150 000

517. Производство автомобилей и тракторов в СССР
(тыс. шт.)

Наименование	Годы								
	1913	1928	1940	1950	1953	1955	1958	1959	1960
Автомобили . .	*	0,8	145,4	362,9	354,2	445,3	511,1	495,0	523,6
В том числе:									
грузовые и автобусы . .		0,7	139,9	298,3	276,8	337,5	389,1	370,5	384,8
легковые . . .		0,1	5,5	64,6	77,4	107,8	122,2	124,5	138,8
Тракторы	—	1,3	31,6	108,8	111,3	163,4	219,7	213,5	238,5
В том числе гусеничные . . .	—	0,15	26,5	85	87,8	100,5	118,3	103,8	122,0
Тракторы в пересчете на 15-сильные . .	—	1,8	66,2	240,9	242,6	321,8	418,7	422,7	479,3

* Выпускалось незначительное количество автомобилей, данные о их производстве не сохранились.

518. Производство некоторых видов промышленной продукции по Контрольным цифрам развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг.

Вид продукции	1965 г.	Во сколько раз в 1965 г. больше		
		1958 г.	1940 г.	1913 г.
Чугун, млн. *т*	65—70	1,6—1,8	4,4—4,7	15—17
Сталь, » »	86—91	1,6—1,7	4,7—5,0	20—22
Прокат, » »	65—70	1,5—1,6	5,0—5,3	19—20
Уголь, » »	600—612	1,21—1,23	3,6—3,7	21
Нефть, » »	230—240	в 2 с лишним раза	7,4—7,7	25—26
Газ, млрд. $м^3$	150	5	44	8824
Турбины, млн. *квт* . .	18,7—20,4	2,8—3,1	16—17	3169—3458
Генераторы к турбинам, млн. *квт* . . .	17,5—18,4	3,4—3,5	37—39	—
Электродвигатели переменного тока, млн. *квт*	32—34	2,2—2,3	15—16	
Автомобили, тыс. шт.	750—856	1,5—1,7	5,2—5,9	*
Электровозы и тепловозы магистральные, шт.	2550—2700 **	2,4—2,6	182—193	—
Автоматические и полуавтоматические линии, компл.	280—300	2,1—2,3		—
Приборы, млрд. руб. .	2,0—2,1	4,5—4,7		

* В дореволюционной России выпускалось незначительное количество автомобилей, данные о производстве которых не сохранились.

** Последующими постановлениями установлены повышенные задания по выпуску электровозов и тепловозов на 1965 г. — 3105 шт.

519. Производство ламп накаливания в СССР
(млн. шт.)

Годы		Годы	
1913	2,9	1956	409,5
1928	13,7	1957	467,7
1940	139,8	1958	531,4
1950	212,9	1959	585,3
1953	297,6	1960	638,1
1955	356,8		

В 1957 г. отечественная электроламповая промышленность располагала 13 специализированными предприятиями, вырабатывающими всевозможные типы нормальных осветительных и специальных ламп. Ассортимент специальных ламп накаливания охватывает более 700 типов ламп. В промышленном масштабе освоено производство биспиральных ламп, отличающихся более высокой световой отдачей и меньшими габаритными размерами, чем обычные (моноспиральные). В 1956 г. почти все лампы мощностью 75 и 100 *вт* выпускались только в биспиральном исполнении.

Все дореволюционные фабрики выпускали ок. 4,5 млн. ламп в год.

520. Производство электробытовых приборов

(тыс. шт.)

Приборы	Годы						
	1940	1950	1953	1955	1958	1959	1960
Пылесосы	—	6,1	45,5	130,9	245,2	367,5	453,8
Холодильники	3,5	1,2	49,2	151,4	359,6	426,1	529,5
Стиральные машины и стиральные приборы	—	0,3	3,5	87	538,7	724,0	953,1
Электрочайники и электрокофейники . . .	75,6	153,8	242,4	485	96 *	122 *	103
Электроплитки	726	1689	3001	4584	4309	5358	6875
Электроутюги	420	507,7	1712,7	5290,5	2144	3408	5006

* Электрочайники, электрокофейники и электросамовары.

521. Производство шариковых и роликовых подшипников

Годы	Млн. штук	Годы	Млн. штук	Годы	Млн. штук
1931	0,5	1950	93,3	1958	325,1
1935	19,3	1953	162,5	1959	350,7
1940	44,8	1955	218,0	1960	369,7

522. Среднегодовые темпы и абсолютный прирост производства некоторых видов продукции в СССР и США

(1954—1959 гг.)

Вид продукции	Среднегодовые темпы роста в %		Среднегодовой абсолютный прирост	
	СССР	США	СССР	США
Чугун	7,8	—3,6	2,6 млн. *т*	—2,3 млн. *т*
Сталь	7,8	—2,9	3,6 » »	—2,7 » »
Уголь (в пересчете на каменный)	8,0	—2,1	26,9 » »	—8,8 » »
Электроэнергия (отпуск с шин)	11,9	7,5	20,4 млрд. *квт·ч*	46,7 млрд. *квт·ч*
Нефть	16,1	1,5	12,8 млн. *т*	4,9 млн. *т*
Газ природный	29,2	5,1	4,9 млрд. $м^3$	14,0 млрд. $м^3$

523. Место, занимаемое промышленностью СССР в мире и в Европе

Показатели	1913 г.		1960 г.	
	в мире	в Европе	в мире	в Европе
Машиностроение	4	3	2	1
Тракторы (в пересчете на 15-сильные)	В России производства не было		1	1
Грузовые автомобили (включая автобусы)	В России производства почти не было		2	1
Электроэнергия	8	6	2	1
Уголь	6	5	1	1

524. Средний по СССР расход электроэнергии на производство некоторых видов продукции

$\left(\frac{квт \cdot ч}{т}\right)$

Продукция	Годы	
	1950	1955
Алюминий	21 400	19 400
Аммиак синтетический	3 470	3 250
Бумага	1 882	1 800
Добыча угля	14,7	17,3
» нефти и бурение	59,9	55,0
Мартеновская сталь	14,0	13,0
Переработка нефти	14,7	21,0
Прокат	108,8	112,4
Стекло	3,4	4,8
Цинк	4 100	3 850
Чугун	47,5	43,6
Электросталь	790	770

525. Топливный баланс СССР

(в %)

Вид топлива	Годы	
	1958	1965
Уголь	60	43
Нефть	26	33,5
Газ	5	17,5
Прочие источники . .	9	6

Примечания. 1. Себестоимость 1 *т* нефти, 1 *т* газа соответственно в 3 и 12 раз меньше себестоимости 1 *т* угля (в переводе на условное топливо).

2. Общая экономия от замены угля газом и нефтяным топливом составит за семилетие ок. 12,5 млрд. руб.

526. Гидроэнергетические ресурсы

Вероятный теоретический потенциал гидроэнергии всех рек СССР:

выработка электроэнергии в год, млрд. *квт·ч*	3680
мощность, млн. *квт*	420

Теоретический потенциал гидроэнергии 1477 рек СССР, определенный в 1950 г.:

выработка электроэнергии в год, млрд. *квт·ч*	2978
мощность, млн. *квт*	340

Экономический потенциал гидроэнергии в год, млрд. *квт·ч*:

Европа (без СССР)	514
США	491
Канада	325
СССР	1200

Примечание. Теоретический потенциал гидроэнергии подсчитывается по формулам: $P = 9{,}81 \cdot QH$ *квт* и $W = 85{,}936\ QH$ *квт·ч*, т. е. он определяется при к. п. д., равном 100%. Q в формулах обозначает среднеарифметический расход воды за многолетний период в $\frac{м^3}{сек}$, H — разницу уровней воды между конечными пунктами участка водного потока в *м*.

Экономический потенциал гидроэнергии — это величина запасов гидроэнергии, возможная для наиболее экономичного использования в народном хозяйстве.

527. Оценка мировых энергоресурсов
(1952 г.)

Возобновляемые ресурсы	Потенциальные запасы, 10^{15} *ккал* в год	Невозобновляемые ресурсы	Потенциальные запасы, 10^{15} *ккал*
Энергия солнечного излучения, воспринимаемая земной поверхностью	530 000	Ядерная энергия . . .	445 000
Энергия ветра	400 000	Каменный уголь . . .	34 000
Древесное и растительное топливо . .	90	Бурые угли и лигниты	5 000
Гидроэнергия	31,5	Нефть	1 600
		Природный газ	1 500
		Сланцы горючие . . .	1 050
		Торф	не учтены

Примечания. 1. К началу 1956 г. величина выявленных ресурсов энергии (твердое топливо, нефть, природный газ, гидроэнергоресурсы) составляла по отдельным странам (в млрд. *т* условного топлива): СССР — 1590, США — 1550, Европа (без СССР) — 730, ФРГ — 245, Англия — 175. На долю СССР из общих мировых запасов приходится до 20,6% запасов угля, 55% нефти, 78% торфа, 18,5% леса.

2. Мировые запасы урана оцениваются примерно в 23 млн. *т*., тория в 1 млн. *т* (по другим источникам мировые запасы урана + тория равны 46 млн. *т*). Подсчитано, что запасов урана и тория при их использовании с к. п. д. в 25% хватит примерно на 43 000 лет, имея в виду, что мировая потребность в энергии оценивается сейчас примерно в $3 \cdot 10^{15}$ *квт·ч* или $258 \cdot 10^{15}$ *ккал*. Запасы угля при существующей интенсивности потребления иссякнут примерно в течение 1760 лет, нефти — 185 лет. Учитывая непрерывный рост энергетических установок и других многообразных потребителей топлива, считают, что истощение запасов нефти резко почувствуется через 25—50 лет, угля — через 300—400 лет.

3. В оценке мировых энергетических запасов существует значительный разнобой (в связи с различными методами их исчисления). Приведенные в таблице данные заимствованы из книги Е. О. Штейнгауза «Основные показатели энергетических балансов капиталистических стран», Госэнергоиздат, М — Л., 1957. По другим источникам мировые энергетические ресурсы определяются следующими показателями (В. П. Романдин, Энергетическое использование атомной энергии, изд. «Знание», М., 1955):

Источник энергии	Мировые запасы	Количество энергии, 10^{15} *квт·ч*	Соотношение запасов (по отношению к запасам в угле)
Уголь	$3482 \cdot 10^9$ *т*	21,1	1
Нефть	$197 \cdot 10^9$ *м*^{3}	2,22	0,1
Природный газ	$15,85 \cdot 10^{12}$ *м*^{3}	0,17	0,008
Уран + торий	$26 \cdot 10^6$ *т*	519	24,6
Солнечная энергия, падающая на Землю в течение года		1500	71

528. Получение и использование энергии в мире

(1952 г.)

Полученная от различных источников энергии			Полезно использованная энергия			Потери энергии		
источники энергии	10^{12} квт·ч	%	потребители энергии	10^{12} квт·ч	%	род потерь	10^{12} квт·ч	%
Каменный уголь . . .	12	41,4	Промышленность . . .	5,8	20,0	В домашнем потреблении	5,1	17,7
Нефть	7,7	26,5	В том числе:			На тепловых электроцентралях	4,4	15,3
Натуральный природный газ	2,7	9,3	механическая и электрическая энергия . . .	0,6		При использовании в промышленности . .	4,3	14,9
Бурый уголь и торф .	1,3	4,5	внутренняя энергия	5,2		При переработке топлива и использовании его не в качестве горючего; при преобразовании энергии	3.6	12,5
Все минеральные топлива	23,7	81,7	Домашнее потребление	3,3	11,0	При использовании в сельском хозяйстве .	0,2	0,7
Гидроэнергия	0,4	1,4	В том числе:			В линиях передачи . .	0,1	0,3
Растительное древесное топливо	4,6	15,9	механическая и электрическая энергия . . .	0,4		Неучтенные потери и запасы	1,1	3,8
Мускульная энергия животных	0,3	1,0	внутренняя энергия (на нагревание)	2,9				
	29,0	100	Транспорт	0,8	2,8			
			Сельское хозяйство (механическая и электрическая энергия) .	0,3	1,0			
				10,2	34,8		18,8	65,2

Механизация, электрификация и автоматизация в народном хозяйстве СССР. Теплофикация

529. Механизация основных полевых работ в сельском хозяйстве
(в процентах к общему объему данной работы)

Вид работы	Годы				
	1928	1940	1958	1959	1960
Пахота под яровые культуры:					
сохами	10	—	—	—	—
конными плугами	89	38	2	2	2
тракторными плугами	1	62	98	98	98
Сев яровых зерновых культур:					
ручной	75	8	—	—	—
конными сеялками	25	36	3	3	3
тракторными сеялками	0,2	56	97	97	97
Уборка зерновых культур:					
косами и серпами	44	20	5	5	4
конными жатками	56	34	3	3	2
тракторными и самоходными машинами	0,2	46	92	92	94

530. Поставка тракторов, грузовых автомобилей и комбайнов сельскому хозяйству
(тыс. шт.)

Название машин	Годы					
	1940	1950	1953	1955	1958	1959
Тракторы (всего)	20,3	92,2	76,2	123,3	157,5	144,3
В том числе:						
мощностью 80—100 *л. с.*	—	9	5	4,7	2,6	1,1
ДТ-55	—	—	—	—	1,6	1,8
ДТ-54	—	40,2	43,1	50,8	51,9	41,3
КПД-35 и КПД-38	—	0,15	3	10,6	11,7	7,1
ДТ-24 и ДТ-24-3Т	—	—	—	—	7,5	7,2
«Беларусь» (включая МТЗ-5М)	—	—	0,4	23,9	46,3	51,9
ДТ-14	—	—	—	0,4	10,2	—
ДТ-20 и ДТ-28	—	—	—	—	17,7	27,1
«Универсал»	6	14,6		15,2	—	—
ХТЗ-7	—	2,7		15,8	—	—
СТЗ-НАТИ	4,4	7,7		—	—	—
Всего тракторов в пересчете на 15-сильные	33,5	182,5	151,1	217,7	251,8	236,3

Продолжение

Название машин	Годы					
	1940	1950	1953	1955	1958	1959
Грузовые автомобили . . .	17,5	87,1	68,9	110,6	102,1	76,3
Комбайны зерновые	12,8	45,8	41	45,9	64,9	53,1
Комбайны для уборки кукурузы и силосных культур .	—	—	0,5	11	42,4	13,1

Примечание. Снижение поставки некоторых сельскохозяйственных машин и комбайнов за 1958 и 1959 гг., а также тракторов в 1959 г. объясняется сокращением их выпуска, что связано с перестройкой производства в целях ускоренного создания новых, более производительных и менее металлоемких сельскохозяйственных машин и комбайнов.

531. Парк тракторов, комбайнов и грузовых автомобилей в сельском хозяйстве

(на начало года)

Показатели	Годы					
	1929	1941	1951	1954	1959	1960
Всего тракторов в физических единицах, тыс. шт. .	27	531	595	744	1 001	1 054
В том числе:						
колесных		427		363	440	474
гусеничных		104		381	561	562
дизельных		13		216	757	821 *
Всего тракторов в пересчете на 15-сильные, тыс. шт. . .	18	684	933	1 239	1 750	1 899
Общая тяговая мощность тракторов, тыс. *л. с.*: . . .						
всех		10 257		18 578	26 254	28 480
колесных		5 960		4 654	5 827	7 362
гусеничных		4 297		13 924	20 427	21 118
дизельных		626		8 338	22 856	23 989 *
Комбайны зерновые, тыс. шт.	2 шт.	182	211	318	502	494
В том числе самоходные	—	—	35	109	180	200
Автомобили грузовые (включая автоцистерны), тыс. шт.	0,7	228	283	424	700	729

Примечание. Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. было предусмотрено произвести для сельского хозяйства более 1 млн. тракторов, ок. 400 тыс. зерновых комбайнов. В 1960 г. принято постановление об увеличении выпуска тракторов и других сельскохозяйственных машин. Сельскому хозяйству будет поставлено за семилетку 1610 тыс. тракторов (на 370 тыс. больше, чем намечалось), комбайнов зерновых — на 140 тыс., силосоуборочных — на 34 тыс. больше, чем намечалось; значительно возрастут поставки и других сельскохозяйственных машин и орудий.

* На 1 июля 1959 г.

532. Энергетические мощности сельского хозяйства
(млн. *л. с.*, на начало года)

Показатели	Годы				
	1917	1941	1954	1959	1960
Мощность всех механических двигателей	0,2	36,9	80,5	132,5	136,0
В том числе:					
тракторы (мощность двигателей)	—	17,6	29,2	42,6	43,6
моторы комбайновые	—	5,8	13,5	22,2	21,6
автомобили	—	11,9	31,9	58,0	60,4
электроустановки и другие механические двигатели	0,2	1,6	5,9	9,7	10,4
Рабочий скот (в пересчете на механическую силу)	23,7	10,6	7,3	5,4	5,1
Все энергетические мощности	23,9	47,5	87,8	137,9	141,1

Примечание. Если все энергетические мощности сельского хозяйства на начало 1917 и 1960 гг. принять за 100%, то окажется, что механические двигатели на начало 1917 г. составляли всего 0,8%, а рабочий скот (в пересчете на механическую силу) — 99,2% всей энергетической мощности сельского хозяйства; на начало же 1960 г. механические двигатели составляли 96,3% всей энергетической мощности сельского хозяйства (в том числе мощность тракторов составляла 30,9%, автомобилей — 42,8%), а мощность рабочего скота — всего 3,7%.

533. Парк сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве СССР
(на начало года, тыс. шт.)

Название машин или орудий	Годы				
	1941	1951	1954	1958	1959
Плуги тракторные общего назначения	491	519	668	711	768
Культиваторы тракторные	272	317	559	839	867
Сеялки »	312	352	644	1049	1076
Картофелесажалки »	18	13	24	66	62
Жатки рядковые	1,7	1,3	3	188	180
Сенокосилки тракторные и самоходные	17	54	310	263	
Стогометатели	0,5	0,3	8	75	50
Свеклокомбайны трехрядные	—	0,1	4	28,5	31,4
Хлопкоуборочные машины	0,8	4,8	22	22	10
Льнокомбайны	—	1,7	5,8	4,2	2,4
Картофелеуборочные комбайны	—	0,1	0,5	31	27
Зерноочистительные машины	8	14	31	75	63
Агрегаты для стрижки овец		2	17	31	29
Доильные агрегаты		2	8	27	29
Кормозапарники	20	34	81	130	

534. Данные по электрификации сельского хозяйства СССР

Показатели	Годы						
	1940	1950	1953	1955	1957	1958	1959
Число всех сельских электростанций . . .	12 300	23 805	33 062	40 843 *	63 616	70 956	76 684
Мощность станций, тыс. *квт*	265	794	1 346	1 905	2 657	3 023	3 280
Производство электроэнергии, млн. *квт·ч*	303	912	1 841	2 626	3 629	4 261	4 993
Всего потреблено электроэнергии в сельском хозяйстве, млн. *квт·ч*	538		2 742		5 824	6 907	
Процент электрифицированных колхозов		15	22		40	49	61
Потреблено в них электроэнергии, млн. *квт·ч*		706 **	923	1 323	2 056	2 716	3 525
Число электродвигателей в колхозах (на конец года), тыс.		56	99		267	333	417
Мощность электродвигателей, тыс. *квт* . . .		353	578	991	1 568	1 988	2 499
Процент электрифицированных совхозов .		76	88	91	93	96	96
Потреблено в них электроэнергии, млн. *квт·ч*		298	530	742	1 261	1 601	1 733
Число электродвигателей (на конец года), тыс.		49	93		190	223	255
Мощность электродвигателей, тыс. *квт* . . .		223	427	577	893	1 076	1 253

* Из этого числа сельских электростанций в 1955 г. насчитывалось: дизельных 17 313, с другими двигателями внутреннего сгорания 13 696, гидроэлектростанций 5818, локомобильных 3519, прочих 497.

** За 1951 г.

Продолжение

Показатели	Годы						
	1940	1950	1953	1955	1957	1958	1959
Процент электрифицированных МТС и РТС		80	96	99	99,7	99,5	99,9
Потреблено в них электроэнергии, млн. *квт·ч*		278	723		927	787	
Число электродвигателей (на конец года), тыс.		48	136		234	202	139
Мощность электродвигателей, тыс. *квт* . . .		190	642	973	1071	925	643

Примечание. Каждые 1000 *квт·ч*, затраченные на электропривод рабочих машин, заменяют в сельском хозяйстве 300 человеко-дней и 100 коне-дней.

Для электрификации села за семилетие будет построено более 1,3 млн. *км* электрических сетей высокого и низкого напряжения, ок. 3 тыс. трансформаторных подстанций напряжением 35/10 *кв* и свыше 220 тыс. потребительских подстанций напряжением 10/0,4 *кв*.

В колхозах, совхозах и РТС намечается смонтировать ок. 3,5 млн. электродвигателей общей мощностью 14—15 млн. *квт*. Электровооруженность сельского хозяйства за семилетку возрастет более чем в 2 раза, а потребление электроэнергии — примерно в 4 раза.

535. План ГОЭЛРО

В марте 1920 г. Совет Народных Комиссаров утвердил Государственную комиссию по электрификации России (ГОЭЛРО). Комиссии поручалось составить первый план электрификации страны. Эта работа велась по указаниям и под непосредственным руководством В. И. Ленина.

По плану ГОЭЛРО, рассчитанному на 10—15 лет, намечалось построить 30 крупных районных электростанций установленной мощностью 1,75 млн. *квт* (или рабочей мощностью * 1,5 млн. *квт*): 10 гидроэлектростанций (в том числе Волховскую, Свирскую, Днепровскую ГЭС) установленной мощностью 640 тыс. *квт* и 20 тепловых, установленной мощностью 1100 тыс. *квт*. Общую годовую выработку электроэнергии намечалось довести до 8,8 млрд. *квт·ч* против 0,5 млрд. *квт·ч*, выработанных в 1920 г. при составлении плана. В это время по выработке электроэнергии страна занимала восемнадцатое место в мире. План ГОЭЛРО предусматривал также широкую программу восстановления и развития различных отраслей народного хозяйства страны (топливной промышленности, сельского хозяйства и др.).

* Установленная мощность за вычетом резервной.

В области энергетики план ГОЭЛРО устанавливал следующие основные направления технической политики, получившие дальнейшее развитие в народнохозяйственных планах страны:

1. Широкое внедрение местных видов топлива.

2. Строительство гидроэлектрических станций на основе комплексного решения задач энергетики, водного транспорта, сельского хозяйства.

3. Строительство мощных районных электрических станций как энергетического костяка народного хозяйства страны.

4. Равномерное размещение электростанций, исходя из общих задач индустриализации страны.

5. Ориентация на широкую электрификацию железных дорог.

6. Электрификация сельского хозяйства на основе советского электроснабжения от районных и местных электрических станций.

План ГОЭЛРО был выполнен по всем основным показателям и кратчайшему из намеченных сроков (1931 г.). К конечному сроку — 1935 г. — план по разделу электрификации был перевыполнен более чем в 2 раза. Было построено 40 районных электростанций; их мощность достигла 4076 тыс. *квт*. Общая мощность всех электростанций страны в 1935 г. составила 6,9 млн. *квт*, а производство электроэнергии — 26,3 млрд. *квт·ч*.

К началу 1935 г. работали Днепровская ГЭС мощностью 634 тыс. *квт* (при полной мощности 558 *квт*), Волховская (58 тыс. *квт*), Свирская 3-я (72 тыс. *квт* при полной мощности 100 тыс. *квт*) и другие.

План ГОЭЛРО был первым генеральным планом развития народного хозяйства Советской республики на основе электрификации. Он имел огромное значение как первый образец составления перспективного государственного народнохозяйственного плана.

536. Мощность электростанций и производство электроэнергии

Годы	Все электростанции		В том числе гидроэлектростанции	
	мощность, млн. *квт*	производство электроэнергии, млрд. *квт·ч*	мощность, млн. *квт*	производство электроэнергии, млрд. *квт·ч*
1913	1,1	1,9	0,016	0,035
1916	1,2	2,6	0,016	0,04
1921	1,2	0,5	0,018	0,01
1928	1,9	5,0	0,12	0,4
1932	4,7	13,5	0,5	0,8
1937	8,2	36,2	1,0	4,2
1940	11,2	48,3	1,6	5,1
1945	11,1	43,3	1,3	4,8
1946	12,3	48,6	1,4	6,0
1947	13,7	56,5	1,9	7,3
1948	15,2	66,3	2,2	9,4
1949	17,1	78,3	2,8	11,5
1950	19,6	91,2	3,2	12,7
1951	22,1	104,0	3,3	13,7
1952	25,2	119,1	3,8	14,9
1953	28,6	134,3	4,5	19,2
1954	32,8	150,7	5,1	18,6

Годы	Все электростанции		В том числе гидроэлектростанции	
	мощность, млн. *квт*	производство электроэнергии, млрд. *квт·ч*	мощность, млн. *квт*	производство электроэнергии, млрд. *квт·ч*
1955	37,2	170,2	6,0	23,2
1956	43,5	191,6	8,4	29,0
1957	48,4	209,7	10,0	39,4
1958	53,6	235,4	10,9	46,5
1959	59,3	265,1	12,7	47,6
1960	66,7	292,3	14,8	50,9
1965 (По Контрольным цифрам)	111,0—113,0	500—520	21,0	

Примечание. В 1950 г. всего насчитывалось 57 388 электростанций (стационарных и передвижных), в том числе мощностью 100 тыс. *квт* и выше — 41. Последние выработали 41,64 млрд. *квт·ч* электроэнергии. В 1955 г. всего насчитывалось 107 805 электростанций, в том числе мощностью 100 тыс. *квт* и выше — 85. Мощность последних составляла 17,7 млн. *квт*, а выработка электроэнергии — 98,6 млрд. *квт·ч*. В 1956 г. в стране было 98 электростанций мощностью 100 тыс. *квт* и выше; они дали 118 млрд. *квт·ч* электроэнергии, что составило 61,5% от всего производства электроэнергии. В 1958 г. станции мощностью 100 000 *квт* и выше выработали 159,3 млрд. *квт·ч*, что составило 67,7% от всего производства электроэнергии. Самой крупной электростанцией дореволюционной России была Московская мощностью 57 тыс. *квт*.

537. Потребление электроэнергии в народном хозяйстве СССР
(в млрд. *квт·ч*)

Потреблено энергии	Годы						
	1913	1928	1940	1950	1955	1957	1958
Промышленностью . .	1,45 * / 74,7	3,3 / 66,0	32,1 / 66,4	60,6 / 66,4	113,3 / 66,4	138,3 / 66,4	154,2 / 65,5
Транспортом	0,02 / 1,2	0,1 / 2,0	1,6 / 3,4	2,6 / 2,8	5,4 / 3,2	7,7 / 3,6	9,2 / 3,9
Прочими отраслями .	0,36 / 18,7	1,1 / 22,0	8,6 / 17,8	16,5 / 18,2	30,3 / 17,8	37,5 / 18,0	42,7 / 18,1
На собственные нужды электростанций . . .	0,04 / 2.1	0,1 / 2,0	2,6 / 5,3	5,2 / 5,7	10,9 / 6,4	13 / 6,2	14,6 / 6,2
Потери в сети	0,07 / 3,3	0,4 / 8,0	3,4 / 7,1	6,3 / 6,9	10,3 / 6,0	13,2 / 6,3	14,7 / 6,3

Примечание. Мировое потребление электроэнергии в 1955 г. достигло 1522 млрд. *квт·ч*, в том числе в Европе 625 млрд. *квт·ч*. Потребление электроэнергии на душу населения за период 1951—1955 гг. во всем мире увеличилось с 440 до 590 *квт·ч*, в СССР — с 460 до 800 *квт·ч*.

* В числителе — потребление электроэнергии в млрд. *квт·ч*, в знаменателе — потребление электроэнергии в процентах от общего производства электроэнергии.

538. Использование электроэнергии в промышленности

Показатели	Годы		
	1928	1940	1956
Мощность двигателей, обслуживающих рабочие машины в промышленности, млн. *квт*	3,0	16,9	57,7
Коэффициент электрификации силовых процессов (по мощности) *	64,9	83,8	89,1
Потреблено электроэнергии в промышленности, млрд. *квт · ч*	3,3	32,1	126
Из этого количества потреблено:			
на двигательную силу	2,8	22,0	78,2
на технологические нужды	0,1	5,8	32,8

* *Коэффициентом электрификации* называется отношение мощности электродвигателей к мощности всех двигателей, обслуживающих рабочие машины.

В 1956 г. достигнута почти полная электрификация силовых процессов в промышленности, тогда как в дореволюционной России преобладающей двигательной силой в промышленности был пар. Если до 1917 г. в стране электроэнергия для технологических целей не использовалась, то в настоящее время она получает все более широкое применение для этих целей. Например, производство алюминия, магния, электростали невозможно без применения электроэнергии; она применяется также для целей нагрева, закалки, сварки и т. д.

539. Коэффициент электрификации силовых процессов в отдельных отраслях промышленности (по мощности) *

Отрасли промышленности	Годы					
	1928	1932	1937	1940	1950	1955
Вся промышленность	64,9	78,0	82,8	83,8	86,7	89,0
В том числе:						
черная металлургия . .	51,3	62,7	73,9	75,1	81,6	83,4
цветная » . .	79,3	94,1	91,4	92,1	96,6	96,2
топливная промышленность	77,6	84,1	88,8	88,6	80,2	89,8
химическая »	73,4	90,3	83,1	92,2	95,3	97,6
машиностроение и металлообработка	85,3	90,5	91,6	91,8	96,3	98,1
легкая промышленность	62,4	78,2	82,5	85,1	91,7	96,0

* *Коэффициент электрификации* — отношение мощности электродвигателей к мощности всех двигателей, обслуживающих рабочие машины.

540. Развитие электрификации в СССР в 1959—1965 гг.

Увеличение установленной мощности электростанций	в 2 раза
Увеличение установленной мощности тепловых турбинных станций	в 2,4 раза
Мощность новых турбинных электростанций, вводимых в строй, млн. *квт*	58—60
Увеличение протяженности электрических сетей напряжением 35—500 *кв*	более чем в 3 раза
Увеличение протяженности электрифицированных железнодорожных линий, *км*	примерно на 20 000

При увеличении валовой продукции промышленности на 80% производство электроэнергии в стране возрастет на 110—120%.

В качестве главного направления в развитии электроэнергетики СССР в 1959—1965 гг. предусматривается преимущественное строительство тепловых электростанций на базе дешевых углей, природного газа и мазута. Они будут покрывать ок. 85% электробаланса страны.

Несмотря на ряд ценных качеств гидроэлектростанций (экономия топлива, низкая стоимость электроэнергии и др.), их сооружение требует относительно больших сроков и капиталовложений по сравнению со строительством тепловых электростанций. Например, Волжская ГЭС им. В. И. Ленина сооружалась семь лет. За те средства, которые были в нее вложены, но в более короткие сроки, можно было построить несколько тепловых электростанций общей мощностью в 11 млн. *квт*.

Мощность всех электростанций составит в 1965 г. примерно 111—113 млн. *квт*, в том числе тепловых — 92 млн. *квт*.

Из 58—60 млн. *квт* новой мощности, вводимых на турбинных электростанциях, 47—50 млн. *квт* будет введено на тепловых электростанциях в основном за счет строительства крупных конденсационных станций мощностью по 1 и более млн. *квт*, с установкой на них по блочной схеме агрегатов по 100, 150, 200 и 300 тыс. *квт*. За семь лет намечается построить свыше 40 крупных тепловых электростанций, из них ок. 20 мощностью от 1 до 2,4 млн. *квт*.

Наряду с вводом в эксплуатацию мощных тепловых электростанций в течение семилетия предусматривается завершение строительства Братской, Воткинской, Бухтарминской и ряда других ГЭС и начало строительства нескольких новых ГЭС (главным образом в районах, не располагающих достаточными и дешевыми топливными ресурсами).

Ввод мощности на гидроэлектростанциях за это семилетие намечается в размере 10 млн. *квт* (против 7,4 млн. *квт*, введенных в прошлом семилетии). Доля выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях в 1965 г. составит ок. 15%.

В течение семилетки предполагается завершить в основном электрификацию всех колхозов; электрификация совхозов и РТС будет завершена значительно раньше (к началу 1958 г. были электрифицированы почти все МТС и РТС, 93% совхозов и ок. 40% колхозов). Потребление электроэнергии в сельском хозяйстве возрастет к концу семилетки в 4 раза по сравнению с 1958 г.

Значительно увеличится потребление электроэнергии на транспорте, оно составит в 1965 г. 40 млрд. *квт · ч* вместо 6 млрд. *квт · ч* в 1958 г.

За семь лет будут созданы единые энергетические системы Европейской части СССР и Центральной Сибири. Если в 1958 г. общая

протяженность сетей напряжением 35, 110, 150, 220 и 400 *кв* составляла ок. 100 тыс. *км*, то в 1965 г. протяженность сетей напряжений 35—500 *кв* должна увеличиться до 300 тыс. *км*.

Выработка электроэнергии на душу населения увеличится в СССР с 1138 *квт·ч* в 1958 г. до 2183—2270 *квт·ч* в 1965 г.

К концу ближайшего десятилетия (1961—1970 гг.) головное производство электроэнергии намечено довести до 900—1000 млрд. *квт·ч*, а к концу второго десятилетия (1971—1980 гг.) — до 2000—3000 млрд. *квт·ч*. Мощность электростанций за два десятилетия увеличится в 9—10 раз. Будет создана единая энергетическая система СССР. Во втором десятилетии электрификация всей страны будет в основном завершена.

541. Развитие радиофикации, телефонизации и электрификации сельских

Показатели	Годы					
	1940	1950	1958	1960	1965	1980
Количество радиоприемников, млн. шт.	1,1			10,0	20,7	34,7
Количество телевизоров, млн. шт.	400 шт.	0,01	0,2	1,8	2,5	3,6
Число радиоприемников и телевизоров в сельской местности, млн. шт.		0,35	0,9	2,2	2,6	
Количество трансляционных радиоточек, млн. шт.	5,9	9,7	13,6	24,8	27,1	29,2
в том числе в сельской местности		2,3	4,7	12,2	13,7	15,0
Количество телефонных аппаратов, млн. шт.	1,2	1,4	1,7	2,2	2,4	2,5
в том числе в сельской местности	0,2	0,2	0,2	0,3	0,34	0,38
Телефонизированные колхозы (в % к общему числу колхозов)	9,2	21,2	33,2	74,1	83,0	92,0
Телефонизированные совхозы (в % к общему числу совхозов)	76,3	77,5	83,6	94,8	95,8	97,4
Телефонизированные сельские Советы (в % к общему числу сельских Советов)	70	87,1	92,4	97	97,1	97,5
Число киноустановок, тыс. шт.	28	42	52,3	69,7	78,0	90,9
в том числе в сельской местности	19,5	32,2	40,5	54,9	61,7	73,6

Примечание. На 1 января 1961 г. в стране действовало 87 телецентров и 19 ретрансляционных установок. К концу семилетки намечено построить примерно сто новых телецентров и телевизионных станций, а число телевизоров превысит 15 млн. штук.

542. Показатели по автоматизации производственных процессов

Сравнение показателей автоматического завода поршней и обычного предприятия той же производительности:

Число наладчиков и операторов в смену на автоматическом заводе	10 чел.
Уменьшение общего числа работающих	в 4,2 раза
Сокращение трудоемкости изготовления поршня	в 5,3 »
Рост производительности труда	в 9 раз
Число дежурных в смену на крупных автоматизированных ГЭС	4—5 чел.
» » » » » средних автоматизированных ГЭС	2—3 »
Число » » » » Днепровской ГЭС (9 агрегатов общей мощностью 650 тыс. *квт*)	6 »
Сокращение количества рабочих на современных автоматических поточных линиях	в 5—10 раз
Число автоматических регуляторов, работающих на современном паровом котле	8—15
Число автоматических регуляторов, работающих на современной паровой турбине	8—12

Сравнение производительности токарных станков в усл. единицах:

обычный универсальный токарный станок	1
многошпиндельный токарный автомат	20 и более

В 1959—1965 гг. намечено ввести в действие не менее 1300 автоматических линий, предусмотрено развитие производства станков с автоматическим программным управлением. Свыше 50 заводов будут полностью автоматизированы.

В 1965 г. намечено произвести 280—300 комплектов автоматических и полуавтоматических линий (в 2,1—2,3 раза больше, чем в 1958 г.), будет выпущено в 2,5—2,6 раза больше приборов, чем в 1958 г.

543. Автоматизация и телемеханизация на районных электростанциях

(на конец года)

Показатели	Годы			
	1940	1956	1958	1959
Мощность установок высокого давления на тепловых электростанциях, тыс. *квт*	147	11 408	16 454	18 503
В процентах к общей мощности тепловых электростанций	3	57	61	63
Количество котельных агрегатов с автоматическим регулированием процесса горения	18	805	1 045	1 194
Их паропроизводительность в процентах к общей паропроизводительности	6	80	85	86

Продолжение

Показатели	Годы			
	1940	1956	1958	1959
Число диспетчерских пунктов энергосистем, оснащенных средствами телемеханики	—	29	37	43
Мощность энергосистем, управляемых с диспетчерских пунктов, оснащенных средствами телемеханики, в % ко всей мощности энергосистем	—	70	80	83
Число электроподстанций, оснащенных средствами телемеханики .	—	267	349	406

544. Автоматическая линия для обработки блоков двигателей автомобилей ЗИЛ-150

Линии	Количество станков	Количество рабочих позиций	Количество шпинделей	Общая мощность электродвигателей, *квт*	Общая длина линии, *м*	Назначение
1-я	8	8	224	85	17,2	Полная обработка отверстий в верхней плоскости (кроме клапанных), а также расположенных со стороны клапанной коробки; обработка отверстия под валик распределителя водяного насоса
2-я	4	8	57	46	7,25	Полная обработка всех отверстий на торцевых плоскостях блока
3-я	8	8	250	72	17,2	Полная обработка всех отверстий на нижней плоскости блока со стороны валика распределителя водяного насоса
4-я	7	7	67	44	17,2	Полная обработка клапанных отверстий

Число электрических реле на 1-й линии 76
Длина электрических проводов 1-й линии . . . ок. 12 *км*
Сокращение времени обработки одного блока при внедрении автоматических линий . . . . с 75,6 до 8 *мин*
Сокращение числа занятых рабочих при внедрении автоматических линий . . . . . почти в 10 раз
Сокращение производственной площади при внедрении автоматических линий . . . . . с 330 до 250 $м^2$

545. Автоматический цех по производству подшипников качения

Цех создан и эксплуатируется на 1-м Государственном подшипниковом заводе, в нем автоматизированы все технологические процессы, включая контроль и упаковку:

Число автоматических линий в цехе . . .	2
Назначение линий	производство шарикоподшипников (1-я линия) и роликоподшипников (2-я линия)
Число электродвигателей	700
Общая мощность электродвигателей, *квт* .	ок. 2000
Число электрических приборов	до 10 000
Длина всей электропроводки цеха, *км* . .	примерно 200
Проектная мощность 1-й линии	900 тыс. подшипников в год
Проектная мощность 2-й линии	600 тыс. подшипников в год
Увеличение выработки на одного рабочего при внедрении линий	в 2 раза

546. Данные по теплофикации

Начало теплофикации в стране	3-я Ленинградская ГРЭС, 1924 г.
Число ТЭЦ в 1930 г.	14
Протяженность тепловых сетей в 1939 г., *км*	525
Количество теплоты, отпущенной ТЭЦ в 1939 г., $\frac{\text{млн. ккал}}{\text{год}}$	$11 \cdot 10^6$
То же в 1950 г., $\frac{\text{млн. ккал}}{\text{год}}$	ок. $28 \cdot 10^6$
» в 1956 г., $\frac{\text{млн. ккал}}{\text{год}}$	$76 \cdot 10^6$ *
» в 1958 г., $\frac{\text{млн. ккал}}{\text{год}}$	$225 \cdot 10^6$
Экономия топлива, полученная от теплофикации в 1958 г., $\frac{\text{млн. } т \text{ условного топлива}}{\text{год}}$	16
Мощность ТЭЦ (к началу 1959 г.), млн. *квт*	13
в % от мощности всех тепловых электростанций	ок. 33

* Из этого количества теплоты примерно 75% дал пар и 25% горячая вода.

Число городов и поселков страны, имеющих теплофикацию (к началу 1960 г.)	340
Протяженность тепловых сетей (к началу 1960 г.), *км*	ок. 5000
Мощность ТЭЦ к концу 1965 г., млн. *квт*	примерно 30
Количество теплоты, которое планируется получить от ТЭЦ в 1965 г., $\frac{\text{млн. ккал}}{год}$	до $500 \cdot 10^3$
К. п. д. ТЭЦ высокого давления, %	59
Давление, под которым передается пар и горячая вода потребителям, $\frac{кГ}{см^2}$	до 10—15
Скорость движения пара по паропроводам, $\frac{м}{сек}$	30—40
Скорость движения горячей воды по теплопроводу, $\frac{м}{сек}$	3—4

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

I раздел

ДАТЫ ЖИЗНИ КРУПНЕЙШИХ УЧЕНЫХ-ФИЗИКОВ, ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ И ДЕЯТЕЛЕЙ ТЕХНИКИ

Конец VII — начало VI вв. до н. э. Фалес Милетский
ок. 287—212 до н. э. Архимед
Вероятно, I век Герон Александрийский
1452—1519 Леонардо да Винчи
1540—1603 Гильберт Уильям
1548—1620 Стевин Симон
(г. рожд. неизв.) — 1583 Федоров Иван
1564—1642 Галилей Галилео
1602—1686 фон Герике Отто
1608—1647 Торричелли Эванджелиста
1620—1684 Мариотт Эдм
1623—1662 Паскаль Блез
1627—1691 Бойль Роберт
1629—1695 Гюйгенс Христиан
1635—1703 Гук Роберт
1643—1727 Ньютон Исаак
1644—1710 Ремер Олаф
1647—1714 Папен Дени
1650—1715 Северн Томас
1663—1729 Ньюкомен Томас
1683—1757 Реомюр Рене
1698—1739 Дюфе Шарль
1700—1782 Бернулли Даниил
1701—1744 Цельсий Андерс
1704—1777 Сегнер Янош
1706—1790 Франклин Вениамин
1711—1753 Рихман Георг Вильгельм
1711—1765 Ломоносов Михаил Васильевич
1725—1804 Кюньо Никола
1726—1800 Фролов Козьма Дмитриевич
1728—1799 Блэк Джозеф
1729—1766 Ползунов Иван Иванович
1729—1806 Волосков Терентий Иванович
1731—1810 Кавендиш Генри
1735—1818 Кулибин Иван Петрович
1736—1806 Кулон Шарль
1736—1819 Уатт Джемс
1737—1798 Гальвани Луиджи
1740—1810 Монгольфье Жозеф Мишель
1745—1799 Монгольфье Жан Жак Этьенн
1745—1827 Вольта Алессандро
1746—1807 Атвуд Георг
1753—1814 Бенджамин Томпсон (граф Румфорд)
1761—1834 Петров Василий Владимирович
1765—1815 Фультон Роберт
1766—1844 Дальтон Джон
1770—1831 Зеебек Томас
1773—1829 Юнг Томас
1773—1858 Броун Роберт
1774—1842 Черепанов Ефим Алексеевич
1774—1862 Био Жан
1775—1836 Ампер Андре
1776—1856 Авогадро Амедео
1777—1851 Эрстед Ханс
1777—1855 Гаусс Карл
1778—1829 Дэви Гемфри
1778—1850 Гей-Люссак Жозеф
1781—1848 Стефенсон Георг
1781—1840 Пуассон Симеон
1781—1868 Брюстер Давид
1783—1850 Стерджен Уильям
1785—1845 Пельтье Жан
1786—1837 Шиллинг Павел Львович
1786—1853 Араго Доминик

1787—1851 Дагер Луи
1787—1826 Фраунгофер Йозеф
1787—1854 Ом Георг
1788—1827 Френель Огюстен
1791—1841 Савар Феликс
1791—1867 Фарадей Майкл
1791—1872 Морзе Самюэль
1796—1832 Карно Никола
1797—1878 Генри Джозеф
1799—1869 Пуазейль Жан
1801—1874 Якоби Борис Семенович
1803—1849 Черепанов Мирон Ефимович
1803—1853 Доплер Христиан
1803—1877 Румкорф Генрих
1803—1889 Эриксон Джон
1804—1865 Ленц Эмилий Христианович
1804—1891 Вебер Вильгельм
1806—1850 Сафонов Игнатий Егорович
1811—1899 Бунзен Роберт
1814—1874 Ангстрем Андрес
1814—1878 Майер Роберт
1818—1871 Константинов Константин Иванович
1818—1889 Джоуль Джемс
1819—1868 Фуко Жан
1819—1896 Физо Ипполит
1819—1903 Стокс Джордж
1821—1894 Гельмгольц Герман
1821—1895 Лошмидт Йозеф
1822—1888 Клаузиус Рудольф
1822—1900 Ленуар Этьен
1824—1887 Кирхгоф Густав
1824—1907 Томсон Уильям (лорд Кельвин)
1825—1890 Можайский Александр Федорович
1825—1898 Бальмер Иоганн
1827—1899 Блинов Федор Абрамович
1831—1879 Максвелл Джемс
1831—1900 Юз Давид
1832—1913 Кальете Луи
1832—1919 Крукс Уильям
1832—1891 Отто Николаус
1834—1907 Менделеев Дмитрий Иванович
1836—1920 Петров Николай Павлович
1837—1923 Ван-дер-Ваальс Ян
1839—1896 Столетов Александр Григорьевич
1839—1903 Гиббс Джозайя
1842—1902 Лачинов Дмитрий Александрович
1842—1905 Бенардос Николай Николаевич
1842—1919 Рэлей Джон
1842—1923 Дьюар Джемс
1842—1934 Линде Карл
1843—1918 Депре Марсель
1844—1906 Больцман Людвиг
1845—1898 Чиколев Владимир Николаевич
1845—1923 Рентген Вильгельм
1846—1915 Умов Николай Алексеевич
1847—1894 Яблочков Павел Николаевич
1847—1921 Жуковский Николай Егорович
1847—1922 Белл Александр
1847—1923 Лодыгин Александр Николаевич
1847—1931 Эдисон Томас Альва
1848—1896 Лилиенталь Отто
1849—1945 Флеминг Джон
1849—1925 Бринелль Иоганн
1852—1916 Рамзай Уильям
1852—1931 Майкельсон Альберт
1853—1919 Федоров Евграф Степанович
1853—1926 Камерлинг-Оннес Гейке
1853—1928 Лоренц Гендрик
1853—1939 Шухов Владимир Григорьевич
1854—1881 Кибальчич Николай Иванович
1854—1897 Славянов Николай Гаврилович
1854—1919 Ридберг Иоганн
1855—1919 Усагин Иван Филиппович
1856—1940 Томсон Джозеф
1856—1943 Тесла Никола
1857—1894 Герц Генрих
1857—1935 Циолковский Эдуард Константинович
1858—1913 Дизель Рудольф
1858—1947 Планк Макс
1859—1906 Кюри Пьер
1859—1906 Попов Александр Степанович
1859—1935 Мещерский Иван Всеволодович

1862—1919 Доливо-Добровольский Михаил Осипович
1862—1942 Брэгг Уильям
1863—1925 Вульф Георгий Викторович
1863—1945 Крылов Алексей Николаевич
1864—1928 Вин Вильгельм
1864—1941 Нернст Вальтер
1864—1948 Люмьер Луи
1865—1943 Зееман Питер
1866—1912 Лебедев Петр Николаевич
1867—1934 Склодовская-Кюри Мария
1868—1935 Горячкин Василий Прохорович
1868—1953 Милликен Роберт
1868—1955 Вуд Роберт
1869—1933 Розинг Борис Львович
1869—1942 Чаплыгин Сергей Алексеевич
1870—1942 Перрен Жан
1870—1953 Патон Евгений Оскарович
1871—1937 Резерфорд Эрнест
1872—1917 Смолуховский Мариан
1872—1946 Ланжевен Поль
1872—1959 Кржижановский Глеб Максимилианович
1874—1937 Маркони Гульельмо
1874—1945 Гаккель Яков Модестович
1875—1936 Александров Иван Гаврилович
1876—1940 Рождественский Дмитрий Сергеевич
1877—1945 Астон Фрэнсис
1878—1942 Лазарев Петр Петрович
1878—1958 Винтер Александр Васильевич
1879—1944 Мандельштам Леонид Исаакович
1879—1955 Эйнштейн Альберт
1879—1960 Лауэ Макс
1880—1960 Иоффе Абрам Федорович
1880—1947 Папалекси Николай Дмитриевич
1880—1936 Уфимцев Анатолий Георгиевич
1881—1953 Вологдин Валентин Петрович
1882 Борн Макс
1882—1945 Гейгер Ганс
1884—1945 Глаголева-Аркадьева Александра Андреевна
1884 Дебай Петер
1885 Бор Нильс
1887—1957 Соколов Сергей Яковлевич
1887—1948 Рамзин Леонид Константинович
1887—1933 Цандер Фридрих Артурович
1887 Шредингер Эрвин
1888—1940 Бонч-Бруевич Михаил Александрович
1888—1950 Ветчинкин Владимир Петрович
1888 Раман Чандрасекара
1888 Туполев Андрей Николаевич
1890—1957 Ландсберг Григорий Самуилович
1891—1951 Вавилов Сергей Иванович
1891—1957 Боте Вальтер
1891 Чедвик Джемс
1892 Бозе Шатьендранат
1892 Комптон Артур
1892 де Бройль Луи
1892 Скобельцын Дмитрий Васильевич
1894 Винер Норберт
1894 Капица Петр Леонидович
1894 Ильюшин Сергей Владимирович
1894 Хренов Константин Константинович
1894—1952 Френкель Яков Ильич
1895 Тамм Игорь Евгеньевич
1896 Максутов Дмитрий Дмитриевич
1897—1956 Жолио-Кюри Ирен
1898 Фок Владимир Александрович
1898 Ребиндер Петр Александрович
1900—1958 Жолио-Кюри Фредерик
1900—1958 Паули Вольфганг
1901 Гейзенберг Вернер
1901—1954 Ферми Энрико
1902 Дирак Поль

1903—1960 Курчатов Игорь Владимирович
1903 Леонтович Михаил Александрович
1904 Иваненко Дмитрий Дмитриевич
1904 Черенков Павел Алексеевич
1906 Бете Ганс
1906 Микоян Артем Иванович
1906 Яковлев Александр Сергеевич
1907 Блохинцев Дмитрий Иванович
1907 Векслер Владимир Иосифович
1907 Седов Леонид Иванович
1907 Юкава Хидэки
1908 Ландау Лев Давидович
1908 Христианович Сергей Алексеевич
1909 Арцимович Лев Андреевич
1910 Вернов Сергей Николаевич
1910 Лазаренко Борис Романович
1911 Келдыш Мстислав Всеволодович
1921 Сахаров Андрей Дмитриевич

ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫХ СОБЫТИЙ В РАЗВИТИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Годы	
6 век до н. э.	Теорема Пифагора.
ок. 590 до н. э.	Магнитное притяжение.
ок. 485 до н. э.	Атомистика древнегреческого ученого-материалиста Левкиппа.
ок. 300 до н. э.	Описан принцип прямолинейности световых лучей и сформулирован основной закон отражения света («Оптика» Евклида).
250—212 до н. э.	Работы Архимеда: вывод закона рычага, представление о центре тяжести тела и математическое определение его для плоских фигур, вес тела в жидкости, бесконечный винт и др.
2 век до н. э.	Изобретения Герона Александрийского — различные автоматы, прототип активной паровой турбины — эолипил и др.
ок. 110—120	Работы К. Птоломея по оптике: теория зеркал, измерение углов преломления света.
ок. 1010—1020	Точное определение удельных весов ряда минералов и металлов (А.-Р. Бируни).
1121	Установление зависимости величины удельного веса от температуры.
1269	Первое опытное исследование магнита: наличие двух полюсов у магнита, введение обозначений для них — северный и южный, отталкивание одноименных и притяжение разноименных полюсов, факт неразделимости полюсов (П. Перегринус, Франция). Открытие явления намагничивания железа на расстоянии (магнитная индукция).
1440	Изобретение книгопечатания передвижными буквами (И. Гутенберг).
1543	Опубликовано сочинение Н. Коперника «Об обращении небесных сфер».
1564	Выход в свет первой (из датированных) русской печатной книги Ивана Федорова.
1583	Г. Галилей установил изохронизм колебаний маятника.
1586	Работы Стевина по гидростатике.
1597	Построен термоскоп (Г. Галилей).
ок. 1600	Стевин первым стал применять изображение силы в виде вектора.
1600	В науку введен термин «электричество» (английским ученым У. Гильбертом).
1604	Установлены законы падения тел (Г. Галилей).
1609	Опубликовано сочинение немецкого астронома И. Кеплера «Новая астрономия», в котором даны два закона движения планет (третий закон был установлен позднее, в 1619 г.).
1611	И. Кеплер построил телескоп.

Годы	
1615	В. Снеллиус установил закон преломления света (закон был впервые опубликован в 1662 г.).
1637	Вышла книга Р. Декарта «Диоптрика», в которой он сформулировал и вывел закон преломления света.
1638	Описан закон равномерно-ускоренного движения (Г. Галилей).
1643	Опыты Е. Торричелли (Италия) с ртутным барометром по определению давления воздуха.
1650	Немецкий физик О. Герике построил первую электростатическую машину (натиравшийся ладонями рук шар из серы).
1653	Работы Б. Паскаля по гидростатике: закон всесторонней передачи давления в жидкости (закон Паскаля), принцип действия гидравлического пресса, закон сообщающихся сосудов.
1654	Опыт по доказательству существования давления воздуха с магдебургскими полушариями (О. Герике).
1660	Р. Гук (Англия) установил закон пропорциональности между силой и деформацией (закон опубликован в 1678 г.).
1665	Установлено постоянство температуры кипящей воды (Х. Гюйгенс).
1666	Открытие диффракции света (Ф. Гримальди, Италия).
1668	Открыто явление дисперсии света (И. Ньютон).
1673	И. Ньютон построил первый зеркальный телескоп.
1676	Вышло сочинение Х. Гюйгенса «Маятниковые часы».
1680	Первое измерение скорости света (О. Ремер).
1685	Французский ученый Д. Папен изобрел паровой котел с рычажным предохранительным клапаном.
1687	Пуск водоподъемной установки в Марли.
	Вышел главный труд И. Ньютона «Математические начала натуральной философии», в котором были сформулированы три основных закона механики.
1698	Т. Севери получил английский патент на паровой водоподъемник.
1712	А. К. Нартов изобрел токарный станок с механическим суппортом.
1714	Немецкий физик Д. Фаренгейт предложил новую термометрическую шкалу.
ок. 1725	Возникновение теории теплорода (немецкий физик Х. Вольф).
1729	Введено разделение тел на проводники и непроводники (англичанин С. Грей).
1730	Открыты два рода электричества — «стеклянное» и «смоляное» (Ш. Дюфе, Франция).
	Р. Реомюром (Франция) предложена термометрическая шкала с современными постоянными точками термометра — температурой тающего льда и кипящей воды, обозначенными соответственно 0 и 80°.
1735	Отцом и сыном Маторинными отлит царь-колокол весом ок. 200 *т*.
1736	А. Цельсий (Швеция) разработал стоградусную термометрическую шкалу, на которой первоначально точка замерзания воды обозначалась 100°, а точка кипения 0°.

Годы	
1738	Д. Бернулли вывел основную теорему гидравлики, широко используемую при расчетах гидротурбин.
1745	П. Мушенбруком (Голландия) и независимо от него Э. Клейстом (Померания) изобретена лейденская банка.
	Установлена стоградусная шкала: 0° — точка замерзания, 100° — точка кипения воды.
1750	Венгерский ученый Я. Сегнер изобрел прибор, основанный на реактивном действии вытекающей воды.
	Опубликована работа М. В. Ломоносова «Размышления о причине теплоты и холода».
1752	Изучение американским ученым В. Франклином атмосферного электричества.
1754	М. В. Ломоносов построил и испытал «аэродромическую машинку» — прообраз современного вертолета.
1757	Открыты удельная теплота парообразования и плавления (Д. Блэк, Англия), сообщение об этом было опубликовано лишь в 1779 г.
1759	Открытие электростатической индукции (Ф. Эпинус, Россия).
1763	И. И. Ползунов создал первый проект паровой машины.
1766	Начало эксплуатации заводской паровой установки Ползунова.
1767	И. П. Кулибин построил часы яйцевидной формы с боем и театром-автоматом.
1769	Н. Кюньо (Франция) построил первую паровую самодвижущуюся повозку.
1778	Введены термины «плюс» и «минус» для обозначения положительного и отрицательного электрического заряда.
1781	Французский физик Ш. Кулон установил законы сухого трения.
1783	Первый полет монгольфьера (Франция).
	К. Д. Фролов спроектировал установку с водяным колесом диаметром 19,2 *м*.
1784	Д. Уаттом (Англия) построена паровая машина двойного действия, изобретен центробежный регулятор числа оборотов паровой машины.
	Построены чувствительные крутильные весы (Ш. Кулон).
1785	С помощью крутильных весов установлен закон взаимодействия электрических зарядов (закон Кулона).
1786	Л. Гальвани обнаружил явление «животного электричества».
	Построен первый барометр-анероид.
1787	Ж. Шарль (Франция) установил зависимость давления газа от температуры (закон Шарля).
1793	Во Франции К. Шаппом впервые построена линия семафорного оптического телеграфа.
1795	Англичанин Д. Брама изобрел гидравлический пресс.
1797	А. Вольта обнаружил существование контактной разности потенциалов.
1798	Г. Модслей (Англия) изобрел (независимо от А. Нартова) токарный станок с механическим суппортом.

1798	Г. Кавендиш экспериментально определил числовое значение гравитационной постоянной.
	Опыты Румфорда, опровергавшие теорию теплорода.
1799	А. Вольта создал гальванический элемент.
	Г. Дэви осуществил опыт с трением двух кусков льда, доказавший несостоятельность теории теплорода.
1800	Открыто явление электролиза.
	Английский ученый В. Гершель открыл в солнечном спектре инфракрасные лучи.
	Создана первая гальваническая батарея элементов — вольтов столб.
1801	Открытие принципа интерференции (Т. Юнг).
1802	Обнаружены ультрафиолетовые лучи (И. Риттер).
	В. В. Петров открыл явление электрической дуги.
	Ж. Гей-Люссак установил закон теплового расширения газов.
1806	П. Лаплас разработал теорию капиллярных явлений и установил закон, носящий его имя.
1807	Американским изобретателем Р. Фультоном построен первый практически пригодный пароход с гребными колесами.
	Английский физик Т. Юнг предложил термин «энергия» для обозначения кинетической энергии, которая называлась «живой силой».
1808	Открыто явление поляризации света (Э. Малюс, Франция).
1811	Закон Авогадро.
1813	Определение удельных теплоемкостей газов при постоянном давлении и постоянном объеме.
1814	Открытие линий поглощения в солнечном спектре (фраунгоферовы линии).
1815	Построен первый русский пароход «Елизавета».
1820	Г. Эрстед (Дания) открыл магнитное действие тока.
	Сформулировано правило для определения направления отклонения стрелки током («правило Ампера»).
	А. Ампер установил закон взаимодействия электрических токов.
	Установлен закон Био и Савара.
1821	Немецкий физик Т. Зеебек открыл явление термоэлектричества.
1823	Сжижение М. Фарадеем (Англия) некоторых газов (аммиака, хлора и др.).
1824	Анализ С. Карно (Франция) идеального кругового процесса (цикл Карно).
1825	Открыта первая железная дорога (Англия).
	В. Стерджен (Англия) построил первый электромагнит с железным сердечником.
1827	Немецкий физик Г. Ом установил основной закон электрического тока.
	Открыто явление движения микроскопических частиц, взвешенных в жидкости («броуновское движение»).
	Измерение скорости звука на Женевском озере (Колладон и Штурм).

1827	Открыта аберрация света (английский астроном Д. Брадлей).
1831	М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции.
1832	К. Гаусс предложил абсолютную систему единиц измерений физических величин с основными единицами: миллиметр, миллиграмм, секунда.
	Состоялась первая публичная демонстрация одномультипликаторного и шестимультипликаторного телеграфов П. Л. Шиллинга.
1833	Э. Х. Ленцем сформулирован закон, определяющий направление индуктированных токов.
1833—1834	Открытие законов электролиза (М. Фарадей).
1834	Е. А. и М. Е. Черепановы построили первый русский паровоз.
	Ж. Пельтье провел опыты, приведшие к открытию «явления Пельтье».
	Б. С. Якоби построил электродвигатель постоянного тока с непосредственным вращением якоря.
	М. Фарадей вводит термины: электрод, анод, катод, анион, катион, электролит, ион, электрохимический эквивалент.
1835	Открыто явление самоиндукции.
1836	Д. Даниэль (Англия) построил гальванический элемент, получивший название «элемента Даниэля».
1837	И. Е. Сафонов построил первую русскую гидравлическую турбину.
	Построена первая в России железная дорога общего пользования между Петербургом и Павловском (27 *км*).
1838	Б. С. Якоби изобрел гальванопластику.
	Э. Х. Ленц экспериментально доказал обратимость генераторного и двигательного режимов электрических машин.
	Начало испытаний на р. Неве первого в мире судна, приводимого в движение электродвигателем (электрический бот Якоби).
1839	Открытие фотографии (разработан процесс дагеротипии).
	Американцу И. Баббиту выдан патент на конструкцию подшипника, внутренняя часть которого покрывалась сплавом мягкого металла на оловянной основе.
1840	Изобретен цинко-угольный гальванический элемент, получивший широкое распространение (Р. Бунзен, Германия).
1842	Р. Майер (Германия) дал определение и количественную оценку механического эквивалента теплоты.
	Э. Х. Ленц установил количественные соотношения, имеющие место при нагревании проводника электрическим током — закон Джоуля — Ленца.
	Открыт акустический эффект Допплера — зависимость высоты тона от скорости движения источника звука.

1842—1848	Опытное определение Д. Джоулем (Англия) механического эквивалента теплоты.
1844	Начало практического использования электромагнитного телеграфа Морзе.
	Разработана электрическая схема, получившая название «мостик Уитстона».
1845	М. Фарадей открыл явление вращения плоскости поляризации света в магнитном поле.
1847	Сформулированы законы разветвленной электрической цепи (законы Кирхгофа).
1849	Установлен принцип Допплера (в оптике).
1850	Определение скорости света (И. Физо).
1852	Создание Б. С. Якоби буквопечатающего телеграфа пульсационного типа.
	Немецкий механик Г. Румкорф сконструировал индукционную катушку.
	М. Фарадей ввел понятие о магнитных и электрических силовых линиях.
	Проложен первый подводный кабель через Ла-Манш для телеграфной связи.
1855	Англичанину Д. Юзу выдан патент на буквопечатающий телеграф импульсного кода.
1857	В Петербурге основан Металлический завод, ставший в годы Советской власти крупнейшим поставщиком продукции энергетического машиностроения — паровых и гидравлических турбин для народного хозяйства страны.
1859	Г. Планте (Франция) построил первый свинцовый аккумулятор.
	Г. Кирхгоф и Р. Бунзен (Германия) разработали метод спектрального анализа.
1860	К. Максвелл установил закон распределения скоростей молекул.
	Французский изобретатель Ж. Ленуар построил первый, практически пригодный газовый двигатель внутреннего сгорания с к. п. д. до 4%.
1865	Проложен подводный кабель через Атлантический океан и установлена телеграфная связь между Европой и Америкой.
1866	К. Кундт разработал новый метод измерения скорости звука возбуждением стоячих волн в трубах.
1866—1867	Открыт принцип самовозбуждения динамо-машины.
1868	Ж. Лекланше (Франция) построил гальванический элемент, получивший название «элемента Лекланше».
	В спектре Солнца обнаружены новые линии, которые были приписаны новому элементу — гелию (французский астроном П. Жансен и английский астроном Н. Локьер).
1869	Создание Д. И. Менделеевым периодической системы химических элементов.
	Обнаружены катодные лучи (И. Гитторф).
1870	Бельгиец З. Грамм, работавший во Франции, построил электрический генератор с кольцевым якорем.
1871	К. Максвелл разработал электромагнитную теорию света.

Годы

1872 А. Г. Столетов произвел исследование магнитных свойств железа.

1873 А. Н. Лодыгин впервые в мире демонстрировал в Петербурге опыты уличного освещения лампами накаливания.

Я. Ван-дер-Ваальс вывел уравнение состояния газов.

1874 Проведены первые опыты передачи электроэнергии на расстояние (Ф. А. Пироцкий).

1875 Разработан проект первого стратостата с герметической кабиной (Д. И. Менделеев).

Открыто явление двойного лучепреломления (Д. Керр).

1876 Американец Г. Белл создал электрический телефон.

П. Н. Яблочков изобрел электрическую свечу и первые практически применявшиеся трансформаторы переменного тока с разомкнутой магнитной системой.

1877 Р. Пикте (Швейцария) и Л. Кальете (Франция) независимо друг от друга впервые осуществили сжижение постоянных газов (кислорода, азота, окиси углерода).

Т. Эдисон (США) построил фонограф.

Американский физик Э. Томсон изобрел стыковую контактную сварку сопротивлением.

1878 Немецкий конструктор Н. Отто построил четырехтактный газовый двигатель с к. п. д. 22%.

1880 Открыто явление гистерезиса.

Французскими учеными братьями Кюри открыт пьезоэффект в кристаллах кварца.

1881 На первом международном конгрессе электриков в Париже приняты абсолютные электромагнитная и электростатическая системы единиц.

А. Ф. Можайскому выдан патент на «воздухолетательный снаряд».

Н. И. Кибальчич разработал проект летательного аппарата с реактивным двигателем.

1882 Н. Н. Бенардос изобрел электрическую сварку с применением угольных электродов.

Поднялся в воздух первый в мире самолет Можайского.

И. Ф. Усагин демонстрировал применение переменного тока для освещения, электротермии и электропривода.

1883 Н. П. Петров открыл закон трения вязких жидкостей и обосновал гидродинамическую теорию смазки.

Г. Лаваль (Швеция) разработал активную одноступенчатую паровую турбину.

Т. Эдисон обнаружил явление термоэлектронной эмиссии («эффект Эдисона»).

П. М. Голубицкий изобрел микрофон с угольным порошком.

Электромагнитное реле впервые применено в качестве защитного аппарата.

И. Бальмер получил эмпирические формулы для спектра водорода.

1884 Ч. Парсонс (Англия) сконструировал многоступенчатую паровую реактивную турбину.

1885 Немецкий механик Г. Даймлер запатентовал установку бензинового двигателя на автомобиле.

Микрофон и телефон объединены в одну трубку (П. М. Голубицкий).

Обнаружены вихревые токи («токи Фуко»).

1886 Открыты анодные лучи (Э. Гольдштейн).

1887 Г. Герц впервые наблюдал явление фотоэффекта.

1888 Д. И. Менделеев предложил производить подземную газификацию углей.

Ф. А. Блиновым построен первый гусеничный трактор.

А. Г. Столетов исследовал фотоэлектрические явления и построил первый фотоэлемент.

М. О. Доливо-Добровольский изобрел систему трехфазного тока.

Н. Г. Славянов впервые применил разработанный им способ сварки металлов.

Н. Тесла (Сербия) получил патент на электродвигатель многофазного тока и построил двухфазный асинхронный электродвигатель.

1889 М. О. Доливо-Добровольский изобрел трехфазный трансформатор и трехфазный асинхронный электродвигатель.

1890 Пущена электростанция переменного (однофазного) тока в Царском Селе.

В. Г. Шухов сделал заявку на водотрубные котлы своей системы.

А. Н. Лодыгин получил патент на способ изготовления электрических ламп накаливания с металлической нитью, выполненной из тугоплавких металлов.

1891 М. О. Доливо-Добровольский построил первую трехфазную линию электропередачи.

1892 П. Д. Кузьминский построил первую газовую турбину.

В Киеве пущен первый в России электрический трамвай.

1893 Пущена первая в России электростанция трехфазного переменного тока, построенная инженером А. Н. Щенсновичем в г. Новороссийске.

Открыт закон распределения энергии в спектре испускания абсолютно черного тела (закон Вина).

1895 А. С. Попов изобрел беспроволочный телеграф и построил первый в мире радиоприемник.

К. Э. Циолковский впервые выдвинул идею создания искусственных спутников Земли.

П. Н. Лебедевым получены ультракороткие электромагнитные волны.

Братьями Люмьер (Франция) разработана конструкция киноаппарата для съемки и проекции движущихся фотографий, которая была названа кинематографом.

Построена машина для сжижения воздуха (К. Линде, Германия).

1895	Немецкий ученый В. Рентген открыл коротковолновое электромагнитное излучение, названное впоследствии рентгеновскими лучами.
	Установлена природа катодных лучей (Ж. Перрен).
1896	А. С. Попов передал первую в мире радиотелеграмму.
	Голландский физик П. Зееман открыл явление расщепления спектральных линий в магнитном поле («Эффект Зеемана»).
	Французский физик А. Беккерель открыл радиоактивность урана (термин «радиоактивность» предложен М. Склодовской-Кюри).
1897	А. С. Попов установил возможность радиолокации.
	К. Э. Циолковский построил первую в России аэродинамическую трубу.
	Английский физик Д. Томсон открыл электрон.
	В Германии по проекту Р. Дизеля построен первый двигатель с воспламенением от сжатия.
1898	М. Кюри и П. Кюри открыли радиоактивные элементы — полоний и радий.
	Осуществлено сжижение водорода (Д. Дьюар, Англия).
1899	Э. Резерфорд (Англия) обнаружил α- и β-лучи.
1900	М. Планк ввел понятие о световых квантах.
	П. Н. Лебедев установил давление света на твердые тела.
	А. С. Попов установил радиотелеграфную связь между островами Кутсало и Гогланд (45 *км*).
	Шведский инженер И. Бринелль разработал метод определения твердости металлов (метод Бринелля).
1901	Передача итальянским изобретателем Г. Маркони первых радиотелеграфных сигналов через Атлантический океан.
	Разработана система единиц МКС (практическая).
1902—1903	Составлены первые проекты метрополитена в Москве, отклоненные Городской думой.
1903	Опубликована статья К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами».
	Вышла работа С. А. Чаплыгина «О газовых струях», заложившая основы аэродинамики больших скоростей.
	На Сормовском заводе построен первый в мире теплоход.
	В Германии изобретена стыковая сварка оплавлением.
	Н. Н. Бенардосом изобретена точечная сварка.
1904	Д. А. Флемингом (Англия) построена двухэлектродная электронная лампа (диод).
1905	Работы А. Эйнштейна: частная теория относительности, закон фотоэлектрического эффекта, теория броуновского движения.
	Н. Е. Жуковский дал формулу для определения подъемной силы крыла самолета.
1907	На Петербургском Металлическом заводе изготовлена первая отечественная стационарная паровая турбина мощностью 200 *квт* на параметры пара 10 *ат* и 250° С.

1907 Б. А. Розинг получил патент на изобретенную им электронную систему телевидения.

Построена первая трехэлектродная электронная лампа (Ли де Форест), сыгравшая большую роль в развитии радио.

Французские конструкторы Бреге и Рише построили четырехвинтовой вертолет, впервые оторвавшийся от земли.

1908 Международная конференция электриков в Лондоне установила единицу сопротивления — международный ом.

Полет первого русского дирижабля мягкой системы.

Г. Камерлинг-Оннес получил жидкий гелий.

1910 Вступила в эксплуатацию наиболее мощная в дореволюционной России Мургайская гидроэлектростанция (1350 *квт*) у Гиндукушской плотины.

1911 Г. Е. Котельникову выдан патент на первый в мире ранцевый парашют.

Впервые осуществлена радиотелеграфная передача с самолета на землю.

Разработан электронно-лучевой (катодный) осциллограф для исследования форм кривых высоких напряжений.

Э. Резерфорд открыл атомное ядро, создал планетарную модель атома.

Открыто явление сверхпроводимости (Г. Камерлинг-Оннес).

Американский ученый Р. Милликен произвел непосредственное измерение заряда электрона

1912 Созданы камера Вильсона, счетчик Гейгера.

1913 Полет первого четырехмоторного самолета «Илья Муромец» (мощность двигателей 600 *л. с.*, скорость свыше $100 \frac{км}{ч}$).

Н. Бор опубликовал теорию излучения атома водорода.

Английский ученый Брэгг и русский ученый Ю. В. Вульф положили начало рентгеноструктурному анализу.

1914 Пущена первая очередь Богородской станции (ныне ГРЭС имени Р. Э. Классона) — первой в мире районной станции на торфе.

Вступила в эксплуатацию линия напряжением 70 *кв* «Электропередача» (Богородская тепловая электростанция) — Москва длиной 76 *км* с передаваемой мощностью 12 000 *ква*.

Н. Д. Папалекси построил первые русские трехэлектродные электронные лампы.

1916 Общая теория относительности А. Эйнштейна.

1918 Декретом СНК РСФСР в стране введена метрическая система мер.

Начало строительства Волховской ГЭС.

По указанию В. И. Ленина организована Нижегородская радиолаборатория.

1918 Основание Центрального аэрогидродинамического института в Москве (ЦАГИ).

1919 Начала работать в Нижнем Новгороде первая в мире передающая радиотелефонная станция на генераторных лампах.

М. А. Бонч-Бруевич создал первую в мире электронную лампу с водяным охлаждением анодов.

Американский металлург С. Роквелл разработал метод определения твердости металлов (метод Роквелла).

1920 14 ноября в деревне Кашино (под Москвой) в присутствии В. И. Ленина была открыта первая в стране сельская электростанция.

Создана Государственная комиссия по электрификации России (ГОЭЛРО).

Пущена временная Шатурская электростанция мощностью 5000 *квт*.

Выпущен первый советский авиационный двигатель жидкостного охлаждения (200 *л. с.*).

Открыты изотопы у стабильных элементов (Ф. Астон, Англия).

Произведено непосредственное измерение скоростей молекул (О. Штерн).

1921 Разработка В. П. Вологдиным первого высоковольтного стеклянного ртутного выпрямителя.

1922 Пущена первая очередь Каширской ГРЭС с установленной мощностью 12 000 *квт* — первая станция на подмосковном угле.

Пуск линии электропередачи на 110 *кв* Кашира — Москва.

Испытан первый советский самолет моноплан АНТ-1.

Вступила в эксплуатацию Шаболовская радиостанция с башней Шухова; мощность станции в антенне 12 *квт*.

1923 Выпущена первая партия советских газополных ламп.

Открыто явление изменения длины волны рентгеновских лучей в результате рассеяния их электронами (эффект Комптона).

Получение и исследование А. А. Глаголевой-Аркадьевой наиболее коротких радиоволн (0,082—50 *мм*).

1924 Построен и испытан первый в мире магистральный тепловоз мощностью 1000 *л. с.*, сконструированный Я. М. Гаккелем.

Ленинградский Металлический завод построил первую после 1916 г. стационарную паровую турбину мощностью 2000 *квт* на параметры пара 12 *ат* и 300° С, положив начало советскому паротурбостроению.

На Харьковском паровозном заводе создан первый советский трактор.

Испытан первый советский пассажирский самолет.

Началось производство отечественных автомобилей.

Начат отпуск теплоты первым потребителям по подземному теплопроводу длиной 450 *м* (Ленинград, 3-я ГРЭС).

1925 Пущена Нижегородская (ныне Горьковская) ГРЭС — одна из крупнейших в мире торфяных электростанций.

На Шатурской ГРЭС установлен турбогенератор мощностью 16 000 *квт* — для того времени крупнейший в Союзе.

Первый групповой перелет Москва — Пекин на самолетах Р-1.

У электрона обнаружен магнитный и механический момент — спин (Г. Юленбек и С. Гаудсмит).

Швейцарский физик В. Паули сформулировал один из важнейших принципов современной теоретической физики, принцип Паули.

Открытие волновых свойств у электронов и атомов (де-Бройль).

1926 Открыта первая в СССР электрическая пригородная железная дорога Баку — Сабунчи — Сураханы.

Пущен первенец советского гидростроительства — Волховская ГЭС.

Изготовлена первая партия советской вольфрамовой нити для ламп накаливания.

Пущена Штеровская ГРЭС, на которой впервые было освоено сжигание антрацитового штыба.

В. Кеезом получил твердый гелий.

Пущены первые в СССР дуговые сталеплавильные печи.

1927 Начато строительство Днепровской и Нижне-Свирской ГЭС.

В. Гейзенберг сформулировал соотношение неопределенностей.

Обнаружена диффракция электронов при их отражении от металлов (К. Дэвидссон и Л. Джермер, США).

1928 В СССР начато промышленное применение сушки инфракрасными лучами.

На Московском электроламповом заводе впервые в СССР организовано производство газосветных трубок тлеющего разряда.

Г. С. Ландсберг, Л. И. Мандельштам и независимо от них Ч. Раман открыли комбинационное рассеяние света.

1929 Пущена первая в Союзе автоматическая телефонная станция в Ростове-на-Дону.

В Москве открыта первая линия для передачи фототелеграмм.

А. Ф. Шорин построил первый советский буквопечатающий телеграфный аппарат.

В Ленинграде открылся первый в стране звуковой кинотеатр.

1930 Ф. А. Цандером построен первый в мире реактивный двигатель.

Завод имени Казицкого изготовил первый супергетеродинный приемник.

Пущен Волгоградский тракторный завод.

В СССР изобретен радиозонд (А. П. Молчанов), ставший одним из основных средств исследования атмосферы.

1930 Советский изобретатель Л. А. Кубецкий подал авторскую заявку на электронный умножитель.

Открыта планета Плутон американским астрономом К. Томбоу.

Создан первый циклотрон (Э. Лоуренс, США).

Ленинградский Металлический завод изготовил по чертежам фирмы «Метрополитен-Виккерс» первую турбину мощностью 24 000 *квт* с параметрами пара 26 *ат* и 375° С, положив начало развитию крупного отечественного паротурбостроения.

1931 Выполнен по основным показателям план по электрификации России (план ГОЭЛРО).

Пущены Харьковский тракторный завод, Московский автозавод.

В СССР начаты первые опытные передачи телевидения.

Начало серийного выпуска в СССР магистральных тепловозов.

На Ижорском заводе изготовлен первый советский блюминг.

1932 Введена в эксплуатацию Днепровская ГЭС имени В. И. Ленина.

Завод «Электросила» изготовил гидрогенератор мощностью 77 500 *ква* для Днепровской ГЭС.

Вступили в строй Горьковский автомобильный завод и подшипниковый завод в Москве.

Построен первый электронный микроскоп.

К. К. Хреновым разработан способ подводной электродуговой сварки и резки металлов.

Вступила в эксплуатацию первая в СССР автоматизированная ГЭС (Ереван).

Д. Д. Иваненко и В. Гейзенберг создали протонно-нейтронную теорию строения атомного ядра.

Английским физиком Д. Чедвиком открыт нейтрон.

Американский физик К. Андерсон в составе космических лучей открыл позитрон (в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле).

Открыт изотоп водорода с массовым числом 2 (тяжелый водород, или дейтерий).

1933 Пущены Челябинский тракторный завод, Уральский завод тяжелого машиностроения.

Построена первая в Союзе линия электропередачи 220 000 *в* Ленинград—Свирь.

Построен цельнометаллический самолет — моноплан АНТ-25 (РД), на котором было установлено несколько мировых рекордов дальности полета.

Советский стратостат «СССР-1» поднялся на высоту 18 780 *м*.

В Москве вступила в эксплуатацию самая мощная в мире радиовещательная станция им. Коминтерна мощностью 500 *квт*.

Первый пуск советской ракеты на жидком топливе.

Введен в эксплуатацию Беломорско-Балтийский канал.

1934 Стратостат «Осоавиахим» достиг высоты 22 000 *м*.

Советский физик И. Е. Тамм впервые указал, что всем типам взаимодействий элементарных частиц должны соответствовать определенные кванты поля, излучаемые взаимодействующими частицами.

П. А. Черенков открыл принципиально новый тип свечения, названный впоследствии эффектом Вавилова — Черенкова.

1935 Введена в эксплуатацию длиннейшая в Европе высокочастотная телеграфно-телефонная магистраль Москва — Хабаровск.

Открыто движение по линиям первой очереди Московского метрополитена.

В. П. Вологдиным разработан метод индукционной поверхностной закалки токами высокой частоты.

Получена самая низкая для того времени температура (0,0044° К) при размагничивании парамагнитной соли (Де-Гааз).

Японский физик Х. Юкава предсказал существование квантов поля ядерных сил — мезонов и правильно оценил их массу.

1936 Американские физики К. Андерсон и С. Неддермайер обнаружили с помощью камеры Вильсона заряженные элементарные частицы, которые впоследствии были названы мю-мезонами.

1937 Сдан в эксплуатацию канал Москва — Волга (ныне канал им. Москвы).

Полет группы советских самолетов на Северный полюс.

На Ново-Краматорском машиностроительном заводе изготовлен первый советский слябинг.

Беспосадочные перелеты самолета АНТ-25 Москва — Портленд (США) через Северный полюс (экипаж В. П. Чкалова) и Москва — Сан-Джасинто (США) (экипаж М. М. Громова).

На Ленинградском Металлическом заводе изготовлена турбина мощностью в 100 тыс. *квт*.

Завод «Электросила» изготовил турбогенератор мощностью 100 тыс. *квт*.

В СССР начато производство биспиральных вольфрамовых ламп накаливания.

1938 Открыто явление сверхтекучести жидкого гелия (П. Л. Капица).

1939 Построена первая в СССР радиолокационная установка.

Пущена первая в мире автоматическая линия из агрегатных и полуавтоматических станков И. П. Иночкина на Волгоградском тракторном заводе.

Построен Большой Ферганский канал.

Завод «Электросила» изготовил рекордный по параметрам гидрогенератор мощностью 68 750 *ква* для Рыбинской ГЭС.

1939 Перевод на автоматизированную работу восьми гидроэлектростанций и пяти насосных установок на канале им. Москвы.

Построен первый советский микроскоп.

Разработан отечественный способ сварки под флюсом в его современной форме.

О. Ган, Ф. Штрассман и Л. Мейтнер открыли реакцию деления ядер урана-235 тепловыми нейтронами, которая легла впоследствии в основу промышленного производства атомной энергии.

1940 Открытие спонтанного деления тяжелых ядер (Г. Н. Флеров и К. А. Петржак).

1941 Д. Д. Максутовым создан менисковый телескоп.

В Швейцарии построен первый газотурбовоз на жидком топливе.

1942 В СССР совершен первый в мире полет на самолете с жидкостно-реактивным двигателем.

Восстановленная Волховская ГЭС начала передавать ток в осажденный Ленинград.

Итальянский физик Э. Ферми построил в Чикаго первый атомный реактор, в котором в качестве замедлителя нейтронов использовался графит, а в качестве горючего — уран.

Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси на основе теоретических расчетов показали возможность применения существующей радиолокационной аппаратуры для посылки импульсов и приема отраженных сигналов от Луны.

1943 Б. Р. и Н. И. Лазаренко изобрели электроискровой способ обработки металлов.

1944 Уральский автозавод выпустил первый автомобиль.

1945 В Москве организовано производство люминесцентных осветительных ламп.

1946 Завод «Электросила» изготовил турбогенератор мощностью 100 000 *квт* с водородным охлаждением.

Выпущена турбина мощностью в 100 000 *квт* при 3000 $\frac{об}{мин}$, рассчитанная на давление пара в 90 *ат*.

Окончено строительство первого в стране дальнего газопровода Саратов — Москва.

Впервые осуществлена радиолокация Луны (США, Венгрия).

Вступил в строй Липецкий тракторный завод.

В СССР изготовлен первый в мире экспериментальный прямоточный паровой котел производительностью 12 $\frac{т}{ч}$ на сверхвысокие параметры пара 300 *ат* и 600° С.

В СССР, США и Англии начали создаваться ускорители (бетатрон, фазотрон, синхрофазотрон, линейный ускоритель), ускоряющие протоны и электроны до энергий больше миллиарда электронвольт.

1947 Пуск в промышленную эксплуатацию первого и второго агрегатов восстановленной Днепровской ГЭС имени В. И. Ленина.

Английские физики С. Поуэлл, Д. Оккиалини, Ч. Латтес обнаружили положительно и отрицательно заряженные элементарные частицы, получившие название пи-мезонов.

Открыты К-мезоны (Г. Рачестер и Батлер, Англия), заряженные сигма-гипероны (Леви-Сети и др., Италия).

1949 Опубликовано сообщение ТАСС об испытании в СССР атомной бомбы.

Вступил в эксплуатацию Минский тракторный завод.

В СССР вступила в эксплуатацию опытно-промышленная электропередача постоянного тока мощностью 200 *квт* длиной 112 *км* (Кашира — Москва).

На ТЭЦ Всесоюзного теплотехнического института пущен экспериментальный паровой котел на сверхвысоких параметрах пара (300 *ат* и 600° С).

Вторая ступень двухступенчатой ракеты для исследования высоких слоев атмосферы «Бампер» (США) достигла высоты 380 *км*.

Завод «Электросила» изготовил крупнейший в мире гидрогенератор мощностью 103 500 *ква* для восстановленной Днепровской ГЭС.

На Уралмаше изготовлен первый в стране шагающий экскаватор с объемом ковша 14 $м^3$.

Сдан в эксплуатацию автоматический завод по производству поршней автомобильных двигателей.

Английские ученые А. Карлсон, Т. Хупер и Д. Кинг с помощью синхроциклотрона обнаружили нейтральные пи-мезоны.

1951 Группа английских физиков обнаружила в космическом излучении нейтральные гипероны.

1952 Вступила в действие первая в мире линия электропередачи напряжением 380 *кв*, протяженностью 960 *км* и мощностью 350 000 *квт* (Швеция).

Вступили в строй Волго-Донской канал имени В. И. Ленина и Цимлянская ГЭС.

Ленинградский Металлический завод выпустил конденсационную одновальную паровую турбину мощностью 150 000 *квт* при 3000 $\frac{об}{мин}$ на паре 170 *ат* и 550° С с промежуточным перегревом до 520° С.

1953 На заводе «Электросила» изготовлен турбогенератор мощностью 150 000 *квт*, 3000 $\frac{об}{мин}$.

Изготовлен опытный образец восьмиосного электровоза мощностью 4060 *квт*.

Опубликовано Правительственное сообщение об испытаниях водородной бомбы в Советском Союзе.

1954 Французские исследователи Ж. Гуо и П. Вильм погрузились в Атлантическом океане на глубоководном судне — батисфере — на рекордную глубину 4050 *м*.

1954 Завод «Электросила» изготовил крупнейший в мире гидрогенератор максимальной мощностью 123 500 *ква* для Волжской ГЭС им. В. И. Ленина.

Пущена в эксплуатацию первая в мире электростанция мощностью 5000 *квт*, работающая на атомной энергии (СССР).

В СССР изготовлены опытные образцы магистральных электровозов однофазного тока (50 *гц*, 20 *кв*, 2400 *квт*).

При исследовании космического излучения обнаружен кси-минус-гиперон (К. Коуэн, США).

1955 Волжская ГЭС им. В. И. Ленина дала промышленный ток.

Открыт Ленинградский метрополитен.

На Первом государственном подшипниковом заводе в Москве вступил в эксплуатацию автоматический цех по производству подшипников качения.

Запорожский трансформаторный завод изготовил трансформатор мощностью $3 \times 123\,000 = 370\,000$ *ква* на 400 *кв*.

Создан крупнейший серийно строящийся вертолет ЯК-24, рассчитанный на перевозку до 4 *Т* груза (СССР).

1956 Окончено строительство двух цепей линии электропередачи 400 *кв* Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва — Южной протяженностью 813 *км* (30 апреля) и Северной протяженностью 890 *км* (1 декабря).

Вошли в строй Горьковская ГЭС, первые гидроагрегаты Иркутской ГЭС.

Выпущен первый отечественный пассажирский тепловоз ТЭ-7 с конструктивной скоростью 140 $\frac{км}{ч}$.

Введена в строй первая очередь газопровода Ставрополь — Москва протяженностью 1300 *км*.

Вступил в эксплуатацию первый трансатлантический телефонный кабель между Европой и Америкой протяженностью 4200 *км*.

Организован Объединенный институт ядерных исследований в г. Дубна.

Горьковский автозавод начал выпускать автомобиль «Волга».

На авиалиниях страны началась эксплуатация реактивных пассажирских самолетов ТУ-104.

Английские физики получили наиболее низкую температуру (0,00002° К).

1957 Пущен в эксплуатацию синхрофазотрон на 10 млрд. электронвольт (СССР).

Опубликовано постановление «О присуждении Ленинских премий за наиболее выдающиеся работы в области науки и техники». Ленинские премии присуждены:

Завойскому Л. А. — за открытие и изучение парамагнитного резонанса;

Туполеву А. Н. — за создание скоростного реактивного пассажирского самолета ТУ-104;

Годы

1957 группе конструкторов и производственников станкостроительной и подшипниковой промышленности за создание комплексного автоматического цеха по производству массовых подшипников на Первом государственном подшипниковом заводе;

Патону Б. Е. и группе научных работников и инженеров — за создание и внедрение в тяжелое машиностроение электрошлаковой сварки;

Иоаннисиани Б. К. — за разработку конструкции новых астрономических инструментов;

Блохинцеву Д. И., Доллежалю Н. А., Красину А. К., Малых В. А. — за создание первой атомной электростанции в СССР, и ряду других работников.

В СССР создана межконтинентальная баллистическая ракета.

4 октября запущен первый в мире искусственный спутник Земли.

Крупнейшая в мире Волжская гидроэлектростанция им. В. И. Ленина введена в строй на полную мощность.

3 ноября произведен запуск второго искусственного спутника Земли.

Построен самый крупный в мире турбовинтовой скоростной пассажирский самолет ТУ-114.

На Минском автозаводе изготовлена первая партия 40-тонных самосвалов «МАЗ-530».

Исследовательский корабль Академии наук СССР «Витязь» открыл в Марианской впадине наибольшую известную до 1957 года глубину — 10 990 *м*.

Вступила в строй первая в мире Шатская подземно-газовая электростанция мощностью 24 000 *квт*.

1958 Опубликовано постановление «О присуждении Ленинских премий за наиболее выдающиеся работы в области науки и техники». Ленинские премии присуждены:

Арцимовичу Л. А., Леонтовичу М. А. и группе сотрудников Института атомной энергии Академии наук СССР — за исследование мощных импульсных разрядов в газе для получения высокотемпературной плазмы;

Боголюбову Н. Н. — за разработку нового метода в квантовой теории поля и статистической физике, приведшего, в частности, к обоснованию теории сверхтекучести и теории сверхпроводимости;

Эмануэлю Н. М. — за исследование свойств и особенностей цепных реакций;

Костенко М. П., Веникову В. А. — за создание электродинамических моделей для практических исследований мощных энергосистем, линий сверхдальних электропередач, энергоустановок и аппаратуры электрических станций;

Герасимову Ф. М., Чехматаеву Д. П. — за разработку методов изготовления прецизионных дифракционных решеток;

Гуменнику Я. Я., Ковальчуку М. С. — за создание скоростного проходческого комбайна «ПКГ»;

Бардину И. П. — руководителю работ и группе работников — за создание первых промышленных установок непрерывной разливки стали, и ряду других работников.

Годы

1958 Ленинградский Металлический завод изготовил крупнейшую в Европе паровую турбину ПВК-200 мощностью 200 тыс. *квт*.

Одноступенчатая геофизическая ракета (СССР) достигла высоты 473 *км*; общий вес научной аппаратуры составлял 1520 *кГ*.

Произведен запуск третьего советского искусственного спутника Земли.

Полностью завершено строительство Куйбышевской ГЭС; ей присвоено название «Волжская гидроэлектростанция имени В. И. Ленина».

В СССР вступила в строй первая очередь атомной электростанции электрической мощностью 100 тыс. *квт* (полная электрическая мощность станции будет доведена до 600 тыс. *квт*).

Пущены в эксплуатацию первые гидроагрегаты Волгоградской ГЭС.

Обнаружен на опыте (в фотоэмульсии) первый антигиперон — анти-лямбда-нуль.

1959 В СССР запущена (2 января) космическая ракета, ставшая первой искусственной планетой Солнечной системы.

Опубликовано постановление «О присуждении Ленинских премий за наиболее выдающиеся работы в области науки и техники». Ленинские премии присуждены:

Басову Н. Г., Прохорову А. М. — за разработку нового принципа генерации и усиления радиоволн (создание молекулярных генераторов и усилителей);

Векслеру В. И., Минцу А. Л. и ряду других ученых — за создание синхрофазотрона на 10 млрд. электронвольт;

Вукаловичу М. П., Кириллину В. А., Шейндлину А. Е. — за теоретические и экспериментальные исследования теплофизических свойств воды и водяного пара при высоких параметрах;

Ковалеву Н. Н. и другим конструкторам Ленинградского Металлического завода — за создание мощной поворотнолопастной гидротурбины для Волжской гидроэлектростанции им. В. И. Ленина;

Новикову М. Л. — за создание зубчатых передач с новым зацеплением, и ряду других работников.

Введен в строй газопровод Серпухов — Ленинград длиной 806 *км*.

Экспериментально обнаружены элементарные частицы — нейтральный каскадный кси-гиперон (Альварец и др., США) и сигма-нуль-гиперон.

4 октября запущена автоматическая межпланетная станция, сфотографировавшая невидимую с Земли сторону Луны.

Советским летчиком В. С. Ильюшиным на реактивном самолете установлен мировой рекорд высоты полета — 28 852 *м*.

Советским летчиком Г. К. Мосоловым установлен абсолютный мировой рекорд скорости полета — 2388 $\frac{км}{ч}$.

Годы	
1959	12 сентября окончено строительство первого в мире атомного ледокола «Ленин».
1960	Проведены успешные испытания сверхмощных многоступенчатых баллистических советских ракет, предназначенных для запуска тяжелых спутников Земли и космических полетов.

Американский батискаф под управлением Ж. Пикара установил мировой рекорд погружения, опустившись в океан на глубину 10,9 *км*.

Группа физиков Объединенного института ядерных исследований (СССР), возглавляемая Ван Ган-чаном и В. И. Векслером, открыла элементарную частицу — антисигма-минус-гиперон.

Итальянские физики Э. Амальди, К. Кастаньоли и А. Манфредини открыли элементарную частицу — антисигма-плюс-гиперон.

Опубликовано постановление «О присуждении Ленинских премий за наиболее выдающиеся работы в области науки и техники». Ленинские премии присуждены:

Вернову С. Н., Чудакову А. Е., Пушкову Н. В., Долгинову Ш. Ш. — за открытие и исследование внешнего радиационного пояса Земли и исследование магнитного поля Земли и Луны;

Лейпунскому А. И. и другим — за научные исследования физики ядерных реакторов на быстрых нейтронах;

Фоку В. А. — за исследования по квантовой теории поля;

Четаеву Н. Г. — за работы по устойчивости движения и аналитической механике;

Пономареву С. Д. и другим — за научный труд «Расчеты на прочность в машиностроении»;

Цыпкину Я. З. — за работы по теории импульсных и релейных автоматических систем;

Фейнбергу С. М. и другим — за создание комплекса исследовательских водо-водяных реакторов ВВР-2, ВВР-С и ИРТ;

Ильюшину С. В., Ивченко А. Г., Коккинаки В. К. и другим — за разработку и создание пассажирского самолета «ИЛ-18»;

Улитовскому А. В. и другим — за разработку метода получения тонких и сверхтонких металлических нитей непосредственно из жидкой фазы;

Бакирову А. А. и другим — за открытие и разведку крупнейшего в СССР Газлинского месторождения природного газа, и ряду других работников.

15 мая в СССР запущен первый космический корабль-спутник.

Во Франции спущено на воду самое большое пассажирское судно «Франция» длиной 315,5 *м* и наибольшей шириной 33,7 *м*.

Первый турбогенератор мощностью 100 тыс. *квт* одной из крупнейших тепловых электростанций страны — Троицкой ГРЭС — дал промышленный ток.

1960

Коломенский тепловозостроительный завод построил первый советский газотурбовоз мощностью 3500 *л. с.*

Харьковский завод транспортного машиностроения выпустил опытный образец пассажирского тепловоза ТЭ-11 мощностью 3000 *л. с.*

Запорожский трансформаторный завод начал серийное изготовление двухобмоточных трансформаторов мощностью 135 тыс. *ква* с напряжением высокой обмотки 525 *кв.*

На Харьковском заводе тяжелого машиностроения изготовлен турбогенератор ТГВ-200 мощностью 200 тыс. *квт* с водородным охлаждением обмоток статора и ротора.

Советским летчиком Б. М. Адриановым установлен мировой рекорд скорости полета самолета по 100-километровому замкнутому маршруту — 2091,34 $\frac{км}{ч}$.

В июне произведен запуск одноступенчатой баллистической геофизической ракеты на высоту 208 *км*; вес научно-исследовательской аппаратуры (вместе с совершившими полет двумя собаками и кроликом) 2100 *кГ*.

Первый силовой агрегат Бухтарминской ГЭС на Иртыше дал промышленный ток.

19 августа на орбиту спутника Земли запущен второй космический корабль.

Ленинградский Металлический завод выпустил первую гидротурбину для Братской ГЭС мощностью 225 тыс. *квт* — самую мощную в мире радиально-осевую турбину.

На Уральском турбомоторном заводе построена крупнейшая в стране теплофикационная паровая турбина мощностью 50 тыс. *квт*.

В Ленинграде изготовлено зеркало диаметром 2,6 *м* и весом 4 *Т* для телескопа, установленного в Крыму, недалеко от Бахчисарая.

Одиннадцатая Генеральная конференция по мерам и весам приняла новое определение метра как длины, равной 1650763,73 длины волны излучения в вакууме, соответствующего оранжевой линии спектра изотопа криптона с атомным весом 86; определение метра, основанное на международном прототипе, было отменено.

Под Москвой началось сооружение башни высотой свыше пятисот метров для телевизионного центра — самой высокой башни в мире.

В США построен новый ускоритель ядерных частиц — синхротрон на 30 миллиардов электронвольт.

Пущена на полную мощность первая в стране крупная гидроэлектростанция открытого типа — Кременчугская ГЭС.

На Николаевском судостроительном заводе спущено на воду судно «Советская Россия» водоизмещением 44 900 *Т*, длиной 217,8 *м* — флагман китобойной флотилии.

Вошла в строй одна из крупнейших газовых магистралей страны — газопровод Дашава — Минск протяженностью 665 *км*.

1960 В Киеве вступил в строй метрополитен.

1 декабря в Советском Союзе осуществлен запуск третьего космического корабля на орбиту спутника Земли.

На Волгоградской ГЭС введен в действие двадцать первый агрегат; станция стала самой мощной (2415 тыс. *квт*) в мире (проектная мощность станции составляет 2530 тыс. *квт*, она будет достигнута после установки двадцать второго, экспериментального, гидроагрегата).

На Ленинградском Металлическом и Харьковском турбинном заводах изготовлены первые паровые турбины на параметры пара 240 *ат* и 580° С мощностью 300 тыс. *квт* — крупнейшие в мире одновальные агрегаты на 3000 $\frac{об}{мин}$.

1961 4 февраля в СССР осуществлен запуск тяжелого искусственного спутника Земли.

12 февраля в СССР выведен на орбиту второй тяжелый искусственный спутник Земли, с которого стартовала к планете Венера автоматическая межпланетная станция.

В период солнечного затмения (15 февраля) осуществлен запуск серии геофизических ракет, поднимавших высотные автоматические геофизические станции.

Закончен монтаж крупнейшего в Европе телескопа-рефлектора с зеркалом диаметром 2,6 *м* (Крымская астрофизическая обсерватория).

В Советском Союзе выведены на орбиту вокруг Земли и по команде совершили посадку в заданном районе четвертый (9 марта) и пятый (25 марта) корабли-спутники.

12 апреля космический корабль «Восток» с первым в мире космонавтом Ю. А. Гагариным на борту впервые в истории совершил полет вокруг Земли и благополучно вернулся на Землю, открыв новую эру в развитии человечества.

Опубликовано постановление «О присуждении Ленинских премий за наиболее выдающиеся работы в области науки и техники». Ленинские премии присуждены:

Иоффе А. Ф. — за теоретические и экспериментальные исследования свойств полупроводников и разработку теории термоэлектрических генераторов;

Ильину Г. Д. и другим — за открытие и разведку крупных газоконденсатных месторождений в Краснодарском крае;

Неклюдову Г. И. и группе специалистов и рабочих — за создание и внедрение автоматизированного оборудования для производства часов;

Герценбергу Г. Р. — за разработку и внедрение автоматических регуляторов возбуждения сильного действия для мощных гидрогенераторов и синхронных компенсаторов, и ряду других работников.

Советский летчик Г. К. Мосолов на реактивном самолете достиг высоты 34 200 *м*, установив абсолютный мировой рекорд высоты полета.

5 мая в США запущена ракета с пилотом А. Шеппардом на борту; максимальная высота полета — 180 *км*, ско-

1961

рость — 8800 $\frac{км}{ч}$, продолжительность — 15 *мин*, дальность — 500 *км*.

В Советском Союзе произведена радиолокация планеты Венера, позволившая оценить период ее вращения вокруг своей оси, уточнить значение астрономической единицы (оно оказалось равным 149 457 тыс. *км*).

В Объединенном институте ядерных исследований вступил в строй импульсный атомный реактор на быстрых нейтронах.

Началось строительство крупнейшей подземной магистрали — газопровода Газли — Урал, длина двух ниток которого составит 4464 *км*.

Для железнодорожных линий, электрифицируемых на переменном токе промышленной частоты, построена первая советская опытная электросекция с мощными полупроводниковыми (кремниевыми) выпрямителями.

На Харьковской тепловой электростанции № 3 начался монтаж самой мощной в мире (50 тыс. *квт*) газотурбинной установки.

Дал промышленный ток первый турбогенератор мощностью 150 тыс. *квт*, установленный на Назаровской ГРЭС.

Опубликовано сообщение об открытии в США нового химического элемента (предположительное название — лоуренсий) с периодом полураспада около 8 *сек*.

6 августа произведен запуск на орбиту спутника Земли космического корабля «Восток-2», пилотируемого летчиком-космонавтом Титовым Г. С., после завершения программы полета, рассчитанной на 25 часов, корабль приземлился.

Завершены работы по сооружению самой мощной в мире Волгоградской гидроэлектростанции, которой присвоено имя: Волжская ГЭС имени XXII съезда КПСС; станция сдана в эксплуатацию.

На турбовинтовом вертолете «МИ-6» установлен мировой рекорд скорости полета вертолета — 320 $\frac{км}{ч}$.

В СССР построено первое в мире морское судно на подводных крыльях — пассажирский теплоход «Мир» на 92 пассажира.

Вступила в строй крупнейшая в мире электрифицированная магистраль Байкал — Москва протяженностью почти 5,5 тыс. *км*.

Закончен монтаж первых гидроагрегатов Братской ГЭС.

В Институте теоретической и экспериментальной физики Академии наук СССР запущен ускоритель протонов на 7 млрд. *эв*, четвертый в мире по величине энергии, сообщаемой частицам.

На советском винтокрыле (летательном аппарате, сочетающем качества вертолета и самолета) с двумя турбовинтовыми двигателями общей мощностью 11 400 *л. с.* установлен мировой рекорд скорости для аппаратов такого типа — 336 $\frac{км}{ч}$.

УКАЗАТЕЛЬ ТАБЛИЦ

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
	Меры и единицы измерений физико-технических величин. Условные графические обозначения	
1	Латинский и греческий алфавиты	29
2	Римские цифры	—
3	Часто встречающиеся латинские и греческие названия числительных	30
4	Образование кратных и дольных единиц измерения	—
5	Буквенные обозначения основных физических и общетехнических величин	31
6	Буквенные обозначения основных физических и общетехнических единиц измерений	34
7	Метрические меры	36
8	Системы механических единиц	38
9	Системы механических единиц. Основные и производные единицы	39
10	Размерности и единицы измерений механических величин	44
11	Важнейшие внесистемные механические единицы	45
12	Меры времени	47
13	Соотношение между единицами времени	—
14	Соотношение между единицами массы	48
15	Соотношение между единицами силы	—
16	Соотношение старых русских и встречающихся зарубежных мер с метрическими	49
17	Соотношение между единицами давления	50
18	Соотношение между единицами работы (энергии)	51
19	Соотношение между единицами мощности	—
20	Акустические величины и единицы	52
21	Единицы измерения тепловых величин	54
22	Внесистемные тепловые единицы, основанные на калории	56
22а	Система единиц МКСГ	572
23	Электрические и магнитные единицы	57
24	Наименования и определения единиц системы МКСА	60

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
25	Единицы измерения электрических и магнитных величин в системе СГСЭ	62
26	Единицы измерения электрических и магнитных величин в системе СГСМ	64
27	Соотношение между электромагнитными единицами различных систем	65
28	Световые единицы	66
28а	Международная система единиц	572
29	Единицы рентгеновского и гамма-излучений и радиоактивности	67
30	Единицы измерения в атомной физике	—
31	Физические константы и часто встречающиеся величины	68
32	Условные обозначения, наносимые на шкалы электроизмерительных приборов	70
33	Условные графические обозначения в электрических схемах	72
34	Условные графические изображения приборов в схемах автоматизации	79
35	Условные графические обозначения в схемах радиотехники	80
36	Условные графические обозначения в теплотехнических схемах	87
37	Классы точности приборов	88
	I раздел	
	Таблицы физических величин	
	Механика	
38	Плотность твердых веществ	89
39	Плотность жидкостей	91
40	Плотность жидких металлов	—
41	Плотность воды при различных температурах	92
42	Плотность водных растворов веществ при 15° С	93
43	Плотность газов в жидком состоянии	—
44	Плотность газов и паров	94
45	Объемный вес материалов и продуктов	—
46	Вес транспортных машин и вагонов	95
47	Скорости, встречающиеся в технике	96
48	Скорости движения тракторов	97
49	Максимальная скорость транспортных машин	—
50	Время нахождения в пути поездов и самолетов	98
51	Парашютный прыжок. Максимальная скорость падения парашютиста и время ее наступления	98
52	Значения горизонтальной и вертикальной скоростей парашютиста при оставлении им самолета и при падении	99
53	Мировые рекорды скорости	—

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
54	Рекорды скорости и характеристики рекордных автомобилей	100
55	Космические скорости	—
56	Значения скорости освобождения для планет и Луны	101
57	Скорости в области микромира	—
58	Скорости движения в животном мире	102
59	Рекорды мира и СССР в легкоатлетическом беге и в беге на коньках	103
60	Скорости вращательного движения, встречающиеся в технике	104
61	Ускорения	105
62	Ускорение силы тяжести на различной географической широте	106
63	Ускорение автомобилей	107
64	Средние ускорения рекордно-гоночных автомобилей	—
65	Разгон автомобилей при движении с места	—
66	Разгон легковых автомобилей при движении	108
67	Тормозной путь автомобилей при движении по сухому ровному асфальтовому покрытию	—
68	Путь свободного качения автомобилей по инерции	—
69	Тормозной путь мотоциклов	109
70	Тяговые усилия, развиваемые машинами	—
71	Тяговые усилия, развиваемые тракторами	—
72	Силы, действующие при обработке материалов	110
73	Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин	—
74	Коэффициент резания металлов	111
75	Давления, встречающиеся в технике	—
76	Давление колес автомобилей на поверхность дороги	112
77	Разряжения, встречающиеся в технике и природе	—
78	Давление в цилиндре двигателя внутреннего сгорания	113
79	Давление газа в турбореактивном двигателе	—
80	Вес, опорные площади и давление на землю гусеничных тракторов	114
81	Показания барометра в зависимости от высоты над уровнем моря	—
82	Коэффициент трения скольжения (при сухих поверхностях)	—
83	Коэффициент трения скольжения (при смазанных поверхностях)	116
84	Примерное значение коэффициента трения скольжения для пластмасс, применяемых в машиностроении	—

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
85	Коэффициент трения качения	117
86	Коэффициент трения скольжения подшипников в буксах вагонов	—
87	Буксы с роликовыми подшипниками	—
88	Средние значения коэффициента сопротивления качению	118
89	Коэффициент сцепления шин автомобилей	—
90	Тяговые усилия, силы сцепления, силы сопротивления качению и крутящий момент автомобилей	119
91	Коэффициент сцепления движителя тракторов	120
92	Коэффициент сопротивления качению для тракторов	—
93	Коэффициент сцепления для колес локомотивов	121
94	Коэффициенты трения в тормозных и фрикционных устройствах	—
95	Мощности, встречающиеся в технике	—
96	Средние значения коэффициентов полезного действия металлообрабатывающих станков	122
97	Данные о механических передачах	123
98	Коэффициенты внутреннего трения (вязкости) в твердых телах	—
99	Коэффициенты внутреннего трения (вязкости) жидкостей	124
100	Коэффициенты внутреннего трения (вязкости) газов и паров	—
101	Обтекаемость автомобилей	125
102	Обтекаемость мотоциклов	126
	Акустика	
103	Скорость звука в газах и парах	127
104	Скорость звука в жидкостях	—
105	Скорость звука в твердых веществах	128
106	Частота колебаний музыкальных тонов	129
107	Частотный диапазон звуков музыкальных инструментов	—
108	Частотный диапазон голоса певцов	130
109	Коэффициенты звукопоглощения	—
110	Акустические данные помещений	131
111	Оценка акустики зала в зависимости от времени реверберации	—
112	Сила звука и звуковое давление в зависимости от уровня звука	132
113	Данные о слуховом аппарате человека	133
114	Ультразвук	134
	Молекулярная физика и теплота	
115	Молекулярные данные для газов	135
116	Распределение скоростей между молекулами кислорода	—

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
117	Примерные тепловые балансы некоторых процессов, энергетических установок, машин, электростанций	136
118	Температурные шкалы	138
119	Вспомогательные постоянные точки температурной шкалы	140
120	Употребительные постоянные точки температурной шкалы в области весьма низких температур	—
121	Температура некоторых процессов и тел	—
122	Температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения веществ	141
123	Максимальная температура пламени различных источников нагрева	142
124	Температура в цилиндре двигателя внутреннего сгорания	—
125	Температура газа в турбореактивном двигателе	—
126	Температура в электрической дуге	143
127	Коэффициенты линейного расширения твердых тел	—
128	Коэффициенты объемного расширения жидкостей	144
129	Удельная теплоемкость твердых веществ	—
130	Удельная теплоемкость жидкостей	145
131	Удельная теплоемкость воды при различной температуре	146
132	Удельная теплоемкость сжиженных газов	—
133	Удельная теплоемкость жидких металлов	—
134	Удельная теплоемкость газов и паров	147
135	Точка плавления веществ	148
136	Температура плавления льда при различных давлениях	149
137	Удельная теплота плавления веществ	—
138	Изменение объема веществ при плавлении	150
139	Точки кипения веществ	—
140	Зависимость температуры кипения жидкостей от давления	151
141	Температура кипения воды при различных барометрических давлениях	—
142	Удельная теплота парообразования жидкостей при температуре кипения	152
143	Удельная теплота парообразования (испарения) воды при различных температурах	—
144	Удельная теплота парообразования сжиженных газов	—
145	Тепловые характеристики пластмасс	153
146	Коэффициенты теплопроводности металлов и сплавов	—

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
147	Коэффициенты теплопроводности различных материалов	154
148	Коэффициенты теплопроводности жидкостей	155
149	Коэффициенты теплопроводности газов и паров	156
150	Теплоизоляционные материалы с высокой рабочей температурой	—
151	Теплота сгорания твердого топлива	157
152	Теплота сгорания жидкого топлива	—
153	Теплота сгорания газообразных топлив	158
154	Теплота сгорания горючих газов	—
155	Виды топлива жидкостных реактивных (ракетных) двигателей	159
156	Калорийность пищевых продуктов	—
157	Средние энергетические затраты при различной деятельности человека	160
158	Энергетические затраты при некоторых видах спортивных соревнований	161
159	Примерные энергетические затраты у лиц разных профессий и учащихся	—
160	Примерная температура воздуха, сжимаемого без охлаждения	162
161	Характеристика рабочего процесса поршневого компрессора	—
162	Число ступеней компрессора в зависимости от давления газа	—
163	Коэффициенты поверхностного натяжения жидкостей	163
164	Коэффициент поверхностного натяжения воды при различной температуре	164
165	Коэффициент поверхностного натяжения металлов в жидком состоянии	—
166	Сравнение физических свойств обыкновенной и тяжелой воды	165
167	Высота подъема жидкости в стеклянном капилляре	166
168	Капиллярность почвы	—
169	Фитильная смазка	—
170	Модуль упругости при растяжении	167
171	Примерные значения предела упругости материалов	168
172	Пределы прочности материалов	—
173	Величины допускаемых напряжений	169
174	Коэффициент запаса прочности	170
175	Твердость металлов и сплавов по Бринеллю	171
176	Твердость древесины	—
177	Механические свойства пластмасс	172
178	Физические свойства волокон	—
179	Сплавы, применяемые в технике	173

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
180	Твердые сплавы	177
181	Антифрикционные сплавы	180
182	Давление и плотность насыщенного водяного пара	181
183	Давление и температура насыщенного водяного пара	—
184	Критические температура, давление и плотность для некоторых веществ	182
185	Психрометрическая таблица	183
186	Способы получения низких температур	185
187	Температура и теплота плавления охлаждающих смесей из льда и поваренной соли	—
188	Жидкие газы	—
189	Физические свойства воздуха	186
190	Коэффициенты полезного действия тепловых машин, установок, электростанций	188
	Электричество и магнетизм	
191	Диэлектрическая проницаемость веществ	188
192	Диэлектрические свойства пластмасс	190
193	Напряжение искрового разряда при различной длине искрового промежутка	192
194	Данные о молнии	—
195	Величины тока и напряжения в различных машинах и устройствах	193
196	Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией и шнуров с резиновой изоляцией	194
197	Ток плавления голой проволоки	195
198	Удельное сопротивление металлов, сплавов и графита	—
199	Сопротивление одного метра проволоки в зависимости от ее диаметра и удельного сопротивления	196
200	Длина проволоки, сопротивление которой равно 1 *ом*, в зависимости от диаметра проволоки и ее удельного сопротивления	197
201	Электрическое сопротивление диэлектриков	198
202	Температурный коэффициент сопротивления металлов и сплавов	—
203	Температура перехода чистых металлов в сверхпроводящее состояние	—
204	Сплавы высокого сопротивления	199
205	Электрическое сопротивление водных растворов	201
206	Электрохимические эквиваленты веществ	—
207	Мощность бытовых радиоэлектроприборов	202
208	Мощность электрических устройств, машин и сооружений	—

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
209	Мощность действующих или сооружаемых электрических станций	203
210	Коэффициенты полезного действия электрических приборов, устройств, машин и сооружений	—
211	Значение термоэлектродвижущей силы различных термоэлектродов в паре с чистой платиной	204
212	Термоэлектродные сплавы	205
213	Сплавы, применяемые для изготовления постоянных магнитов	—
214	Магнитомягкие сплавы	206
215	Магнитная проницаемость пара- и диамагнитных веществ	207
216	Магнитная проницаемость ферромагнитных элементов	—
217	Магнитная проницаемость ферромагнитных материалов	208
218	Точка Кюри для ферромагнитных веществ	—
219	Некоторые особенности радиоволн	209
	Оптика	
220	Световая характеристика нормальных осветительных ламп накаливания	210
221	Световая характеристика люминесцентных ламп дневного света	—
222	Яркость и сила света люминесцентных ламп	—
223	Энергетический баланс лампы накаливания мощностью 100 *вт*	211
224	Энергетический баланс белой люминесцентной лампы мощностью 40 *вт*	—
225	Сила света источников света	—
226	Яркость источников света	212
227	Примерные величины яркости объектов	—
228	Световой к. п. д. тепловых излучателей	—
229	Нормы освещенности на рабочих поверхностях в производственных помещениях	213
230	Нормы освещенности помещений жилых и общественных зданий	214
231	Величина освещенности в различных случаях	215
232	Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания материалов и сред	216
233	Диффузное отражение материалов в белом свете	—
234	Длина световых волн и соответствующие им цвета видимого спектра	217
235	Величина энергии одного кванта различных видов излучения	—

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
236	Показатель преломления жидкостей и твердых тел	217
237	Показатель преломления для воды	218
238	Показатель преломления газов и водяного пара	—
239	Зависимость показателя преломления от длины волн	—
240	Предельный угол полного внутреннего отражения	219
241	Длина волн линий поглощения солнечного спектра (Фраунгоферовы линии)	—
242	Дополнительные цвета	—
243	Данные о схематическом глазе	—
244	Спектральная чувствительность глаза при дневном видении	220
245	Потери света на отражение в объективах	221
246	Состав солнечного излучения	222
247	Химические элементы, открытые с помощью спектрального анализа	—
248	Спектр электромагнитных колебаний	223
	Строение атома	
249	Элементарные частицы	225
250	Сведения об элементарных частицах	227
251	Неэлементарные частицы	231
252	Данные из атомной физики	—
253	Электронные оболочки атомов	233
254	Соотношения между единицами массы и энергии	239
255	Ионизационные потенциалы элементов	—
256	Энергия, выделяемая или поглощаемая при ядерных реакциях	240
257	Свойства радиоактивных изотопов и область их применения	—
258	Синхрофазотрон на 10 *Бэв*	242
259	Примерная характеристика взрыва ядерного оружия большой мощности	243
	Данные из области геофизики, астрономии и химии	
260	Краткие сведения о физике Земли	244
261	Состав абсолютно сухого воздуха у поверхности Земли	246
262	Шкала Бофорта	—
263	Параметры международной стандартной атмосферы	247
264	Температура воздуха в верхней атмосфере	248
265	Плотность воздуха в верхней атмосфере по наблюдениям искусственных спутников Земли	249
266	Данные о Солнечной системе	250

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
267	Единицы измерения расстояний в астрономии	251
268	Астрономические символы	—
269	Химические элементы и их атомные веса	—
270	Периодическая система элементов Д. И. Менделеева	вклейка
271	Искусственно полученные элементы	255
272	Основные свойства химических элементов и неорганических соединений	257
273	Основные свойства органических соединений	269
274	Названия и состав химических продуктов	272
275	Общие свойства минералов	276
	II раздел	
	Данные о машинах, технических установках и устройствах, приборах, технологических процессах и крупных сооружениях	
	Автомобили, мотоциклы и мотороллеры	
276	Общие данные по автомобилям	278
277	Двигатели автомобилей	279
278	Передаточные числа силовой передачи автомобилей	280
279	Автомобиль-самосвал МАЗ-530	281
280	Характеристика первого отечественного автомобиля	—
281	Автобусы	—
282	Мотоциклы	283
283	Мотороллеры	284
	Тракторы	
284	Общие данные о тракторах	284
285	Мощный дизельный электрический трактор ДЭТ-250	286
286	Передаточные числа силовой передачи тракторов	287
287	Количество подшипников качения, установленных в тракторах и автомобилях	—
288	Первый трактор (гусеничный трактор Блинова)	288
	Паросиловые установки и турбогенераторы	—
289	Мощные барабанные паровые котлы	—
290	Прямоточные паровые котлы	289
291	Паровые турбины малой и средней мощности	—
292	Первый в мире опытный прямоточный котел на сверхкритическое давление	290
293	Турбогенераторы, применяемые с турбинами малой и средней мощности	—
294	Мощные паровые турбины и турбогенераторы	291
295	Паровая турбина мощностью 200 000 *квт*	—
296	Паровые одновальные конденсационные турбины мощностью 300 000 *квт*	292

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
297	Турбогенераторы мощностью 200 000 и 300 000 *квт*	292
298	Судовые паровые машины	293
299	Выпускаемые локомобили	—
300	Легкая паросиловая установка	294
301	Паровая машина Ползунова	—
302	Паровая машина Уатта	—
	Двигатели внутреннего сгорания и реактивные двигатели	
303	Двигатели внутреннего сгорания, получившие широкое применение в сельском хозяйстве	295
304	Поршневые авиационные двигатели	—
305	Дизельные двигатели морских судов	296
306	Рекордный двигатель внутреннего сгорания	—
307	Турбореактивные двигатели для транспортных самолетов	297
308	Турбовинтовые двигатели для транспортных самолетов	—
309	Газовая авиационная турбина	298
310	Гидротурбины и гидрогенераторы	—
311	Гидротурбины для сельских гидроэлектростанций	—
312	Трехфазные синхронные генераторы для сельских гидроэлектростанций	300
313	Гидротурбины крупных электростанций	301
314	Гидрогенераторы крупных электростанций	302
315	Гидравлическая турбина для Красноярской ГЭС	—
	Первая отечественная водяная турбина промышленного типа	—
	Генераторы, трансформаторы, электродвигатели и ветродвигатели	
316	Трехфазные синхронные генераторы небольшой мощности	303
317	Генераторы переменного тока, применяемые с локомобилями	304
318	Силовые однофазные трансформаторы для электропередачи напряжением 500 *кв*	—
319	Силовые трансформаторы электропередачи Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва	—
320	Двухобмоточные силовые трансформаторы	305
321	Единая серия асинхронных двигателей общего применения	306
322	Характеристика электродвигателей большой мощности	307
323	Ветродвигатели	—
	Локомотивы	
324	Паровозы	308
325	Средние характеристики паровозов	309

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
326	Тепловозы	309
327	Электровозы	310
328	Новые конструкции магистральных локомотивов	311
329	Электровозная тяга	—
330	Электрическая тяга на переменном токе	312
331	Моторвагонные секции	313
332	Подвижной состав метрополитена	314
333	Сравнительная характеристика локомотивов	—
334	Первый паровоз	315
335	Паровоз Черепановых	—
336	Первый магистральный тепловоз	—
	Троллейбусы и трамваи	
337	Троллейбусы типа МТБ-82	316
338	Трамваи	—
339	Тяговые двигатели трамваев	317
	Суда	
340	Речные пассажирские пароходы	—
341	Суда на подводных крыльях	318
342	Характеристика теплоходов	—
343	Крупнейшие океанские суда	319
344	Атомный ледокол «Ленин»	—
345	Примерные показатели современной подводной лодки	321
346	Понтоны для подъема затонувших судов	—
347	Первый пароход	322
348	Первый теплоход	—
	Летательные аппараты	
349	Данные о пассажирских самолетах ИЛ-14	322
350	Турбовинтовые пассажирские самолеты	323
351	Турбореактивные пассажирские самолеты	324
352	Самолет ЯК-12М	—
353	Самолет Можайского	325
354	Вертолеты	—
355	Дирижабль	326
356	Сферические аэростаты	327
357	Стратостаты	—
358	Мировые авиационные рекорды	328
359	Парашют	329
360	Метеорологическая ракета	—
361	Характеристика искусственных спутников Земли	330
362	Характеристика космических кораблей-спутников	332
363	Характеристика космических ракет	336
364	Первая советская ракета на жидком топливе	337
	Строительные и подъемные машины	
365	Земснаряд 1000-80	—

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
366	Свайные молоты	338
367	Экскаваторы одноковшовые	—
368	Экскаваторы многоковшовые	339
369	Подъемные башенные краны	340
370	Лебедки	341
371	Подъемные электромагнитные краны	—
	Сельскохозяйственные машины	
372	Зерноуборочные комбайны	342
373	Комбайны для уборки технических и кормовых культур	343
374	Электрифицированные сельскохозяйственные машины	344
375	Электротрактор ХТЗ-15АМ	345
376	Электромагнитная семеочистительная машина ЭМС-1	—
377	Зерно-семеочистительные машины	346
378	Зерновые молотилки	—
379	Количество подшипников качения, установленных в сельскохозяйственных машинах	347
	Станки	
380	Характеристика сверлильных станков	—
381	Характеристика токарных и револьверных металлорежущих станков	348
382	Характеристика фрезерных станков	349
383	Характеристика строгальных станков	350
384	Гидравлические прессы	351
385	Электроискровые станки	—
	Компрессоры. Сжатые газы в технике	
386	Типы компрессоров	352
387	Компрессорные поршневые установки	354
388	Компрессоры локомотивов	355
389	Применение в технике сжатых газов	356
390	Пневматические инструменты, широко применяемые в строительстве	—
	Термометры	
391	Приборы для измерения температур	357
392	Металлические (биметаллические) термометры	360
393	Электрические термометры сопротивления	—
	Химические источники тока	
394	Гальванические элементы и аккумуляторы	361
395	Гальванические батареи	363
396	Радионакальные и радиоанодные аккумуляторные свинцовые батареи	365
397	Автомобильные и мотоциклетные свинцовые аккумуляторные батареи	—

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
398	Железнодорожные свинцовые аккумуляторные батареи	366
399	Щелочные аккумуляторные батареи	—
400	Серебряно-цинковые аккумуляторы	367
	Электронные лампы. Полупроводниковые приборы. Радио- и телевизионные устройства	
401	Система обозначений электронных, электровакуумных, полупроводниковых и ионных приборов	367
402	Обозначения типов конструктивного оформления приборов	372
403	Ламповые диоды и кенотроны	373
404	Триоды и двойные диод-триоды	374
405	Пентоды для усиления напряжения	375
406	Выходные пентоды и лучевые тетроды	376
407	Частотопреобразовательные лампы	377
408	Генераторные лампы	378
409	Мощные генераторные электронные лампы (триоды)	379
410	Купроксные выпрямители	—
411	Селеновые выпрямители	381
412	Точечные германиевые диоды	382
413	Плоскостные полупроводниковые диоды	—
414	Германиевые и кремниевые плоскостные выпрямители	383
415	Точечные германиевые триоды	384
416	Плоскостные полупроводниковые триоды (транзисторы)	385
417	Полупроводниковые термосопротивления (термисторы)	386
418	Сетевые радиоприемники и радиолы	387
419	Батарейные радиоприемники	390
420	Радиоприемники на полупроводниках	391
421	Радиостанции У-1, У-2, МК-19	392
422	Магнитофоны	393
423	Электронно-лучевые трубки (кинескопы) для телевизоров	394
424	Телевизоры	395
425	Телевизор на полупроводниках	—
426	Радиолокационные станции	396
427	Первая радиолокация Луны	397
	Фото- и термоэлектричество. Фотоэлементы. Термопары	
428	Фотоэлементы с внешним фотоэффектом	398
429	Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом	400
430	Фотоэлементы с запирающим слоем	401
431	Фотоэкспонометры и люксметры	402

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
432	Кремниевый преобразователь энергии солнечного излучения в электрическую энергию	403
433	Параметры фотоумножителей	404
434	Наиболее распространенные типы термопар	405
435	Термопары для измерения температуры жидкого чугуна и стали	407
436	Термоэлемент для измерения температуры планет и звезд	408
437	Современные термоэлектрические генераторы	—
	Электрические осветительные приборы	
438	Люминесцентные лампы	409
439	Люминофоры, применяемые в светотехнике	410
440	Лампы накаливания нормальные	411
441	Криптоновые лампы накаливания	412
442	Газосветные трубки тлеющего разряда	—
443	Ртутные лампы высокого давления с люминофором	413
	Оптические приборы	
444	Мощный зенитный прожектор	414
445	Прожекторы заливающего света	415
446	Фотоаппараты	416
447	Объективы фотоаппаратов	417
448	Микроскопы	—
449	Магнитные электронные микроскопы	418
450	Телескоп-рефрактор школьный	—
451	Менисковый школьный телескоп	—
452	Менисковые телескопы	419
453	Крупнейшие телескопы-рефракторы	—
454	Крупнейшие телескопы-рефлекторы	420
455	Перископы подводных лодок	—
456	Промышленные стилоскопы для спектрального анализа	421
457	Спектрографы	422
	Данные о технологических и производственных процессах	
458	Сведения о резании металлов. Геометрия резца	423
459	Силы, действующие на резец. Сила и мощность резания	424
460	Теплота резания	427
461	Цементация	429
462	Сварка при помощи трения	430
463	Методы определения твердости	431
464	Соответствие между числами твердости, определяемыми различными методами	434
465	Нагрузки и диаметры шариков, применяемые для измерения твердости по методу Бринелля	—

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
466	Десятибалльная шкала твердости	435
467	Использование пластических свойств металлов в технике	436
468	Центробежное литье металлов	440
469	Литье под давлением	441
470	Электрическая сварка	442
471	Применение электросварки в машиностроении и строительстве	446
472	Применение гальванопластики в технике	—
473	Применение гальваностегии в технике	448
474	Назначение гальванических покрытий и их толщина	451
475	Рафинирование меди	—
476	Электролитическое получение алюминия	453
477	Получение стали в электрических дуговых печах	454
478	Дуговые электрические печи для плавки стали	455
479	Применение токов высокой частоты для нагрева	—
	Рентгеновские, инфракрасные, ультрафиолетовые и гамма-лучи. Применение их в технике. Методы контроля производственных процессов	
480	Типы рентгеновских установок и их назначение	457
481	Промышленные рентгеновские установки	458
482	Медицинские рентгеновские установки	460
483	Применение инфракрасных лучей	461
484	Применение ультрафиолетовых лучей	462
485	Гамма-аппараты	464
486	Применение ультразвука	465
487	Элементы, определяемые в промышленности методами количественного спектрального анализа	468
	Типы электростанций. Характеристики электростанций	
488	Рост параметров пара в теплоэнергетике	469
489	Количество установок высокого давления на электростанциях	—
490	Число крупных турбогенераторов, устанавливаемых на новых ГРЭС в текущем семилетии	470
491	Удельный расход топлива на выработку электроэнергии на районных электростанциях	—
492	Первая в СССР тепловая электростанция сверхвысокого давления	—
493	Передвижные электростанции	471
494	Первая в мире подземногазовая электростанция	—
495	Первая промышленная атомная электростанция	472
496	Строящиеся атомные электростанции в СССР	474
497	Характеристика гидроэлектростанций	475

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
498	Характеристика гидроузлов	476
499	Ветроэлектрические станции	477
500	Солнечная тепловая станция	—
	Передача электроэнергии. Линии электропередач	
501	Электропередача Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва	478
502	Электропередача Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Москва	—
503	Опытно-промышленная электропередача постоянного тока Кашира—Москва	478
504	Электропередача постоянного тока Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Донбасс	479
505	Первая электропередача трехфазного тока	—
506	Развитие высоковольтных сетей	—
	Некоторые крупные сооружения	
507	Волго-Донской судоходный канал им. В. И. Ленина	480
508	Канал имени Москвы	—
509	Данные о московском метрополитене	481
510	Новые здания Московского государственного университета	—
511	Центральный стадион имени В. И. Ленина	482
512	Высота некоторых сооружений	483
513	Магистральные газопроводы	—
514	Искусственные моря СССР	484
	III Раздел	
	Данные о народном хозяйстве СССР	
	Производство продукции	
515	Производство некоторых видов промышленной продукции в СССР	485
516	Добыча основных видов топлива в СССР	487
517	Производство автомобилей и тракторов в СССР	—
518	Производство некоторых видов промышленной продукции по Контрольным цифрам развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг.	488
519	Производство ламп накаливания в СССР	—
520	Производство электробытовых приборов	489
521	Производство шариковых и роликовых подшипников	—
522	Среднегодовые темпы и абсолютный прирост производства некоторых видов продукции в СССР и США	490

Продолжение

Номер таблицы	Название таблицы	Страница
523	Место, занимаемое промышленностью СССР в мире и в Европе	490
524	Средний по СССР расход электроэнергии на производство некоторых видов продукции	—
525	Топливный баланс СССР	491
526	Гидроэнергетические ресурсы	—
527	Оценка мировых энергоресурсов	492
528	Получение и использование энергии в мире	493
	Механизация, электрификация и автоматизация в народном хозяйстве СССР. Теплофикация	
529	Механизация основных полевых работ в сельском хозяйстве	494
530	Поставка тракторов, грузовых автомобилей и комбайнов сельскому хозяйству	—
531	Парк тракторов, комбайнов и грузовых автомобилей в сельском хозяйстве	495
532	Энергетические мощности сельского хозяйства	496
533	Парк сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве СССР	—
534	Данные по электрификации сельского хозяйства СССР	497
535	План ГОЭЛРО	498
536	Мощность электростанций и производство электроэнергии	499
537	Потребление электроэнергии в народном хозяйстве СССР	500
538	Использование электроэнергии в промышленности	501
539	Коэффициент электрификации силовых процессов в отдельных отраслях промышленности	—
540	Развитие электрификации в СССР в 1959—1965 гг.	502
541	Развитие радиофикации, телефонизации и кинофикации страны	503
542	Показатели по автоматизации производственных процессов	504
543	Автоматизация и телемеханизация на районных электростанциях	—
544	Автоматическая линия для обработки блоков двигателей автомобилей ЗИЛ-150	505
545	Автоматический цех по производству подшипников качения	506
546	Данные по теплофикации	—

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

	Номера таблиц	Номера страниц
А		
Абсолютная система единиц МКСА	23, 24	57—61
Абсолютный нуль	118	138
Авиационные рекорды, мировые	358	328
Авогадро число	31	69
Автобусы	281	281
Автоматика на электростанциях	543	504
Автоматизация производства	542, 544, 545	504—506
Автомобили грузовые, тракторы и комбайны в сельском хозяйстве, число	531	495
Автомобили, производство	517, 518	487, 488
—, основные характеристики	276—278	278—280
Автомобиль первый отечественный	280	281
Автомобильные двигатели, характеристики	277	279
Аккумуляторы	396—400	365—367
Акр	16	49
Акустические величины и единицы	20	52
Алфавит латинский и греческий	1	29
Альфа-частицы	251	231
Алюминий электролитический, получение	476	453
Ампер	6, 23, 24, 27	34, 57, 60, 65
Ампервиток	6, 23	34, 58
Ампер-секунда	6, 23, 24, 27	34, 57, 60, 65
Ампер-час	6	34
Ангстрем	6, 11	34, 45
Антинейтрино	249, 250	225, 228
Антинейтрон	249, 250	226, 228
Антипротон	249, 250	226, 227
Апостильб	431	402
Ар	6, 11	34, 45
Аршин	16	49
Астрономическая единица	267	251
Астрономические символы	268	251
Атмосфера, некоторые данные	261, 263—265	246, 247—250
—, техническая	6, 17	34, 50
—, физическая	6, 17	35, 50
Атом водорода	252	231
Атомная единица массы	6, 14, 30	34, 48, 67

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Атомные веса, физическая и химическая шкалы	269	254
Атомные веса химических элементов	269	251
Атомная физика, основные данные	252	231
— электростанция, первая	495	472
Атомные электростанции, строительство	496	474
Атомный ледокол	344	319
Атомы, радиусы	252	231
Аэростаты	356	327
Б		
Баббит	181	180
Бар	6, 11, 17	35, 46, 50
Барионы	250	230
Барн	30	68
Батареи и элементы гальванические	394, 395	361, 363
Башенные краны	369	340
Бел	6, 20	35, 52
Болометр	483	461
Больцмана постоянная	31	68
Бринелля метод	463	431
Бронза	181	180
Буксы роликовые	87	117
Бунзена гальванический элемент	394	361
В		
Ватт	6, 9, 19, 23	35, 40, 51, 57
Ватт-час	6, 18	35, 51
Вебер	6, 23	35, 58
Венера	266	250
Верста	16	49
Вертолеты	354	325
Вершок	16	49
Вес конструктивный	284	285
— сухой	283	284
— транспортных машин и вагонов	46	95
— объемный материалов и продуктов	45	94
— удельный (см. плотность)		
Вестона гальванический элемент	394	361
Ветра шкала по Бофорту	262	246
Ветродвигатели	323	307
Взрыв ядерный, характеристика	259	243
Видность, относительная	244	221
Вина постоянная	31	68
Вода тяжелая	166	165
Водоизмещение судов	340—342	317—319
Водохранилища гидроэлектростанций	514	484

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Воздух, состав	261	246
—, физические характеристики	189	186
Вольт	6, 23, 24	35, 58, 60
Время, единицы измерения	12, 267	47, 251
—, соотношение между единицами	13	47
Вуда сплав	179	176
Выпрямители	410—414	379—383
Выпрямительный столб	410	380
Высоковольтные линии передач	501—505	478, 479
Высоковольтные сети, развитие в семилетке	506	479
Высота сооружений	512	483
Г		
Газовая постоянная	31	69
Газопроводы	513	483
Газосветные трубки	442	412
Газотурбовоз	328	311
Газы жидкие	188	185
Гал	6, 62	35, 106
Гальванические батареи	395	363
— элементы	394	361
Гальванопластика	472	446
Гальваностегия	473, 474	448—451
Гамма	14	48
Гамма-аппараты	485	464
Гамма-дефектоскопия	485	464
Гаусс	6, 26	35, 64
Гектар	6, 7	35, 37
Гекто-	4	30
Генератор электрического тока, кремниевый	432	403
Генераторные лампы	408	378
Генераторы электрические	311, 313	300, 302
— термоэлектрические	437	408
Генри	6, 23, 27	35, 58, 65
Герц	6, 9, 10	35, 39, 44
Гидравлические прессы	384	351
Гидрогенераторы	313	302
Гидролокаторы	486	465
Гидротурбины	310, 312, 314, 315	289, 301, 302
Гидроузлы	498	476
Гидроэлектростанции	497	475
Гидроэнергетические ресурсы	526	491
Гильберт	6, 26	35, 64
Гипероны	249, 250	226, 230
Глубина океана, наибольшая	260	244

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Глаз, некоторые данные	243	219
ГОЭЛРО, план	535	498
Гравитационная постоянная	31	69
Грамм	6, 7, 9, 14	35, 37, 40, 43, 48
Грамм-атом	6	35
Грамм-молекула, объем	31	68
Графические условные обозначения в теплотехнических схемах	36	87
Графические условные обозначения в электрорадиосхемах	33—35	72—87
Д		
Давление атмосферное, зависимость от высоты	81	114
— в различных случаях	75—80	111, 114
— в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания	78	113
— воздуха в автомобильных шинах	276	278, 279
— газа в турбореактивном двигателе	79	113
—, единицы	9, 11	40, 42, 46
—, критическое	184	182
— на землю машин	76, 80, 367	112, 114
— насыщенного водяного пара	182, 183	181
— пара в котлах	289, 290, 300, 324	288, 289, 224, 308
—, соотношение между единицами	17	50
Даниэля гальванический элемент	394	361
Двигатели авиационные, поршневые	304	295
— авиационные, турбореактивные	307	297
— автомобильные	277	279
— автомобильные и тракторные, расход топлива	277, 281, 284	279, 281, 284
— внутреннего сгорания стационарные, в сельском хозяйстве	303	295
— мотоциклетные	282	283
—, тепловые балансы	117	136
— тракторные	284	284
— электрические	321, 322	306, 307
Дейтрон	251	231
Десятина	16	49
Децибел	20	52
Джоуль абсолютный	9, 10	40, 44
— международный	10	44
Диаметры газовых молекул	115	135
Дизельные двигатели судов	305	296
Дизельный двигатель рекордной мощности	306	296

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Дина	6, 9, 15	35, 41, 48
Диоптрия	6	35
Дирижабль	355	326
Диффузия	461	429
Диэлектрическая проницаемость различных веществ	191	188
Длина свободного пробега молекул	115	135
Дюйм	16	49
Дюралюмины	179	173
Е		
Единица X	11	45
Единицы измерения акустических величин	20	52
— — в атомной и ядерной физике	30	67
— — магнитных величин	24—26	60, 64
— — механических величин	9	39
— — световых величин	28	66
— — тепловых величин	21, 22, 22а	54, 56, 572
— — электрических величин	23	57
Емкость аккумуляторов	396—400	365—367
— водохранилищ	514	484
— топливных баков автомобилей	276	278
— электрическая	5, 23	31, 58
З		
Заряд протона	249, 252	226, 232
— электрона	5, 30, 31	31, 68
Звуковое давление	20, 112	52, 132
Земля, некоторые физические характеристики	260, 266	244, 250
Земснаряд	365	337
Золотник	16	49
И		
Изоляторы электрические	201	198
Изотопы радиоактивные, свойства и применение	257	240
Инерта	6, 9	35, 42
Инфракрасные волны (лучи), применение	483	461
Ионы, абсолютные скорости	57	101
Искровой разряд	193	192
Искусственные спутники Земли	361, 362	330, 332, 571
— — Солнца	363	336

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
К		
Кабельтов	16	49
Калорийная ценность пищевых продуктов	156	159
Калория	21, 22	55, 56
Карат метрический	11, 14	35, 45, 58
Каналы судоходные	507, 508	480
Капиллярность	167—169	166
Кенотроны	403	373
Килограмм-масса	9	39
Килограмм-сила	9	41
Килограммометр	6, 18	35, 51
Кин	9	41
Кларка гальванический элемент	394	361
Комбайны сельскохозяйственные	372, 373	342, 343
Компрессоры	386—388	352—355
Корабли-спутники	362	332, 571
Космические ракеты	363	336
Котлы паровые барабанные	289	288
— — прямоточные	290	289
Коэффициент запаса прочности	174	170
— вязкости газов и паров	100	124
— вязкости жидкостей и газов	99	124
— вязкости твердых тел	98	123
— звукопоглощения	109	130
— поверхностного натяжения	163—165	163, 164
— полезного действия различных машин, двигателей, установок, электростанций	96, 190	122, 188
— преломления	236—238	217, 218
— отражения, поглощения и пропускания материалов и сред	232	216
— расширения жидкостей	128	144
— расширения твердых веществ	127	143
— резания	74	111
— сопротивления качению автомобиля	90	119
— — качению трактора	92	120
— —, температурный	202	198
— сцепления	89, 91, 93	118, 120, 121
— теплопроводности	146—150	153—156
— трения качения	85	117
— — подшипников	86	117
— — скольжения	82—84, 94	114—116, 121
Кратные и дольные единицы измерения	4	30
Криптоновые лампы накаливания, осветительные	441	412

	Номера таблиц	Номера страниц
Критическое давление и температура	184	182
Кулон	6, 23, 24	35, 57, 60
Купроксные выпрямители	410	379
Кюри	29	67
— точка	218	208
Л		
Лампы электрические осветительные	220, 221, 440	210, 411
Лептоны	250	230
Линии поглощения солнечного спектра	241	219
Литр	6, 7	35, 37
Литье металлов	468, 469	440, 441
Локомобили	299	293
Локомотивы, производство	515	486
—, сравнительная характеристика	333	314
Лошадиная сила	5, 19	35, 51
Лошмидта число	31	69
Луна	266	250
Люкс	6, 28	35, 66
Люксметры	431	402
Люмен	6, 28	35, 66
Люминесцентные лампы	438	409
Люминофоры	439	410
М		
Магнитная индукция	23, 26, 27	58, 64, 65
Магнитная проницаемость	5, 215—217	32, 207, 208
Магнитные величины	23—27	58—65
— материалы (сплавы)	213, 214	205, 206
Максвелл	6, 26	35, 64
Марс	266	250
Масса, соотношение между единицами	14	48
Массы единица (в атомной физике)	30	67
Мега-	4	30
Мезоны	249, 250	225, 229
Мельхиор	179	174
Меркурий	266	250
Метр	6, 8, 9	35, 38, 39, 43
Метрические меры	7	36
Метрополитен, общие данные	509	481
—, подвижной состав	332	314
Механизация сельскохозяйственных работ	529	494
Механические величины и единицы	9, 10, 11	39, 44, 45
— передачи, характеристика	97	123
Механический эквивалент теплоты	31	68
Микро-	4	30
Микрон	6, 7	35, 36

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Микроскопы	448	417
Милли-	4	3
Миллилитр	7	37
Миллиметр водяного столба	6, 11	35, 46
— ртутного столба	6, 11	35, 46
Миля морская	16	49
Минералы, общие свойства	275	276
Модуль упругости материалов	170	167
Молекулярный вес газов, химических соединений	272, 273	257, 269
Молния	194	192
Молоты свайные	366	338
Молотилки зерновые	378	346
Мооса шкала твердости	466	435
Мотороллеры	283	284
Мотоциклы, основные характеристики	282	283
Мощности, встречающиеся в технике	95	121
Мощность двигателей тепловозов	326	309
— — тракторов	284, 285	284, 286
— — трамваев	339	317
— — электровозов	327	310
— турбовинтовых авиадвигателей	350	323
— автомобильных двигателей	277, 279, 280, 281	279, 281
— мотоциклетных и мотороллерных двигателей	282, 283	283, 284
— радиоэлектроприборов	207	202
— паровозов	324	308
— паровых турбин	291, 294—296	289, 291, 292
—, соотношение между единицами	19	51
— электрических станций	209, 497, 498	203, 475, 476
Н		
Нано-	4	30
Напряжение аккумуляторов	396—400	365—367
— механическое, допускаемое в материалах	173	169
— искрового разряда	193	192
— электрическое, примеры из техники	195	193
Напряженность магнитного поля	23	58
— электрического поля	23	58
Нейтрино	249, 250	225, 228
Нейтрон	249, 250, 252	226, 228, 232
Нептун	266	250
Низкие температуры, получение	186	185
Нит	6, 28	35, 66
Нормы освещенности	229, 230	213, 214

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Нуклоны	250	227
Ньютон	6, 9, 15, 28а	35, 39, 48, 573
О		
Обтекаемость транспортных машин	101, 102	125, 126
Объемный вес материалов и продуктов	45	94
Октава	20	53
Ом	6, 23, 24	35, 58, 61
Освещенность в некоторых случаях	231	215
—, нормы	229, 230	213, 214
Отражение света диффузное	233	216
Охлаждающие смеси	187	185
П		
Параметры пара в теплоэнергетике	488	469
Парашют и парашютный прыжок	51, 52, 359	98, 99, 329
Парк автомобилей и тракторов в сельском хозяйстве СССР	531	495
Парк сельскохозяйственных машин в СССР	533	496
Паровоз Стефенсона	334	315
— Черепановых	335	315
Паровозы, основные характеристики	324	308
Паровые котлы барабанные	289	288
— — прямоточные	290	289
Паровые машины	298—302	293, 294
— — судовые	298	293
— турбины	291, 294, 295	289, 291
Паросиловая установка ЛПУ-1	300	294
Пароход речной	340	317
Парсек	267	251
Первая линия электропередачи	505	479
— отечественная гидротурбина	315	302
— подземногазовая электростанция	494	471
Первые паровые машины	301, 302	294
Первый отечественный автомобиль	280	281
— отечественный паровоз	335	315
— паровоз	334	315
— паровой котел на сверхкритическое давление	292	290
— пароход	347	322
— самолет	353	325
— тепловоз	336	315
— теплоход	348	322
— трактор	288	288
Передаточные числа силовой передачи автомобилей	278	280
— — тракторов	286	287

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Периодическая система элементов Менделеева	270	вклейка
Перископ подводной лодки	455	420
Пико-	4	30
Плавление, изменение объема	138	150
Пламя, температура	123	142
Планеты	266	250
Планка постоянная	31	69
Пластмассы, физико-технические характеристики	177, 192	172, 190
Платинит	179	175
Платино-иридиевый сплав	179	175
Плотность воды при различной температуре	41	92
— водных растворов	42	93
— газов и паров	44	94
— жидкостей	39, 43	91, 93
— твердых веществ	38	89
Плутон	266	250
Пневматические инструменты	390	356
Поверхностное натяжение воды	164	164
— — расплавленных металлов	165	164
— — жидкостей	163	163
Подводная лодка	345	321
Подшипники качения в машинах, число	287	287
— —, производство	521	489
Позитрон	249, 250	225, 227
Показатель преломления	236—239	217, 218
Полупроводниковые диоды	412, 413	382
— термогенераторы	437	408
Понтоны	346	321
Постоянная Больцмана	31	68
— Вина	31	68
— газовая	31	69
— гравитационная	31	69
— Планка	5, 31	32, 69
— Стефана — Больцмана	5, 31	32, 69
Постоянный ток, высоковольтная линия передачи	503, 504	478, 479
Поток световой	5, 28	32, 66
Предел прочности материалов	172	168
— упругости материалов	171	168
Прожекторы	444, 445	414, 415
Прокатка металла	467	436
Протон, заряд	249	226
— , масса	31, 252	68, 232

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Производство промышленной продукции в СССР	515	485
— машин и приборов в 1965 г.	518	488
Проницаемость диэлектрическая	191, 192	189—191
— магнитная	215—217	207, 208
Психрометрическая таблица	185	183
Пуаз	5	35
Пуд	16	49
Путь качения автомобилей по инерции	68	108
— разгона автомобилей	65, 66	107, 108
— тормозной автомобилей и мотоциклов	67, 69	108, 109
Пьеза	6, 17	35, 50
Р		
Работа, соотношение между единицами	18	51
Рад	6, 29	35, 67
Радиан	6, 10	35, 44
Радиоволны, классификация	219	209
Радиолампы	403—409	373—379
Радиолокационные станции	426	396
Радиолокация Луны	427	397
Радиоприемники	418—420	387—391
Радиостанции передвижные	421	392
Разность потенциалов	23	58
Разряжения, встречающиеся в технике и природе	77	112
Ракета метеорологическая	360	329
Распределение скоростей молекул	116	135
Рафинирование меди	475	451
Реактивные самолеты	351	324
Реверберации время	110, 111	131
Резание металла	458—460	423—427
Рекордные скорости машин	53, 358	99, 328
Рентген	29	67
Рентгеновские лучи (волны)	248	224
— установки	480—482	457—460
Ридберга постоянная	31	69
Роквелла метод	463	431
Роликовые буксы	87	117
Ртутные лампы высокого давления с люминофором	443	413
С		
Сажень	16	49
Самолет Можайского	353	325
Самолеты винтомоторные	349, 352	322, 324
— реактивные	351	324

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Самолеты турбовинтовые	350	323
Санти-	4	30
Сатурн	266	250
Сварка металла электрическая	470	442
— — трением	462	430
Сверлильные станки	380	347
Сверхпроводимость	203	198
Световой год	267	251
Световой к. п. д. источников света	228	212
Световые величины и единицы	28	66
Свеча	6, 28	36, 66, 573
Свободный пробег газовых молекул	115	135
Секунда (время)	6, 8, 9, 10, 13	36, 38, 39, 43, 44, 47
Сельскохозяйственные машины, парк	533	496
— —, производство	515	486
— — электрифицированные	374	344
Сжатые газы в технике	389	356
Сила, соотношение между единицами	15	48
— звука	112	132
Сила света некоторых источников	222, 225	210, 211
— резания	381	348
— термоэлектродвижущая	211	204
— тяги локомотивов	70, 324, 326, 327	109, 308—310
— — тракторов	71	109
Синхрофазотрон	258	242
Скорость, абсолютные рекорды	53, 258	99, 328
— автомобилей	276	278, 279
— в микромире	57	101
— в технике	47, 49	96, 97
— вращательного движения	60	104
— газовых молекул	57, 115	101, 135
— звука	103—105	127, 128
— космическая	55, 56	100, 101
— крейсерская	47	96
— мотоциклов	282	283
— паровозов, тепловозов	324, 326	308, 309
— самолетов	47, 50, 349—352	96, 98, 322—324
— света	31	69
— тракторов	48	97
— трамваев и электровозов	49, 327, 338	97, 310, 316
— угловая	11	45
Слуховой аппарат человека	113	133
Солнечное излучение, состав	246	222
Солнце	266	250

	Номера таблиц	Номера страниц
Соотношение между единицами времени	13	47
— — — давления	17	50
— — — массы и энергии	254	239
— — — силы	15	48
— — электромагнитными единицами различных систем	27	65
Соотношение между старыми русскими мерами и встречающимися зарубежными мерами и метрическими	16	49
Сопротивление электрическое водных растворов	205	201
— — диэлектриков	201	198
— — металлов, сплавов	198	195
Состав воздуха у поверхности Земли	261	246
Спектральная чувствительность глаза	244	220
Спектральные аппараты	456, 457	421, 422
Спектральный анализ	487	468
Сплавы антифрикционные	181	180
— высокого сопротивления	204	199
— магнитные	213, 214	205, 206
— твердые	180	177
Спутники Земли искусственные	361, 362	330—335, 571
Стадион имени В. И. Ленина	511	482
Стандартная атмосфера	263	247
Станки металлообрабатывающие	380—383, 385	347—350, 351
Стен	6, 15	36, 48
Стильб	28	66
Стратостаты	357	327
Строгальные станки	383	350
Суда	340—345, 347, 348	317—322
Т		
Твердость древесины	176	171
— металлов	175	171
— металлов, способы определения	463	431
Телевизоры	424	395
Телескопы	450—454	418—420
Температура в цилиндре двигателя внутреннего сгорания	124	142
— — электрической дуге	126	143
— воздуха на различной высоте	264	248
— — при сжатии	160	162
— воспламенения веществ	122	141
— газа в турбореактивном двигателе	125	142
— кипения воды при различных давлениях	141	151
— — различных веществ	139	150

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Температура критическая	184	182
— некоторых процессов и тел	121	140
— плавления различных веществ	135—137	148, 149
— пламени источников нагрева	123	142
Температурные шкалы	118, 22а	138, 572
Температурный коэффициент сопротивления	202	198
Тепловозы	326	309
Тепловой баланс процессов, двигателей, установок	117	136
Тепловые величины и единицы	21	54
Теплоемкость воды, удельная	131	146
— воздуха, удельная	134	147
— газов и паров, удельная	134	147
— жидкостей, удельная	130, 132, 133	145, 146
— твердых веществ, удельная	129	144
Теплоизоляционные материалы	150	156
Теплопроводность газов и паров, коэффициент	149	156
— жидкостей, коэффициент	148	155
— различных материалов, коэффициент	146, 147	153, 154
Теплота испарения (парообразования), удельная	142—144	152
— плавления, удельная	137	149
— резания	460	427
— сгорания топлив	151—155	157—159
Теплофикация	546	506
Теплоходы	342	318
Термисторы	417	386
Термометры	391, 392	357—360
— электрические	393	360
Термопары	434—436	405—408
Термоэлектродвижущие силы термопар, металлов и сплавов	211, 212, 434, 435	204, 205, 405, 407
Тесла	6, 23, 28а	36, 58, 572
Ток (величина) в некоторых случаях	195	193
—, допускаемый в проводах и кабелях	196	194
Токи высокой частоты, применение	479	455
Токарные станки	381	348
Тонна	6, 7	35, 37
Топливный баланс СССР	525	491
Топливо, добыча	516	487
Топливо для ЖРД и ракет	155	159
Тор	6, 11, 17	36, 46, 50
Точка кипения воды при различных давлениях	140, 141	151
Точки кипения веществ	139	150

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Точность электроизмерительных приборов, классы	37	88
Трактор Блинова	288	288
Тракторы, основные данные	284	284
—, производство	517	487
Трамваи, основные данные	338	316
Транзисторы	415, 416	384, 385
Трансформаторы	318—320	304, 305
Тритий	251	231
Тритон	251	231
Троллейбусы	337	316
Турбины паровые, основные данные	291, 294, 295	289, 291, 292
—, производство	515	485
Турбогенераторы	293, 294, 297, 490	290, 291, 292, 470
Турбоходы	343	319
Турбоэлектроходы	343	319
Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин	73	110
— усилие, развиваемое некоторыми машинами	70, 71, 324, 326, 327	109, 308, 309, 310
Тяжелая вода	39, 166	91, 165
У		
Угол отражения и преломления	5	33
— поворота	5	33
— полного отражения, предельный	240	219
Удельная теплоемкость веществ	129—134	144—147
Удельное сопротивление некоторых материалов	198	195
Удельный расход топлива на электростанциях	491	470
Узел морской	16	49
Ультразвук	114	134
—, применение	486	465
Ультрафиолетовые волны (лучи)	484	462
Унция	16	49
Уран (планета)	266	250
Ускорение автомобилей, троллейбусов, электросекций	63—65, 331, 337	107, 313, 316
Ускорения, встречающиеся в технике	61	105
Ускорение силы тяжести, зависимость от широты	62	106
— — — на небесных телах	266	250
— — — нормальное	260	244

	Номера таблиц	Номера страниц
Условные графические обозначения, наносимые на шкалы электроизмерительных приборов	32	70
Ухо человека	113	133
Ф		
Фарада	6, 23, 24, 27	36, 58, 61, 65
Фарадея (число)	31	69
Ферми	30	68
Физика Земли, некоторые данные	260	244
Физические константы	31	68
Фон	20	53
Фотоаппараты	446	416
Фотон	249, 250	225, 227
Фотообъективы	447	417
Фотоумножители	433	404
Фотоэлементы, различные виды	428—430	398—401
Фраунгоферовы линии	241	219
Фрезерные станки	382	349
Фунт	16	49
Фут	16	49
Ц		
Цементация	461	429
Центнер	6, 7, 11	36, 37, 45
Центробежное литье	468	440
Циклон	376	345
Ч		
Частота колебаний музыкальных тонов	106	129
Частотный диапазон голоса певцов	108	130
— — звуков музыкальных инструментов	107	129
Черная металлургия, производство продукции	515	485
Ш		
Шкала Кельвина и Международная практическая	22а, 118	138, 572
— твердости Мооса	466	435
— скорости ветра (Бофорта)	262	246
— электромагнитных волн	248	223
Э		
Экскаваторы, различные виды	367, 368	338, 339
Электрификация	534—540	497—502
Электрическая дуга	126	143

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Электрические лампы осветительные, характеристики	438, 440, 441	409, 411, 412
— печи, дуговые	477, 478	454, 455
Электробытовые приборы, производство	515, 520	486, 489
Электровозная тяга	329	311
— — на переменном токе	330	312
Электровозы, основные данные	327	310
Электродвигатели большой мощности	322	307
—, единая серия	321	306
Электродвижущие силы гальванических элементов	394	361, 362
Электроискровые станки	385	351
Электролиз	472—476	446—453
Электромагнитные волны	219, 248	209, 223
Электромагниты подъемные	371	341
Электрометаллургия	477	454
Электрон, заряд	30, 31, 250	68, 227
—, масса	31, 250, 252	68, 227, 231
Электронвольт	6, 30, 254	36, 67, 239
Электронно-лучевые трубки	423	394
Электронные лампы	403—409	373—379
— микроскопы	449	418
Электропередачи высоковольтные	501—506	478, 479
Электросекции железнодорожные	331	313
Электростанции атомные	495, 496	472—474
— гидравлические	497, 498	475, 476
—, мощность	209, 497, 498	203, 475, 476
— передвижные	493	471
Электростанция, подземногазовая	494	471
— тепловая сверхвысоких параметров	492	470
— солнечная	500	477
Электротрактор	375	345
Электротяга	327, 329—332	310—314
Электрохимические эквиваленты веществ	206	201
Электроэнергия, производство и потребление в СССР	536—538	499—501
Элементарные частицы	249, 250	225, 227
Элементы гальванические	394	361
— искусственные, радиоактивные	271	255
— химические	269	251
— —, открытые с помощью спектрального анализа	247	222
Энергетические затраты при различной деятельности человека	157, 158	160, 161
Энергетическое машиностроение, производство продукции	515	485

Продолжение

	Номера таблиц	Номера страниц
Энергия, запасы	527	492
—, мировое производство и потребление	528	493
—, соотношение между единицами	18	51
— кванта	235	217
— электрическая, производство	536	499
Эрг	6, 9, 18	36, 41, 51
Эрстед	6, 26	36, 64
Эхолоты	486	466
Ю		
Юнга модуль	170	167
Юпитер	266	250
Я		
Ядерные реакции	256	240
Ядерный взрыв, характеристика	259	243
Ядро атома, некоторые данные	252	232
Ярд	16	49
Яркость источников света	222, 226	210, 212

Добавление к таблице 362

Корабль-спутник «Восток-2». Старт был дан 6 августа 1961 г. в 9 ч по московскому времени с космодрома Байконур. Главные задачи полета — исследования влияния на человеческий организм длительного полета по орбите и спуска на Землю, исследования работоспособности человека при длительном пребывании в условиях невесомости.

Основные части корабля: кабина пилота, приборный отсек и отсек с тормозной двигательной установкой. В кабине размещалась аппаратура систем обеспечения жизнедеятельности, управления, часть радиооборудования, оптическое устройство 3-х и 5-ти кратного увеличения для визуальных наблюдений через иллюминаторы, две малогабаритные телевизионные камеры (с четкостью строк 100 и 400, передававшие 10 кадров в секунду). Давление в кабине было равно 1 *атм*, температура колебалась от 10 до 22° С, относительная влажность составляла 50—70%.

Для получения дополнительных данных о влиянии космической радиации на живые организмы на борту корабля находились биологические объекты.

В приборном отсеке размещалось радиооборудование, аппаратура управления, система терморегулирования. Аппаратура ручного управления давала возможность пилоту управлять ориентацией корабля в пространстве, в случае необходимости — произвести посадку в выбранном районе, регулировать параметры атмосферы кабины и т. д. В полете космонавт, согласно программе, дважды переходил на ручное управление кораблем (на первом и седьмом витках), при этом аппаратура управления действовала четко.

В оболочке кабины имелись три иллюминатора, защищенных жаропрочными стеклами и служивших для наблюдения во время полета, и два быстро открывающихся люка. При наблюдении за поверхностью Земли можно было различить реки, горы, поля; хорошо были видны облака.

На корабле имелась аппаратура трех двусторонних радиотелефонных линий связи: две на КВ, работавших с амплитудной модуляцией (их частоты составляли 15,765 и 20,006 *Мгц*), и одна на УКВ (частота 143,625 *Мгц*). Все приемники были выполнены на полупроводниковых приборах. На протяжении всего полета осуществлялась надежная двусторонняя связь космонавта с Землей.

Приземлиться пилот мог двумя способами: в корабле и вне корабля — путем отделения на небольшой высоте кресла с космонавтом от корабля и последующего спуска на парашютах. Космонавт использовал второй способ приземления.

7 августа, после включения автоматической системы спуска, «Восток-2» в 10 *ч* 18 *мин* благополучно приземлился в заданном районе (вблизи поселка Красный Кут Саратовской области). Число совершенных кораблем оборотов вокруг Земли — более 17, время полета — 25 *ч* 18 *мин*, пройденное расстояние — более 700 000 *км*.

Основной и самый важный итог полета космонавта Г. С. Титова на корабле «Восток-2» — доказательство полного сохранения работоспособности человека в течение всего 25-часового пребывания в космосе.

22а. Система единиц МКСГ

Для измерения тепловых величин с 1 июля 1962 г. ГОСТ 8550-61 устанавливает систему единиц МКСГ, основные единицы которой — *метр, килограмм, секунда, градус Кельвина.* (Определения этих единиц см. в табл. 9,28а.)

Система МКСГ предусматривает применение двух температурных шкал — термодинамической и Международной практической.

Термодинамическая температурная шкала принимается в качестве основной. Для практических измерений температуры может применяться Международная практическая температурная шкала 1948 г., которая основана на шести воспроизводимых температурах (первичных постоянных точках), указанных в табл. 118 (за исключением температуры таяния льда, которая по ГОСТ 8550-61 заменена температурой тройной точки воды).

В обозначениях градусов Кельвина или Цельсия в тексте, не содержащем числового значения температуры, а также в сокращенных обозначениях единиц измерения, должны применяться обозначения «*град*» (русскими буквами) или «deg» (латинскими буквами). Например, единицы измерения удельной теплоемкости сокращенно обозначаются русскими буквами $\frac{дж}{кг \cdot град}$, $\frac{кал}{г \cdot град}$ и латинскими $\frac{J}{kg \cdot deg}$, $\frac{cal}{g \cdot deg}$.

Для измерения тепловых величин ГОСТ 8550-61 допускает как временную меру применение внесистемных единиц — калории и производных от нее единиц. Определением калории является следующее соотношение между калорией и джоулем: 1 *кал* = 4,1868 *дж*.

Установленные ГОСТ 8550-57 единицы измерения тепловых величин и размеры этих единиц (табл. 21, 22) такие же, как и в системе МКСГ (лишь в сокращенных обозначениях единиц в указанных таблицах согласно ГОСТ 8550-61 вместо обозначения «grad» должно быть обозначение «deg»).

Система МКСГ является частью Международной системы единиц СИ (см. табл. 28а).

28а. Международная система единиц

XI Генеральная конференция по мерам и весам (октябрь 1960 г., Париж) приняла Международную систему единиц, обозначаемую символом **SI** или в русском написании СИ. ГОСТ 9867-61 предусматривает введение этой системы с 1 января 1963 г. и определяет ее предпочтительное применение во всех областях науки, техники, народного хозяйства, а также при преподавании.

Система СИ имеет шесть основных единиц: длины — метр (*м*, *m*); массы — килограмм (*кг*, *kg*); времени — секунда (*сек*, *s*); температуры термодинамической — градус Кельвина (° K, ° K); силы электрического тока — ампер (*а*, *A*); силы света — свеча (*св*, cd) и две дополнительные единицы: плоского угла — радиан (*рад*, rad) и телесного угла — стерадиан (*стер*, sr).

Ниже даются определения основных единиц Международной системы и приводятся важнейшие производные единицы и их размеры. (Определения метра, килограмма и секунды см. табл. 9.)

Ампер — сила неизменяющегося тока, который, проходя по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 *м* один от другого в вакууме, вызвал бы между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ единицы силы Международной системы на каждый метр длины.

Градус Кельвина — единица измерения температуры по термодинамической температурной шкале, в которой для температуры тройной точки воды установлено значение 273,16° К (точно).

Свеча — единица силы света, значение которой принимается таким, чтобы яркость полного излучателя при температуре затвердевания платины была равна 60 *св* на 1 $см^2$.

Важнейшие производные единицы системы СИ: площади — квадратный метр (1 $м^2$); объема — кубический метр (1 $м^3$); частоты — герц (1 : 1 *сек*); плотности (объемной массы) — килограмм на кубический метр (1 *кг* : 1 $м^3$); скорости — метр в секунду (1 *м* : 1 *сек*); угловой скорости (1 *рад* : 1 *сек*); ускорения — метр на секунду в квадрате (1 *м* : $сек^2$); углового ускорения — радиан на секунду в квадрате (1 *рад* : 1 $сек^2$); силы — ньютон (1 *кг* · 1 *м*) : (1 $сек^2$); давления (механического напряжения) — ньютон на квадратный метр (1 *н* : 1 $м^2$); динамической вязкости — ньютон-секунда на квадратный метр (1 *н* · 1 *сек*) : (1 $м^2$); кинематической вязкости — квадратный метр на секунду (1 $м^2$: 1 *сек*); работы, энергии, количества теплоты — джоуль (1 *н* · 1 *м*); мощности — ватт (1 *дж* : 1 *сек*); количества электричества, электрического заряда — кулон (1 *а* · 1 *сек*); электрического напряжения, разности электрических потенциалов, электродвижущей силы — вольт (1 *вт* : 1 *а*); напряженности электрического поля — вольт на метр (1 *в* : 1 *м*); электрического сопротивления — ом (1 *в* : 1 *а*); электрической емкости — фарада (1 *к* : 1 *в*); потока магнитной индукции — вебер (1 *к* · 1 *ом*); индуктивности — генри (1 *вб* : 1 *а*); магнитной индукции — тесла (1 *вб* : 1 $м^2$); напряженности магнитного поля — ампер на метр (1 *а* : 1 *м*); магнитодвижущей силы — ампер (1 *а*); светового потока — люмен (1 *св* · 1 *стер*); яркости — свеча на квадратный метр или нит (1 *св* : 1 $м^2$); освещенности — люкс (1 *лм* : 1 $м^2$).

Примечания. 1. Электрические и магнитные единицы Международной системы устанавливаются для рационализированной формы уравнений электромагнитного поля.

2. Для образования кратных и дольных единиц измерения используются приставки, указанные в табл. 4.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Об использовании таблиц справочника 5

Часть I. **Физико-технические величины**

Меры и единицы измерения физико-технических величин. Условные графические обозначения 29

Часть II. **Таблицы по физике и технике**

I раздел.

Таблицы физических величин 89
Механика . . . . . —
Акустика 127
Молекулярная физика и теплота 135
Электричество и магнетизм 188
Оптика 210
Строение атома 225
Данные из области геофизики, астрономии и химии 244

II раздел.

Данные о машинах, технических установках и устройствах, приборах, технологических процессах и крупных сооружениях 278
Автомобили, мотоциклы и мотороллеры . . . . . —
Тракторы 284
Паросиловые установки и турбогенераторы 288
Двигатели внутреннего сгорания и реактивные двигатели 295
Гидротурбины и гидрогенераторы 298
Генераторы, трансформаторы, электродвигатели и ветродвигатели 303
Локомотивы 308
Троллейбусы и трамваи 316
Суда 317
Летательные аппараты 322
Строительные и подъемные машины 337
Сельскохозяйственные машины 342
Станки 347

Компрессоры. Сжатые газы в технике 352
Термометры 357
Химические источники тока 361
Электронные лампы. Полупроводниковые приборы. Радио- и телевизионные устройства 367
Фото- и термоэлектричество. Фотоэлементы. Термопары 398
Электрические осветительные приборы 409
Оптические приборы 414
Данные о технологических и производственных процессах . . . 423
Рентгеновские, инфракрасные, ультрафиолетовые и гамма-лучи . 457
Применение их в технике. Методы контроля производственных процессов . . . . . —
Типы электростанций. Характеристики электростанций 469
Передача электроэнергии. Линии электропередач 478
Некоторые крупные сооружения 480

III раздел.

Данные о народном хозяйстве СССР 485
Производство продукции . . . . . —
Механизация, электрификация и автоматизация в народном хозяйстве СССР. Теплофикация 494

Часть III. **Памятные даты истории науки и техники**

I раздел.

Даты жизни крупнейших ученых-физиков, изобретателей и деятелей техники 508

II раздел.

Хронологическая таблица знаменательных событий в развитии науки и техники 512
Указатель таблиц 535
Алфавитный указатель 553
Добавление к таблице 362 571
22а. Система единиц МКСГ 572
28а. Международная система единиц . . . . . —

Анатолий Сергеевич Енохович

Физика. Техника. Производство

Редактор *И. В. Алексеева*
Переплет художника *В. Т. Сидоренко*
Художественный редактор *Б. Л. Николаев*
Технические редакторы *В. И. Корнеева* и *М. И. Смирнова*
Корректор *В. Г. Соловьева*

* * *

Сдано в набор 3/VI 1961 г. Подписано к печати 29/XII 1961 г. 84×108¹/₃₂. Печ. л. 36 (29,52)+0,39 вкл. Уч.-изд. л. 37,67+вкл. 0,25 Тираж 62 тыс. экз. А11719
Заказ № 2584.

* * *

Учпедгиз. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

Типография № 2 им. Евг. Соколовой
УПП Ленсовнархоза.
Ленинград, Измайловский пр., 29

Цена без переплета 1 р. 03 коп. Переплет 15 коп.