

С.Кырыкбайулы, М.С.Садуов,

ЛАБОРАТОРНОЕ ДЕЛО



С. Кырыкбайулы, М.С. Садуов, Т.А. Махышев,
Д.С. Уразбекова, А.А. Жумагелдиев

ЛАБОРАТОРНОЕ ДЕЛО

Алматы, 2009

БК 48.Ея73

619(042)

Л 125

Под редакцией доктора ветеринарных наук, профессора С.Кырыкбайулы и кандидата биологических наук, доцента М.С.Садуова

Рецензенты: Заведующий лабораторией Ветеринарной санитарии КазНИВИ, кандидат ветеринарных наук, Досанов К.Ш., профессор кафедры патологии и паразитологии КазНАУ, доктор биологических наук, Сабаншиев М.С.

В учебном пособии отражены основные сведения и вопросы по дисциплине "Лабораторное дело", в частности изложены понятия по разделам: лабораторная посуда, техника и аппаратура, химические реактивы, техника приготовления растворов и расчеты, красители и бактериологические краски и среды и лабораторные животные. В доступной степени освещены технологии использования приборов и оборудования и «эксплуатации» различных видов лабораторных животных - кроликов, морских свинок, мышей, крыс и т. д., а также приведены сведения о наиболее распространенных болезнях этих «двигателей» науки в биологии, в частности в Ветеринарии.

Учебное пособие предназначено для студентов, стажеров, магистрантов, аспирантов ветеринарных специальностей высших учебных заведений и колледжей биологического профиля, а также для начинающих специалистов лабораторий.

Рекомендовано к печати УМС КазНАУ в качестве учебного пособия.

ВВЕДЕНИЕ	
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
ГЛАВА 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЗАДАЧИ	
ГЛАВА 2. ВЕТЕРИНАРНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ И ТЕХНИКА РАБОТЫ В НИХ	
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ	
2.1 Структура ветеринарных лабораторий	
2.2. Охрана труда и техники безопасности в ветеринарных лабораториях	
2.3.	
2.4. Первая помощь при несчастных случаях	
Контрольные вопросы	
ГЛАВА 3 ЛАБОРАТОРНАЯ ПОСУДА И ТЕХНИКА РАБОТЫ С НЕЙ	
3.1 Посуда общего назначения	
3.2 Посуда специального назначения	
3.3 Мерная посуда	
3.4 Фарфоровая и высококачественная	
3.5 Кварцевая посуда	
3.6 Некуда из пластических материалов	
3.7 Подготовка лабораторной посуды	
3.7.1 Физические методы	
3.7.2 Химические методы	
3.7.3 Сушка лабораторной посуды	
Контрольные вопросы	
ГЛАВА 4 ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕХНИКА	
4.1 Оборудование и аппаратура	
4.1.1 Аппаратура для диагностики	
4.1.2 Аппаратура для диагностики	
88	
4.1.3 Аппаратура для взвешивания	
4.1.4 Аппаратура для приготовления растворов	

ГЛАВА 5 ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ	157
5.1 Химические реактивы	157
5.2 Техника обращения с реактивами	159
5.3 Технология и порядок приготовления растворов	164
5.3.1 Понятие о растворах	164
5.3.2 Классификация растворов	166
5.3.3 Техника приготовления растворов	169
5.4 Красители и бактериологические краски	200
5.4.1 Красители	200
5.4.2 Бактериологические краски	204
Контрольные вопросы	207
ГЛАВА 6 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЖИВОТНЫЕ	209
6.1 Позвоночные лабораторные животные	209
6.2 Беспозвоночные лабораторные животные	213
6.3 Генетическая характеристика лабораторных животных	217
6.4 Основы разведения лабораторных животных	220
6.5 Содержание и содержание лабораторных животных	225
6.5.1 Кормление лабораторных животных	225
6.5.2 Условия содержания лабораторных животных	231
6.5.3 Клетки, стеллажи и другой инвентарь для лабораторных животных	236
6.6 Использование лабораторных животных	244
6.6.1 Способы введения материала в животный организм	246
6.6.2 Содержание и исследование животных во время опытов	251
Контрольные вопросы	256
ГЛАВА 7 БОЛЕЗНИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ	258
7.1 Инфекционные болезни	259
7.1.1 Вирусные болезни	259
7.1.2 Бактериальные болезни	259

Решение продовольственно-кормовых проблем является одним из ведущих направлений государственной политики на основе которого происходят все дальнейшие мероприятия. В этой связи много внимания уделяется агропромышленному сектору Республики Беларусь.

Одной из главных задач, стоящих перед комплексом Республики, является повышение эффективности производства, где решающую роль играют повышение эффективности использования ресурсов, рационально-интенсивное развитие отрасли агропромышленного комплекса, стимулирование оплаты труда, что способствует повышению производительности и улучшение качества продукции.

В решении этой комплексной задачи, обеспечения страны, немаловажную роль играет животноводство, на развитие которого уделяется особое внимание. Чтобы обеспечить развитие отрасли необходимо улучшить состав поголовья скота, повысить эффективность производства, сократить издержки производства, внедрить новые технологии, добиться высокой окупаемости вложений.

Успешное развитие животноводства требует улучшения ветеринарного обслуживания, интенсификации научных исследований, повышения продуктивности и сохранение

новые лечебно-профилактические препараты, приборы и оборудование, прогрессивные способы профилактики болезней и лечения сельскохозяйственных животных.

Известно около 300 нозологических единиц инфекционных болезней животных, большая часть которых особо опасные. В настоящее время известно то, что от животных человеку передаются свыше 184 видов различных болезней, в частности - от лошадей более - 50, КРС - 50, свиней - 46, птиц - 26, рыб - 20 и т.д. Кроме того, ежегодно от пищевых отравлений в странах СНГ страдают от 6,5 до 33 млн. человек, из них умирают от 6000 до 9000 человек. По оценке ВОЗ, пищевые отравления ежегодно поражают 1,5 млрд. человек. Поэтому в повседневной работе ветеринарных врачей, как медицины, так и санитарии, одним из наиболее ответственных направлений должна оставаться профилактика инфекционных болезней, а в случае их появления - точная и своевременная диагностика, безотлагательное использование научно обоснованных мер и мероприятий по их ликвидации.

Однако, диагностику болезней, определение качества продуктов питания невозможно осуществлять без знания современных методологических новшеств и методик диагностики, а также без проведения разнообразных лабораторных исследований. Широкие исследования, проводимые в различных отраслях биологии и ветеринарии, требуют все большего применения современной технологии, техники, оборудования и различной лабораторной посуды и приборов.

Научно-технический прогресс оказывает возрастающее влияние на развитие биологии и ветеринарии, что естественно вызывает необходимость усовершенствования методов и методик исследований, улучшения качества и возможностей аппаратуры, приборов, используемых для изучения жизнедеятельности животных организмов. Пожалуй, нет ни одной области ветеринарно-биологических исследований, в которой не использовались бы современные, достаточно сложные приборы и аппаратура, основанные на достижениях радиотехники, физики, оптики, биологии и других наук.

Совершенно естественно, что применение сложной техники требует от специалистов ветеринарно-биологического профиля дополнительных знаний и выработки определенных навыков при ее применении и эксплуатации. Значительные затруднения при планировании экспериментальных исследований для ветеринарного врача представляет выбор необходимого материала, подбор оптимального варианта

оснащения приборами и аппаратурой, препаратами для проведения тех или иных изысканий, что связано с тем, что в доступной литературе отсутствуют систематизированные сведения о современных приборах и оборудовании для ветеринарно-биологических исследований.

Основным источником таких сведений являются отдельные статьи в специальных журналах, изданиях министерств и ведомств или рекламные материалы зарубежных фирм. В этих материалах приводятся в основном краткие технические характеристики, что является недостаточным для составления представлений о возможностях рационального использования и получения максимального эффекта по интересующей исследователя технике. С другой стороны, технические описания написаны подчас языком, доступным лишь технически подготовленным специалистам.

Нельзя забывать также о таких простых вещах как порядок подготовки реактивов, красок, бактериальных сред и, наконец, о подготовке пробирок, колб и т.д., т.е. необходимой лабораторной посуды. Ведь объективность и правильность результатов исследований зависит от того, как промыта, очищена и подготовлена лабораторная посуда и, конечно же, от подбора реактивов, их правильной подготовки.

Таким образом, постановка диагноза больным животным, оценка качества продуктов и сырья животного и растительного происхождения и многие другие вопросы решаются на основе лабораторных исследований. Объективность и ценность лабораторных исследований зависит от таких факторов как выбор самого метода, подготовки оборудования, приборов, посуды и реактивов, условий взятия, транспортировки и хранения проб биологического материала, антикоагулянтов, консервантов и т.д.

Для специалистов Ветеринарии и биологического профиля в целом знание основных типов лабораторной посуды, техники и оборудования и их подготовки, правильное проведение расчетов и приготовления растворов, видов и особенностей лабораторных животных для лабораторных исследований имеет большее значение для их эффективной практической деятельности.

На основе выше изложенного, начиная с 1998 года, для Ветеринарных специальностей в программу подготовки введен предмет "Лабораторное дело". Ранее для ветеринарных специальностей факультетов и вузов СССР такой предмет не предусматривался учебным планом. Хотя в медицинских вузах усовершенствования врачей этот предмет изучается давно, готовятся и выпускаются такие специалисты как врачи-исследователи, фальцеры-лаборанты и сестры-лаборанты, тогда как работники

ветеринарных лабораторий проходят подготовку в крупных лабораториях (республиканских, областных) практически заново, что создаст определенные трудности с переподготовкой, обуславливая дополнительные затраты в целом.

Исходя из этого, перед нами стоит задача комплексной подготовки будущих ветеринарных врачей всех специальностей и специализаций как врачей-исследователей с твердыми навыками проведения любых лабораторных исследований. Для этого и изучается предмет "Лабораторное дело", который знакомит будущих исследователей с оборудованием, техникой, лабораторными животными, порядком их подготовки и проведения самостоятельных исследований с тем, чтобы специалист в будущем легко мог ориентироваться и оптимально использовать свои возможности.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРЕДМЕТА, ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ

"Лабораторное дело" предусматривает методическое, техническое, организационное обеспечение и практическое выполнение лабораторных исследований:

- биологических жидкостей человека и животных с целью профилактики, диагностики болезней и контроля над результатами лечения;
- объектов окружающей среды для определения степени их загрязнения биологическими, химическими агентами, а также воздействия физических факторов;

- по охране окружающей природной среды, обеспечению оптимальных санитарно-гигиенических условий труда работников агропромышленного комплекса, ветеринарно-санитарного состояния животных, животноводческих помещений, пастбищ, кормов, воды и т.д.;

продуктов и сырья животного и растительного происхождения с целью профилактики заболеваний животных и предупреждения распространения инфекционных и инвазионных болезней человека и животных.

Как видно из задач, "Лабораторное дело" тесно связано со всеми клиническими, ветеринарными, общebiологическими и другими дисциплинами. Конечно же, любые лабораторные исследования не обходятся без приборов, оборудования и реактивов. Поэтому "Лабораторное дело" основывается на достижениях технических наук - физики, химии и других фундаментальных наук.

Следует отметить, что на протяжении многих лет животноводство Казахстана изучалось время от времени, как бы "набегами" различными научно-исследовательскими экспедициями. Так, в 15- 20-х гг. XIX столетия доктор Бунге выяснил причины вспышек сибирской язвы и чумы крупного рогатого скота. В последующем были организованы комплексные экспедиции в 1872-1874-1888гг. С 1893г. в Казахстане создаются областные ветеринарные общества, которые долгое время выступали в качестве научных учреждений, как основная организующая сила, стоящая у истоков ветеринарной науки, указывая пути и масштабы научных изысканий.

Деятельность таких обществ сводилась к решению трех основных задач:

- 1) научной, производственной и организационно-диагностической;
- 2) консультативно-методической;
- 3) педагогической и пропагандистской.

Вторая половина XIX века в России, как и в других странах Европы, характеризовалась открытием медицинских и ветеринарных бактериологических лабораторий и станций, развитием медицинской, ветеринарной и сельскохозяйственной микробиологии. В 1887г. были организованы Харьковская и Дерптская (Юрьевская) бактериологические станции, в 1890г. создана Саратовская ветеринарно-бактериологическая лаборатория и др. В 1897 году в России работало 25 ветеринарно-бактериологических лабораторий и станций.

22 января 1898г. в Петербурге была открыта ветеринарно-бактериологическая лаборатория и ветеринарное управление при министерстве внутренних дел. Основными задачами Петербургской ветеринарно-бактериологической лаборатории явились: изготовление и рассылка, по требованиям губерний, противосибирязвенных вакцин и других прививочных материалов, проверка новых биопрепаратов; диагностические исследования патологического материала, присылаемого с периферии; научные исследования различных вопросов эпизоотологии; проведение занятий по бактериологии на курсах ветеринарных врачей, прикомандированных к лаборатории для научного усовершенствования. После Октябрьской социалистической революции на базе этой лаборатории был организован Государственный институт экспериментальной ветеринарии, который в 1930г. преобразован в ВИЭВ.

Вопрос об организации ветеринарно-бактериологических лабораторий в Казахстане был впервые поднят Уральским ветеринарным обществом по инициативе областного ветеринарного инспектора А.П.Петровского. Необходимость создания такой лаборатории в г.Уральске была вызвана массовой гибелью верблюдов от неизвестных заболеваний. В 1897г. там была организована лаборатория с четырьмя степными отделениями и пятью походными лабораториями, которая провела большую работу по диагностике инфекционных, инвазионных и других болезней животных, приготовлению вакцин и бактериальных ядов, изучению болезней верблюдов. Она обслуживала поголовье

животных бывшей Уральской области (ныне территория Западно-Казахстанской, Актюбинской, Мангышлакской и Атырауской областей).

Научно-исследовательская работа, проводимая Уральской ветеринарно-бактериологической лабораторией, вскоре стала широко известна не только в Казахстане, но и по всей Российской империи. Учитывая положительный опыт работы этой лаборатории, многие ветеринарные врачи неоднократно обращались к царскому правительству с предложениями по организации ветбаклабораторий и в других областях Казахстана. Однако, все предложения оставались без должного внимания. Также не нашло поддержки предложение об организации центральной научно-исследовательской ветеринарной станции.

В период Гражданской войны резкое сокращение количества ветеринарных врачей и усиление деятельности скотопромышленников привело к ослаблению ветеринарного дела и распространению эпизоотии в Казахстане. Коренное улучшение организации ветеринарного дела в стране принес созванный в ноябре 1921г. Всероссийский съезд ветеринарных работников, который определил единство государственного планирования борьбы с эпизоотиями, наметил пути ликвидации сапа лошадей, чумы и периневмонии КРС, чумы свиней, сибирской язвы, чесотки и др.

Съезд разработал единую структуру построения ветеринарной службы губернского и областного значений, утвердил первые положения "О ветеринарно-бактериологических институтах" и "О губернских ветеринарно-бактериологических лабораториях".

В 1921г. В.С.Бобровский назначается начальником Ветеринарного управления Народного Комиссариата Земледелия. Под его руководством специальная комиссия приступила и разработала проект Ветеринарного закона (Устава). В ноябре 1923г. проект ветеринарного Устава был рассмотрен и утвержден на сессии ВЦП К и получил силу Закона. Центральное ветеринарное управление, возглавляемое В.С.Бобровским, особую заботу проявило о развитии сети ветеринарных учреждений - создавалась сеть новых бактериологических лабораторий.

В Казахстане ветеринарная организация начала оформляться как юридическая единица только со времени организации Кир.ЦИК и Совнаркома Киргизской Республики. 18 сентября 1920г. при Наркомземе Киргизской Республики был организован Центральный ветеринарный отдел. По поручению Кирревкома первым организатором и начальником Центрального ветеринарного отдела Кирнаркомзема стал А. П. Сейдалин, окончивший Казанский ветеринарный институт в 1904 году.

С 1924г. количество ветучреждений и ветспециалистов заметно увеличилось. Организовались ветврачебные участки, пункты, ветбакинститут. Особенно быстро ветеринария в Казахстане стала развиваться в послевоенные годы. Были организованы областные, районные ветеринарные лаборатории. Большую роль в организации ветлабораторной службы в Казахстане сыграли У.Б.Базанов, И.А.Квятковский, Т.И.Исенгулов, С.А.Аманжолов, А.Р.Абишев, Н.Ж.Жанузаков, академик З.К.Кожебеков и др.

В разработке диагностических методов и препаратов следует отметить работы профессора Бучнева К.Н. (диагностика бешенства), Рослякова А.А. (изучение вирусов), профессоров Матвиенко Б.А., Толысбаева Б.Т., Бияшева К. Б., Сайдулдина Т.С., Иванова Н.П., Сабаншиева М.С., Белобаб И. и многих других ученых.

По СНГ в разработке методик лабораторных исследований в ветеринарии большую работу проделали профессора Шур И. В., Колоболотский Г.В., Горегляд Х.С., Федотов Б.Н., Поляков А.А., Блинов П.И., Антонов В.Я., Дымко Е.Ф., Кожебеков З.К., Шуклин Н.Ф., Телеугали Т.М., Кырыкбайулы С.К и многие другие.

Глава 2 ВЕТЕРИНАРНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

2.1 Структура ветеринарных лабораторий

Ветеринарные лаборатории (от лат. Laboro - работаю), учреждения, в которых проводятся исследования различных объектов, изучение их свойств, состава, строения и происходящих в них химических и биологических процессов.

Основными единицами ветеринарной сети являются ветлаборатории и научно-исследовательские учреждения. Последние предназначены для исследовательских целей и организованы на основе специальных положений. А входят в состав научно-исследовательских или учебных заведений. По положению в системе Государственной ветеринарной сети ветлабораторий разделяются на Республиканские, областные, городские, межрайонные и районные.

Основные задачи ветлабораторий: разработка и организация по заданию ветеринарных органов ветеринарно-санитарных мероприятий по предупреждению и ликвидации заболеваний; проведение диагностических исследований и исследований кормов и воды, мяса и молока и других пищевых продуктов; оказание помощи ветеринарным учреждениям и ветеринарным работникам хозяйств и предприятий в зоне деятельности ветеринарных лабораторий в организации ветеринарно-санитарных мероприятий и т. д.

В задачи Республиканской и областных ветлабораторий, кроме того, входит проведение радиологических исследований объектов ветеринарного характера, методическое руководство работой городских, межрайонных и районных ветеринарных лабораторий, а также оказание помощи ветеринарным органам и учреждениям области в организации и проведении необходимых ветеринарно-санитарных мероприятий.

Для выполнения своих задач ветлаборатории производят: - бактериологические, биологические, серологические, токсикологические, патологоанатомические, гистологические и др. исследования материалов, поступающих из хозяйствующих субъектов или ветучреждений;

- аллергические и другие исследования животных непосредственно в «хозяйствах» и частном секторе;
- сообщение учреждениям и лицам, приславшим материал результатов исследований и заключений с соответствующими рекомендациями;
- изучение ветеринарно-санитарного и эпизоотического состояния хозяйствующих субъектов и населенных пунктов;
- анализ эффективности ветеринарных мероприятий в зоне деятельности лабораторий;
- разработку и организацию ветеринарно-санитарных мероприятий по предупреждению и ликвидации заболеваний животных в обслуживаемой зоне;
- консультацию ветеринарных учреждений и отдельных специалистов, а также работников крестьянских хозяйств, фермеров, частных лиц и предпринимателей по вопросам борьбы с болезнями животных;
- внедрение в практику работы учреждений, хозяйств, ферм и частного сектора передового опыта ветеринарного обслуживания и достижений ветеринарной науки, информирование и пропаганду ветеринарных знаний среди населения в целом.

Структура и штаты ветлабораторий зависят от местных условий и объема проводимых исследований. Так, например, для областных ветеринарных лабораторий предусмотрены отделы: бактериологический, серологический, протозоологический, химико-токсикологический, клинико-диагностический, пищевой, патологоанатомический, радиологический и отдел по исследованию и анализу кормов. Некоторые ветлаборатории, кроме того, имеют производственный отдел и группу эпизоотологии. В межрайонных и районных лабораториях, как правило, имеются бактериологические, серологические и химико-токсикологические отделы.

Ветеринарную лабораторию возглавляет директор - ветеринарный врач; отделы - заведующий-ветврач; штат отделения - лаборант и препаратор или санитар. В штаты некоторых отделов могут входить ветврачи-специалисты соответствующих профилей.

По типовому проекту для областной ветлаборатории предусматриваются следующие строения: лабораторный корпус, радиологическая лаборатория с резервуарами для радиоактивных сточных вод, виварий, гараж, склад дезосредств и сарай, печь для сжигания трупов и патологоанатомических материалов. Ветеринарная лаборатория должна иметь светлые, просторные помещения (предпочтительна коридорная

система комнат с расположением их по обе стороны коридора). Высота потолков не менее 3м, ширина коридоров - 2,5-3м, размеры окон - 2,2-2,4м. В каждом окне следует установить легко и удобно открывающиеся форточки. Площадь окон должна составлять 15-20% от общей площади освещаемого помещения. Двери должны иметь ширину не менее 1м, высоту - 2,25м. Полы застилаются линолеумом, метлахской плитой или пластиком. Стены красят масляной краской, а в помещениях с большим скоплением паров (мочевая, автоклавная, бактериологическая, уборная и т.п.) стены выкладываются керамической плиткой. В типовых вет- лабораториях для выполнения определенных видов работ и исследований оборудуются специальные помещения.

Приемная комната (9-15м²) - для поступающего на исследование материала. В этой комнате устанавливают стол покрытый линолеумом, пластиком или стеклом, на котором размещают эмалированные ванночки, пинцеты, ножницы, скальпель и банку с дезинфицирующим раствором. На этом столе производят прием и сортировку поступающего материала. На отдельном столе регистрируют поступающий материал и выдают документы.

Комната для вскрытия животных (17-25м²) должна быть светлой и хорошо вентилируемой, иметь непроницаемые полы, покрытые бетоном или плиткой и стены, выкрашенные масляной краской или выложенные плиткой, водопровод с холодной и горячей водой и канализацию. Во вскрыточной комнате устанавливают стол для вскрытия мелких животных, столик для инструментов, подвижной столик для записи протоколов вскрытий и шкафы для хранения инструментов, халатов, перчаток, реактивов и др.

Бактериологический кабинет (23-32м²) - для проведения бактериологических исследований. В этом кабинете оборудуют стеклянный бокс площадью 7-8м². Кабинет и боксы оснащают бактерицидными лампами. Рабочий стол бактериолога располагают на расстоянии не менее 1м от окна и покрывают линолеумом, пластиком

или стеклом. На столе размещают все необходимые реактивы, приборы, аппараты и принадлежности для приготовления, окрашивания и микроскопии. В боксе должен быть стол, покрытый линолеумом, пластиком или стеклом, на котором располагают все необходимое для посева исследуемого материала на питательные среды и пересевов бактериальных культур. Для выращивания микроорганизмов в бактериологическом кабинете размещают термостат.

В хорошо оборудованных бактериологических кабинетах имеются затемненные боксы для люминесцентной микроскопии. Бактериологические

кабинеты должны иметь аппараты для встряхивания, центрифуги, микроанаэроостат для выращивания анаэробов и др. лабораторное имущество.

Кабинет Асколи (11-14 м²) - для исследования материала на сибирскую язву должен иметь лабораторный стол, на котором размещают штативы для пробирок, пастеровские и измерительные пипетки, биологические препараты и др. материалы, необходимые для реакции преципитации. Для разлива сывороток и антигенов в пробирки желательно иметь аппараты Кольцова или Флоринского, а также автоклав для стерилизации проб козьевого сыра.

Серологический кабинет (20 м²) - для постановки серологических реакций. Оборудуется лабораторными столами, столом для нагревательных приборов и водяных бань и шкафами для лабораторной посуды, биологических препаратов, реактивов и др. материалов.

Бактериологическая кухня (13-16 м²) - для приготовления питательных сред оборудуется лабораторными столами для фильтрования и разлива питательных сред, нагревательными приборами, аппаратами для стерилизации и шкафами для хранения посуды, реактивов, готовых питательных сред и др. материалов.

Автоклавная (13-15 м²), в которой устанавливают автоклавы для стерилизации питательных сред, посуды, обеспложивания патологического материала.

Моечная комната (не менее 15 м²) - для мойки посуды, инструментов и их сушки. Оборудуется столом, покрытым вытяжным шкафом для вытягивания из посуды вредных паров и газов и для последующего ее мытья хромовой смесью, а также двумя открытыми столами для мытья посуды щелочными растворами и чистой водой. Над столами подвешивают доски или полки для сушки посуды.

Клинико-диагностический кабинет (17,7 м²) - для клинико-диагностических исследований крови, желудочного сока, мочи, кала и

др. Кабинет оборудуют лабораторными столами и соответствующей аппаратурой для выполнения необходимых исследований.

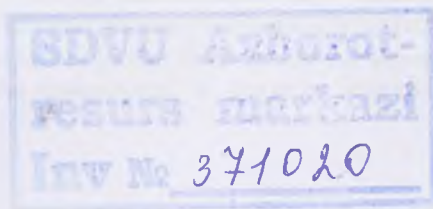
Гистологический кабинет (16,6 м²) - для патолого-гистологических исследований. Он оснащается всем необходимым для изготовления гистологических срезов (микротомы, лабораторный стол для обработки гистологических срезов с необходимым набором посуды, красок и реактивов, рабочее место для микроскопических исследований препаратов). Для хранения банок с консервированными препаратами необходимо иметь лабораторный шкаф или музейную витрину.

Химико-токсикологический кабинет (30,4 м²) - для исследований фуража, продуктов животного происхождения, воды, почвы и патологического материала на содержание ядовитых веществ. Кабинет оборудуют вытяжным и лабораторными шкафами и столами.

Пищевая лаборатория (18,5 м²) - для санитарно-гигиенических исследований мяса, молока, рыбы, яиц и др. продуктов.

Кабинет для исследований качества и анализа кормов (14,2 м²) используется для определения состава и качества кормов, (белков, солей, каротина, витаминов, кислотности силоса, процентного содержания различных несъедобных примесей и т.д.). Кабинет должен быть обеспечен вытяжным и лабораторными шкафами и столами. В вытяжном шкафу размещают электрические приборы для минерализации и сжигания кормов.

Гельминто-протозоологический кабинет (15,4 м²) - для проведения гельминтологических, арахно-энгомологических и протозоологических исследований. На столах размещают все необходимые для проведения гельминтоскопии и гельминтолярвоскопии, а также для арахноэнгомологических и протозоологических исследований.



В некоторых лабораториях имеется *производственный отдел* для изготовления биостимуляторов и др. препаратов. Площадь этого отдела по типовому проекту $31,6\text{м}^2$. В помещении отделения размещают термостатную и боксы.

Кроме указанных кабинетов в лабораторном корпусе республиканских, областных ветеринарных лабораторий по типовому проекту предусматриваются кабинет для врачей эпизоотологов, склад для реактивов, материальный склад для хранения оборудования, посуды, приборов и т.п., фотолаборатория, душ и раздевалки.

Для исследований на *радиоактивную загрязненность* продуктов животноводства, кормов, воды и др. материалов в республиканских, областных ветлабораториях созданы радиологические отделы с резервуарами для радиоактивных сточных вод. Эти отделы размещают в отдельном здании или в общем корпусе ветлаборатории с отдельным изолированным входом.

Радиологический отдел должен иметь по типовому проекту следующие помещения: приемную ($6,36\text{м}^2$), препаратную ($9,9\text{м}^2$), счетную - помещение для радиометрических установок ($16,3\text{м}^2$), кабинет для сотрудников, складское помещение, вентиляционную, душ и санузел.

Важным требованием к планировке, размещению и оборудованию радиологического отдела является обеспечение радиационной безопасности для обслуживающего персонала и устранение возможности загрязнения окружающей среды.

Для содержания подопытных животных ветлаборатории имеют виварии, которые по типовому проекту размещаются в отдельном строении. Для профилактики внутрилабораторного заражения и возможности распространения инфекции при работе в бактериологических отделах ветеринарных лабораторий необходимо соблюдать следующие основные правила:

при работе с материалом необходимо пользоваться пинцетами, иглами, крючками и другими инструментами и ни в коем случае не касаться его незащищенными руками;

все предметы, находящиеся в комнате с заразными материалами, подлежат стерилизации, при отсасывании жидкого материала рекомендуется пользоваться резиновыми грушами, при этом пипетки должны быть закрыты ватными пробками. Всю работу, связанную с посевами и персевами, выделением культур и приготовлением препаратов из

инфицированного материала, проводят в боксах у горелки, обжигая при этом края пробирок, петли, шпатели и др. Пробирки, колбы, бактериологические чашки, флаконы, в которые в процессе работы помещаются инфицированный материал, немедленно надписываются с указанием характера материала, названия и номера культуры и даты;

если заразный материал попал на окружающие предметы, необходимо немедленно произвести тщательную дезинфекцию, залить инфицированные места дезинфицирующим раствором, а затем, если возможно, прожечь их горящим спиртом. Инфицированные предметы и материалы регистрируют, собирают в баки или ведра, закрывают, опечатывают и в тот же день стерилизуют. Регистрацию и учет всех культур, а также зараженных в ходе работы подопытных животных, ведут в журнале но специальной форме;

и радиологическом отделе для предупреждения загрязнения поверхности тела надевают специальную пленочную одежду, обувь, халаты, фартуки, комбинезоны, нарукавники, перчатки, бахилы или резиновые сапоги. Для предохранения от попадания *радиоактивных веществ* внутрь организма через органы дыхания применяют специальные маски, респираторы разового пользования.

1.2 Охрана труда и техника безопасности при работе в ветеринарных лабораториях

Работа в химических, медицинских, ветеринарных, бактериологических и других лабораториях никогда не относилась к категориям безопасных. История науки с древних времен и до наших дней изобилует примерами тяжелых несчастных случаев, нередко с человеческими жертвами.

С развитием техники, условия труда сами по себе не становятся безопаснее, напротив - появляются новые, неизвестные ранее, опасные факторы. Современная наука немыслима без широкого использования электроэнергии, высокого давления и глубокого вакуума, высоких и низких температур, разнообразных агрессивных или токсических соединений, опасных бактерий, вирусов, риккетсии, большинство из которых обладают *вероятно* - или пожароопасными, радио- ционно-опасными и заразительными свойствами.

Необходимый уровень безопасности и безвредности труда в сфере науки и производства призвана обеспечить система охраны труда, которая состоит из нескольких самостоятельных взаимосвязанных разделов, с разных сторон подходящих к решению одной проблемы - защиты и сохранения окружающей среды, здоровья людей и животных.

- 1) правовые и организационные вопросы охраны труда;
- 2) производственная санитария и гигиена труда;
- 3) противопожарная безопасность;
- 4) техника безопасности.

Правовые и организационные вопросы охраны труда включают в себя законодательство по охране труда, расследование, учет и анализ производственного травматизма, разработку стандартов и инструкций по охране труда, обучение персонала безопасным методам работы, организацию службы техники безопасности и системного контроля по охране труда.

Производственной санитарией называется система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих до нормативных уровней воздействия на работающих вредных производственных факторов, т.е. факторов приводящих к заболеванию или снижению работоспособности как человека, так и животных.

Гигиена труда - область профилактической медицины и ветеринарии, разрабатывающая научные основы и практические меры обеспечения высокой работоспособности и предупреждения профессиональных заболеваний, как человека, так и животных.

Противопожарная безопасность решает ограниченный круг задач - предотвращение пожара, ограничение его распространения, создания условий для его успешного тушения, обеспечение безопасности людей и животных и сохранение материальных ценностей.

Техника безопасности - система организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на работающих опасных факторов, являющихся причиной травмы или внезапного резкого ухудшения здоровья. Она является неотъемлемой частью охраны труда и включает такие мероприятия как обучение и инструктаж работающих по вопросам безопасности труда, поддержание в техническом безопасном состоянии здания и сооружения, оснащение вновь создаваемого и эксплуатируемого производственного оборудования защитными и предохранительными устройствами,

разработку средств коллективной и индивидуальной защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, а также организацию обеспечения этими средствами рабочих и служащих.

Мероприятия по технике безопасности основаны на требованиях нормативной документации, разрабатываемой и утверждаемой в развитие соответствующих статей "Законов о труде". Основными нормативными документами, регламентирующими безопасность труда, являются государственные и отраслевые стандарты системы безопасности труда.

На каждом предприятии, учреждении и организации существуют системы обучения, инструктажа и аттестации работающих по вопросам безопасности труда, организуются кабинеты по охране труда. Неотъемлемая составная часть этой работы - пропаганда вопросов охраны труда с использованием билбордов, плакатов, радио, кинофильмов, лекций и бесед с работающими.

Техническая безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться как на стадиях его разработки и изготовления, так и в ходе эксплуатации. Все разрабатываемые, серийно выпускаемые и эксплуатируемые оборудования должны отвечать требованиям системы стандартов безопасности труда. Особое значение имеет создание и внедрение в производство полностью безопасных машин и технологического оборудования, исключающих применение дополнительных средств техники безопасности при их эксплуатации. Аналогичным образом должна обеспечиваться безопасность технологических процессов.

В системе мероприятий по технике безопасности важную роль играют средства коллективной и индивидуальной защиты. Эти средства должны быть достаточно надежны и эффективны в предотвращении воздействий на работающих опасных и вредных производственных факторов. Особое внимание обращается на эффективность вентиляционных установок и средств радиационной защиты, на безопасность электроустановок и освещение рабочих мест, на качество спецодежды, спецобуви, защитных очков и других предохранительных приспособлений.

Работа в лаборатории связана с рядом опасных и вредных производственных факторов, с определенными профвредностями, поэтому организации безопасного труда работников лаборатории должно быть уделено особое внимание.

Основой для безопасной и нормальной работы может служить лишь сознательное отношение и соблюдение каждым сотрудником лаборатории правил техники безопасности. Более опытные работники должны считать своей прямой обязанностью создание такой психологической атмосферы, при которой пренебрежительное отношение к требованиям правил и техники безопасности было бы невозможно. Следует, прежде всего, на собственном примере прививать менее опытным, начинающим работникам привычки к рациональной организации рабочего места и трудового процесса, к применению наиболее безопасных приемов и способов работы, использованию коллективных и индивидуальных средств защиты.

Никакое отступление от требований безопасности не может быть оправдано не особыми обстоятельствами, ни разумными доводами. Недопустимо нарушение этих требований даже при полной уверенности в том, что в данном случае нарушения не приведут к аварии. Ибо, если неправильный навык закрепится и, в дальнейшем он может быть автоматически применен в других в более сложных и опасных условиях, что обусловит непоправимые последствия.

Разумеется, далеко не каждое нарушение инструкции влечет за собой несчастный случай. Однако, мелкие нарушения, входя в привычку, создают предпосылки для более серьезных нарушений. В результате в лаборатории может возникнуть обстановка, объективно способствующая росту производственного травматизма, профзаболеваний и различных аварийных ситуаций.

Конечно, никакими, даже самыми подробными инструктажами, невозможно охватить все конкретные ситуации, возникающие на практике. Поэтому важно не только знать требования техники безопасности, но и понимать их суть и уметь применять их в нестандартных ситуациях, оценивать возможные последствия любого действия.

К работе в ветеринарных лабораториях допускаются лица, прошедшие медицинские освидетельствования и инструктаж по технике безопасности. Любые работы в лаборатории надо выполнять точно, аккуратно, без спешки. Запрещается производить в лаборатории какие либо работы, не связанные непосредственно с выполнением порученных заданий.

На рабочем месте должны находиться только необходимые для выполнения конкретной работы реактивы, приборы и оборудование. Беспорядок на рабочем месте недопустим. К любой работе можно приступать только в том случае, если все ее этапы понятны и не вызывают никаких сомнений. При проведении бактериологических исследований и во время работы с ядовитыми веществами, запрещается принимать пищу, курить за работой и рабочим столом. Работу с ядовитыми веществами следует проводить в резиновых перчатках, защитных очках, а работу с инфицированным материалом только с помощью инструментов (пинцетов, зажимов, игл, петель, крючков, корнцангов и т.д.).

При работе пипеткой с инфицированным материалом, ядовитыми и едкими жидкостями необходимо пользоваться резиновой грушей. Бывшая в употреблении посуда помещается в дезинфицирующий раствор, кипятится и промывается большим количеством воды. После соприкосновения с инфицированным материалом, руки, а также столы, на которых проводилась работа, обрабатываются дезинфицирующими растворами.

Работа с особо опасным материалом проводится в изолированном помещении с применением дополнительных средств защиты нарукавников, передников, перчаток, респираторов и т.д. Для предупреждения отравлений при работе, связанной с образованием вредных паров и газов, с летучими химическими веществами, необходимо пользоваться вытяжными шкафами. Емкости с реактивами и химическими веществами, хранящиеся в лаборатории, должны быть снабжены этикетками с разборчивыми надписями, где указаны название соединения и его химическая формула. Запрещается исправлять надписи на этикетках, наклеивать новые и наклейки, не сняв старые, наносить на тару легко смывающиеся надписи, а также пользоваться реактивами без этикеток или с неясными надписями на них. В подобных случаях необходимо с помощью анализа точно установить формулу вещества или же немедленно уничтожить его. Необходимо внимательно следить за сохранением чистоты реактивов. Ни в коем случае нельзя путать пробки от банок с реактивами, доставать вещество из банок грязным шпателем, рукой и т.д.

Запрещается сливать в раковины отходы химических реактивов, органических растворителей, водные растворы химических веществ, питательных сред для микробиологических исследований, остатки радиоактивных растворов и т.д. Отходы подобного рода следует в конце рабочего дня выносить в специально отведенные для сливов места с целью последующего централизованного их уничтожения.

Воспрещается оставлять без присмотра работающие установки, включенные электрообогревательные приборы, газовые горелки. Если необходимо ненадолго отлучиться от работающей установки, следует поручить присмотр за ней достаточно квалифицированному сотруднику, подробно проинструктивровав его. Ни в коем случае нельзя поручать присмотр за установкой другим лицам, если установка не вышла на рабочий режим, работает нестабильно или имеет какие-либо отклонения от нормы. Перед уходом из лаборатории следует убедиться, что на каждом рабочем столе и в вытяжных шкафах отключена вода и электрические приборы, перекрыты газовые линии, в смонтированных приборах закончились все химические процессы, а из водяных холодильников слита вода и т.д.

В системе мероприятий по технике безопасности важную роль играют *средства коллективной и индивидуальной защиты*. Названное средства должны быть достаточно надежны и эффективны в предотвращении отрицательного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов. Особое внимание обращается на эффективность вентиляционных установок и средств радиационной защиты, на качество спецодежды, спецобуви, защитных очков и других предохранительных приспособлений защиты.

К индивидуальным средствам защиты относятся приборы, специальная одежда и лекарственные препараты, предназначенные для предупреждения или уменьшения вредного воздействия на организм человека и животных радиоактивных, отравляющих веществ, бактериальных сред и других факторов внешней среды в условиях производства.

В зависимости от природы действующего агента индивидуальные средства защиты подразделяют на средства защиты от механических, термических, световых, звуковых, химических, биологических факторов воздействия, ионизирующих и других видов излучений. К наиболее распространенным индивидуальным средствам защиты относятся противогазы, респираторы, противошумы, защитные очки и различные виды общевойсковой и специальной одежды и обуви, а также медицинские средства защиты, предназначенные для индивидуального применения - antidotes, противорадиационные препараты, индивидуальный противохимический пакет, защитные мази, пленки и т.д.

Значительное развитие получили индивидуальные средства защиты от действия механических факторов (бронжилеты, каски, шлемы, привязные ремни). В качестве индивидуальных средств защиты могут быть использованы также подручные средства - ватно-марлевая повязка, противопылевая тканевая маска, очки с темными стеклами, а для защиты кожи - непромокаемые накидки, плащи из синтетической ткани и т.д. Однако, следует отметить, что подручные индивидуальные средства защиты обеспечивают не полную, а только кратковременную защиту.

Одежда специальная (синтетическая спецодежда, устаревшая одежда защитная) - это одежда, применяемая для индивидуальной защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов и обеспечивающая их работоспособность. Любую одежду, в т.ч. и производственную, следует считать рациональной, если сочетание ее слоев обеспечивает наиболее благоприятные условия в определенной окружающей его среде. Эти условия создаются вследствие образования вокруг тела искусственного оптимального микроклимата.

Одежду специальную подразделяют на одежду, предназначенную для одной конкретной профессии, например - для-вырубщиков по огневой зачистке металла, сварщиков по ручной электро- дуговой сварке в среде углекислого газа и т.д., и на одежду, предназначенную для лиц одинаковых профессий, работающих в различных отраслях промышленности, например - для защиты от механических повреждений, воды, кислот различных концентраций, пониженных или повышенных температур и т.д.

Одежда специальная в виде курток, брюк, комбинезонов, костюмов, халатов, полушубков, тулупов, плащей, фартуков, жилетов, нарукавников и т.п. может применяться как порознь, так и в сочетании друг с другом, а также дополняться специальной обувью, средствами защиты рук (перчатки, рукавицы), головы (шапки, береты, шляпы) и предохранительными приспособлениями (наколенники, налокотники, наплечники).

В соответствии с ГОСТ 12.04.015-76 специальная одежда в зависимости от защитных свойств классифицируется на 16 групп и 36 подгрупп, рекомендуемых для обеспечения безопасных условий труда. Защитная способность такой одежды определяется свойствами ее материалов и конструкцией. При этом к каждой группе одежды предъявляются конкретные требования в соответствии с действующими факторами.

Специальная одежда для защиты от высокотоксичных (гидразин, хлорированные углеводы) и агрессивных (кислоты, щелочи) веществ изготавливается, как правило, из пленочных материалов или тканей, импрегнированных специальными пропитками. В зависимости от того, какая часть поверхности тела человека подвергается непосредственному воздействию вредного фактора, могут быть рекомендованы костюмы, фартуки, халаты, нарукавники, бахилы, головные уборы, рукавицы и т.д., как правило, из стойких к агрессивным средам полимерных пленочных материалов и химических волокон. Их конструкция исключает элементы, задерживающие на поверхности токсические вещества и обеспечивает герметизацию швов. Характер спецодежды, защищающей от растворов кислот и щелочей, определяется преимущественно свойствами материалов. Выбор материалов зависит от концентрации и характера воздействующих кислот или щелочей. Соответственно контактирующей поверхности тела используют такие виды одежды как костюмы, фартуки, халаты, костюмы с накладками из защитного материала и т.п.

Для защиты и безопасности: а) от радиоактивных веществ применяют одежду из отбеленных хлопчатобумажных и лавсановых тканей, полностью закрывающую кожные покровы и обеспечивающую легкость ее дезактивации; б) от органических растворителей, нефти, нефтепродуктов и масел применяется спецодежда, армированная хлопчатобумажной и синтетической сетками из материалов стойких к соответствующим органическим соединениям; в) от вредных биологических факторов (микрорганйзмы, насскомые) используют хлопчатобумажную спецодежду, полностью закрывающую кожные покровы, при необходимости лицо защищают противомоскитной сеткой.

Создание одежды специальной является сложной задачей, т.к. при этом необходимо обеспечить комплекс, отвечающий защитным, жеилутационным и эстетическим требованиям. Эти требования иногда противоречат друг другу. Часто приходится сталкиваться с про- гииноречиями между защитными и гигиеническими требованиями.

Так, например, одежда специальная - противочумный костюм. В очаге заболевания и природном очаге чумы работающий персонал должен быть подготовлен по вопросам режима работы, вакцинирован и снабжен специальной защитной одеждой - противочумными костюмами. Противочумный костюм предназначается для предохранения от заражения чумой и некоторыми другими инфекциями. Он состоит из пижамы и комбинезона, противочумного халата, капюшона, ватно-марлевой маски (или противопылевого респиратора, фильтрующего или кислородно-изолирующего противогаза), защитных очков, резиновых (или кирзовых) сапог (или глубоких галош), носков (или чулок), тапочек, шапочки, резиновых перчаток (хирургических или анатомических) и полотенца. Костюм может быть дополнен прорезиненным полиэтиленовым фартуком и такими же нарукавниками, а так же второй парой резиновых перчаток.

Комбинезон шьют из плотной ткани (бязи или полотна) с глухой застежкой на пуговицы спереди, с завязками на щиколотках и запястьях, пижаму - из однотонной светлой ткани. В зимнее время при работе вне помещения комбинезоны и противочумные халаты надевают поверх теплой одежды (ватных брюк, курток и шапок), поэтому они должны быть больших размеров.

Противочумный халат шьют из бязи или полотна по типу хирургического, но значительно длиннее (до нижней трети голени); полы его должны глубоко заходить одна за другую, а пояс, состоящий из двух частей (каждая пришита к отдельной доле), шире и длиннее обычного, чтобы можно было завязывать спереди петлей. Завязки высокого ворота делают по тому же типу, что и пояс. Для завязывания рукавов пришивают длинные тесемки.

Капюшон, закрывающий полностью лоб, щеки, шею и подбородок, шьют также из бязи или полотна, *противочумную косынку* размером 90х90х125см - из той же ткани.

Ватно-марлевую маску изготавливают из куска марли длиной 125см и шириной 50см. В средней части куска марли в продольном направлении укладывают слой ваты длиной 25см, шириной 17см (масса ваты 20г), толщина слоя 1,5-2,0см. Края маски заворачивают, концы ее разрезают вдоль, немного не доходя до ватной прослойки (длина разреза 50см), после этого маску складывают, завертывают в бумагу и стерилизуют. В качестве *защитных очков* используют очки типа летних с широкими плотно прилегающими краями, изогнутыми стеклами или любой другой конструкции, обеспечивающей герметичность.

В зависимости от характера выполняемой работы применяют 4 основных типа защитных костюмов. *Первый тип* - полный противочумный костюм - состоит из пижамы и комбинезона, капюшонов или большой косынки, противочумного халата, ватно-марлевой маски, резиновых перчаток, очков, носков, сапог и полотенца. *Второй тип* - облегченный противочумный костюм - в него входят те же предметы за исключением очков. *Третий тип* противочумного костюма состоит из пижамы, противочумного халата, большой косынки, резиновых перчаток, носков, галос и полотенца. *Четвертый тип* костюма включает пижаму, противочумный (хирургический) халат, медицинскую шапочку (малую-косынку), носки и тапочки.

Использование того или иного типа противочумного костюма регламентируется специальной инструкцией о противозидемическом режиме работы с материалом, зараженным или подозрительным на зараженность возбудителями карантинных инфекций.

Противочумный костюм надевают до входа в помещение, где работают с заразным материалом, или на территорию очага. Чтобы в костюме было удобно и безопасно работать, надо его надевать перед зеркалом и в строго установленной последовательности. Сначала пижаму или косынку, затем носки, сапоги, капюшон (или большую

косынку), противочумный халат, ватно-марлевую маску, очки и перчатки.

При вскрытии трупов дополнительно надевают клеенчатый (полиэтиленовый) фартук, такие же нарукавники и вторую пару резиновых перчаток, полотенце закладывают за пояс фартука. Продолжительность работы в костюме 1 типа - 3 часа (в жаркое время - 2 часа), после этого необходим перерыв - 1 час.

После окончания работы костюм снимают медленно, в строго установленном порядке, погружая руки в перчатках в дезинфицирующий раствор, после снятия каждой части костюма. Сапоги (или галоши) протирают сверху вниз отдельными тампонами, обильно смоченными дезинфицирующим раствором. Вынимают и погружают в дезинфицирующий раствор полотенце. Протирают ватным тампоном, смоченным дезинфицирующим раствором фартук и снимают его, сворачивая наружной стороной во внутрь. Снимают нарукавники и верхнюю пару перчаток, затем очки, плавным движением оттягивая их двумя руками вперед, вверх и назад, за голову и погружают в банку 70%-ным спиртом. Ватно-марлевую маску развязывают и не касаясь лица наружной ее стороной, снимают, свертывают внутрь наружной стороной, начиная с конца завязок и не выпуская их из рук. Развязывают завязки ворота, пояса и халата, затем, опустив верхние края перчаток - тесемки рукавов, снимают халат и заворачивают его наружной стороной внутрь. Снимают косынку, осторожно собирая концы ее на затылке в руку, затем перчатки, целостность которых проверяют, заполнив их дезинфицирующим раствором. Сапоги снимают после повторного обмывания их в баке с дезо- раствором. После снятия защитного костюма руки обрабатывают 70%-ным спиртом и тщательно моют с мылом. После работы в защитном костюме рекомендуется принять душ. Противочумный костюм обеззараживают после каждого применения путем кипячения, автоклавирования или замачивания в дезинфицирующем растворе.

Техника безопасности при работе с ветеринарной аппаратурой. В зависимости от видов конструкций ветеринарной аппаратуры, способов ее применения и обслуживания, типов помещений, где она эксплуатируется, возможны различные вредные и производственные воздействия на обслуживающий персонал. К ним относятся поражения электрическим током, повышенные уровни ионизирующих, электромагнитных, ультрафиолетовых, инфракрасных, ультразвуковых, отраженных и рассеянных лазерных излучений в рабочих зонах, высокая или низкая температуры поверхности аппаратуры, взрыво- и пожароопасность, высокий

уровень шума и вибрации на рабочем месте, опасность механических повреждений, вредные химические и биологические воздействия и др.

Основой техники безопасности при работе с ветеринарной аппаратурой является постоянное поддержание ее в исправном техническом состоянии, соблюдение инструкций и правил применения, устройства электроустановок для питания аппаратуры, а также общих и отраслевых правил эксплуатации приборов и аппаратов.

Система организационных мероприятий по технике безопасности при работе с электрическими аппаратами включает своевременный инструктаж и обучение ветеринарного и технического персонала безопасным приемам работы, правильную организацию рабочего места и режима труда, применение защитных средств, надзор во время работы, допуск к самостоятельной работе только специально обученного персонала не моложе 19-лет, пригодного по состоянию здоровья и квалификации (аттестованного) к осуществлению эксплуатации, монтажа, технического обслуживания и ремонта, разработку программы периодических осмотров и технических испытаний аппаратуры и электрических установок, применение предупредительных надписей и знаков.

2.3 Первая помощь при несчастных случаях

Первая медицинская помощь - комплекс срочных простейших мероприятий для предупреждения осложнений при несчастном случае, травме или внезапном заболевании, проводимых на месте происшествия. Первая помощь обычно заключается в устранении воздействия повреждающего фактора (освобождение из-под обрушившихся тяжестей, извлечение из воды, горящего помещения и тушение горячей одежды и т.д.), оказании неотложной медпомощи (остановка кровотечения, искусственное дыхание, наложение шин и т.п.), организации транспортировки пострадавшего в лечебно-профилактическое учреждение.

Первая помощь оказывается самим пострадавшим - *самопомощь* или товарищем - *взаимопомощь*. От своевременности и качества оказания первой помощи нередко зависят результаты дальнейшего лечения, а иногда и жизнь пострадавшего. Мероприятия по оказанию первой помощи сводятся в основном к устранению (уменьшению) расстройств и осложнений, возникающих вследствие травмы, несчастного случая, кровотечения, остановки дыхания, сердца, шока и т.д.

Кровотечение - наиболее частая причина кровотечений в условиях лаборатории - порезы кисти рук стеклом. В зависимости от того, какие кровеносные сосуды повреждены при ранении, различают капиллярные, венозные, артериальные кровотечения. При капиллярном и венозном кровотечениях кровь темная, вытекает каплями или сплошной струей. Способ остановки капиллярного и венозного кровотечений - наложение на рану давящей повязки. При артериальном кровотечении кровь алого цвета, вытекает пульсирующей струей. Остановку артериального кровотечения производят наложением жгута или полного сгибания конечности в суставе и фиксации ее в таком положении с помощью ремня или бинта.

При оказании первой помощи необходимо соблюдать следующие правила:

1. Промывать рану можно только в случае попадания в нее едких или ядовитых веществ, если порез небольшой, ее промывают водой с мылом и присыпают белым стрептоцидом или перевязывают стерильным бинтом;
2. Нельзя смазывать рану мазями или засыпать порошком - это будет препятствовать заживлению или замедлит заживление раны;
3. При загрязнении раны следует осторожно удалить грязь с кожи вокруг раны по направлению от краев раны наружу, и очищенный участок перед наложением повязки смазать настойкой йода;
4. Нельзя допускать попадание йода внутрь раны;
5. Нельзя прикасаться к ране руками, удалять из раны сгустки крови, так как это может привести к усиленному кровотечению;
6. Удалять из раны мелкие осколки стекла может только врач и т.д.

Наложение давящей повязки. Непосредственно на кровоточащую рану накладывают стерильный бинт, марлю или чистую ткань. Если используют не стерильный перевязочный материал, то на ткань рекомендуется накапать немного настойки йода, чтобы получилось пятно размером больше раны. Поверх ткани накладывают плотный валик из бинта, ваты или чистого носового платка. Валик туго прибинтовывают и при необходимости продолжают надавливать на него рукой. Если это возможно, кровоточащую конечность следует поднять выше тела. В случае тяжелых кровотечений и значительной потери крови пострадавшего *необходимо уложить*.

В здоровых тканях капиллярное кровотечение обычно останавливается самостоятельно. Оно оказывается опасным при заболеваниях, сопровождающихся понижением свертываемости крови. В этих случаях кроме местных средств (давящая повязка, тампонада с раствором адреналина или перекиси водорода) необходимо применять средства, повышающие свертываемость крови.

При кровотечениях на конечностях, шее и голове прижимают артерию выше места повреждения к подлежащей кости в определенных точках. Кровотечение из нижней части лица останавливается, прижатием челюстной артерии к краю нижней челюсти, на виске и лбу - прижатием височной артерии впереди козелка уха, на голове и шее - прижатием сонной артерии к шейным позвонкам, на подмышечной впадине и плече - прижатием подключичной артерии к кости в подключичной ямке, на предплечье - прижатием плечевой артерии посередине плеча с внутренней стороны, на кисти и пальца рук - прижатием лучевой и локтевой артерий к нижней трети предплечья у кисти, на голени - прижатием подколенной артерии, на бедре - прижатием бедренной артерии к костям таза, на стопе - прижатием артерии на тыльной части стопы (рис. 1,2).

Для временной остановки кровотечения из артерий нижних и верхних конечностей накладывают *жгут*. Если под рукой нет специального резинового жгута, наиболее подходящим материалом для его изготовления служит мягкий резиновый шланг.

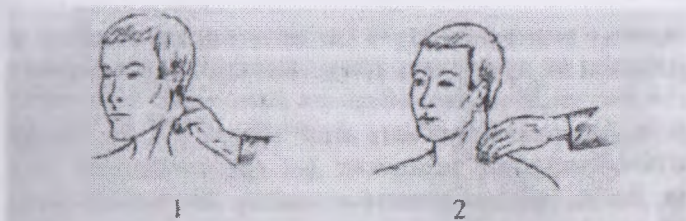


Рис.1 Прижатие левой сонной артерии, позиции 1,2.

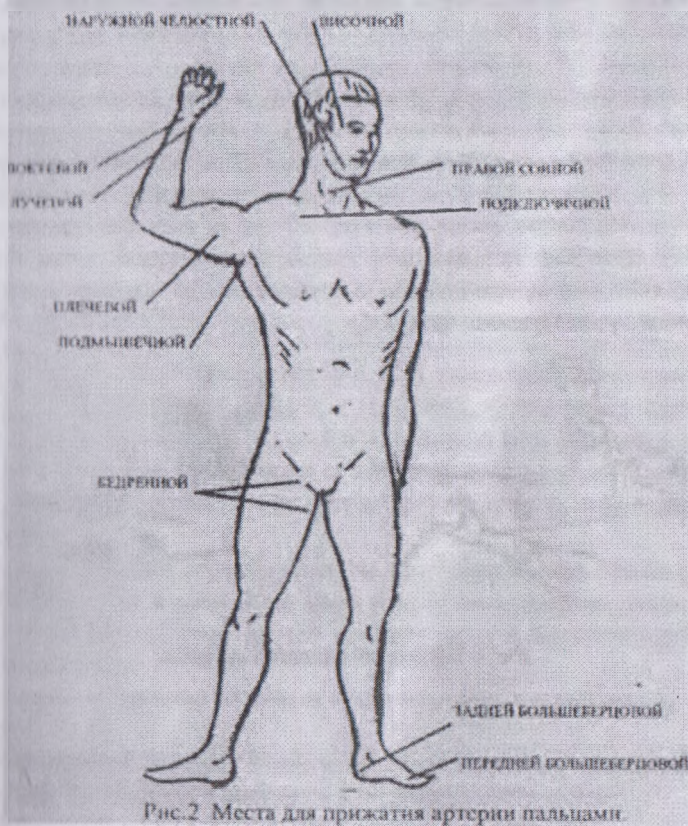


Рис.2 Места для прижатия артерии пальцами.

На место наложения жгута (по возможности ближе к месту ранения), чтобы не прищемить кожу, необходимо предварительно наложить плотную ткань или обмотать конечность несколькими слоями бинта. Можно накладывать жгут поверх рукава или брюк. Конечность обматывают несколько раз предварительно растянутым жгутом. Витки должны ложиться плотно, без зазоров и нахлестов. Первый виток наматывают не слишком туго, каждый следующий — все с большим натяжением. Накладывание витков продолжают только до остановки кровотечения, после чего завязывают жгут. Конечность должна выглядеть бледной, пульсация на периферических артериях должна отсутствовать. Слабо наложенный жгут усиливает кровотечение. Жгут можно держать не более 1-1,5 часа. Отмечают *время наложения жгута*. Вместо жгута можно воспользоваться закруткой, изготовленной из мягкого нерастягивающегося материала — бинта, полотенца, галстука, пояса и др. Прочную петлю, окружность которой в полтора-два раза превышает окружность конечности, надевают узлом вверх, выше раны на 5-7 см. В узел или под него продевается короткая палочка или любой подходящий предмет, с помощью которого производится закручивание до тех пор, пока не остановится кровотечение (рис. 3,4).

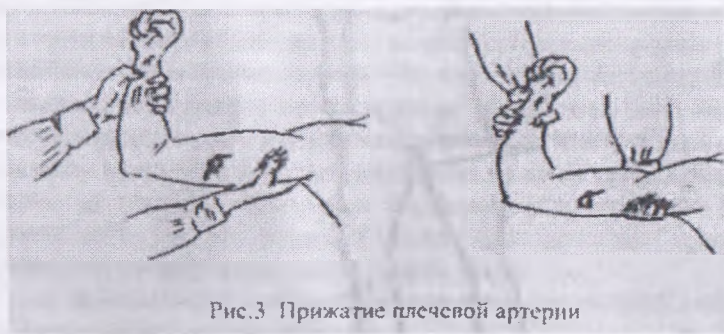


Рис.3 Прижатие плечевой артерии

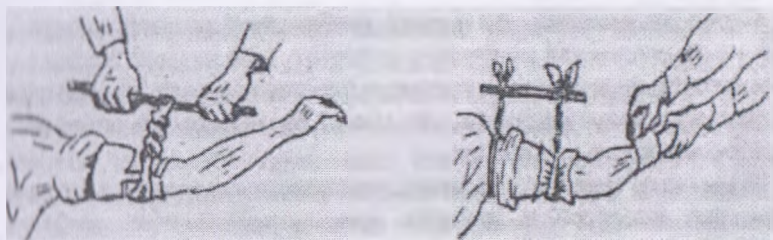


Рис.4 Наложение закрутки на плечо

Ожоги - могут быть вызваны горячими и раскаленными предметами, а также веществами с очень низкой температурой (например, жидким или твердым диоксидом углерода, жидким кислородом) и едкими веществами (щелочами, кислотами, бромом и др.). **Меры предосторожности:**

1. При переноске сосуда (емкости) с горячей жидкостью необходимо держать его обеими руками, отстранив от себя, поддерживая одной рукой дно сосуда, под которое подложено полотенце. Для переноски большого числа сосудов следует пользоваться деревянным подносом с высокими закраинами;
2. Едкие жидкости, кислоты, аммиак и др. нужно разливать с помощью стеклянного сифона с грушей или специального наклоняющегося штатива. Если нет сифона и штатива, то жидкости разливают обязательно вдвоем. Для этого бутылку помещают в корзину с двумя ручками. Разливают жидкости в специальной одежде - резиновом переднике и перчатках. Глаза необходимо предохранять защитными очками;
3. При разбавлении серной кислоты необходимо приливать кислоту тонкой струйкой в холодную воду и при этом хорошо размешивать смесь. Ни в коем случае нельзя вливать воду в концентрированную серную кислоту;
4. Кислоты и щелочи можно нейтрализовать только после разбавления;
5. Куски щелочи следует брать пинцетом, щипцами или фарфоровой ложечкой. Необходимо работать в резиновых перчатках;
6. Нельзя засасывать едкие жидкости в пипетку ртом. Засасывают жидкости с помощью груши или специального приспособления.

7. Перед нагреванием фильтра необходимо его перемешать, так как из-за различной плотности верхнего (промывной жидкости) и нижнего слоев вследствие местного перегрева может произойти внезапное вскипание жидкости, что может вызвать разбрызгивание или выброс жидкости из стакана;

8. Вскрывать склянки с бромом, перекисью водорода, фтористоводородной кислотой и другими едкими жидкостями необходимо очень осторожно, чтобы не повредить тару, а при открывании пробки горло склянки следует держать в направлении "от себя".

В зависимости от глубины поражения различают 4 степени ожога. Кроме степени, большое значение в оценке тяжести поражения имеет площадь, пораженная ожогом.

При *ожогах I-степени* в момент ожога появляется острая, жгучая боль. Затем быстро развиваются резко выраженное покраснение и припухлость кожи. Через 2-3 дня краснота и боль исчезают, поверхностные слои эпидермиса на 4-5 день слущиваются и отторгаются, и ожог проходит бесследно.

При *ожогах II-степени* кожа поражается до сосочкового слоя. В начале развиваются те же изменения, что и при ожогах I-степени, но вслед за этим образуются пузыри с прозрачным серозным содержимым. Вскоре жидкость становится мутной и напоминает студенистую массу. Через 3-4 дня пузыри лопаются. Если не произойдет инфицирования, то эпителизация происходит в течение 7-10 дней, без образования рубца. При осложнении ожога инфекцией заживление затягивается, на обожженной поверхности развивается грануляционная ткань. После заживания часто образуются рубцы.

Для *ожогов III-степени* характерен некроз кожи с образованием струпа. После его отторжения и отпадения омертвевших участков тканей, сначала развивается грануляционная ткань, а затем более или менее плотная ткань (рубец). При обширных ожогах развиваются тяжелые явления интоксикации организма. Ожоги третьей части поверхности тела опасны для жизни.

Ожоги *IV-степени* - очень тяжелая травма, характеризующаяся обугливанием гкани.

Первая помощь. При термических ожогах с целью предупреждения инфицирования требуется скорейшее закрытие ожоговой поверхности сухой асептической повязкой, а при отсутствии таковой -

наложение повязки со спиртом (водкой). При ожогах I-степени достаточно смазать обожженную поверхность содой, крахмалом и т.д.

При химических ожогах медпомощь зависит от химического вещества, вызвавшего поражение. Так при ожогах кислотой (кроме серной) пораженный участок следует обмыть струей холодной воды или раствором щелочи (мыльная вода, раствор гидрокарбоната натрия), область ожога, вызванного щелочами промыть струей воды, а затем обработать слабым раствором уксусной кислоты, после чего накладывається асептическая повязка или повязка, смоченная раствором для обработки ожога.

При электротравме необходимо немедленное прекращение действия электрического тока, местные повреждения при этом закрывают сухой повязкой, дают болеутоляющие средства. При отсутствии дыхания делают искусственное дыхание, при отсутствии сердечной деятельности проводится непрямой массаж сердца.

После оказания первой помощи, в случае необходимости, пострадавшего транспортируют в лечебно-профилактическое учреждение.

Контрольные вопросы

1. Роль и значение дисциплины «Лабораторное дело»?
2. Основные задачи ветлаборатории?
3. Какие отделы предусмотрены в областной ветлаборатории?
4. Для проведения каких исследований служит кабинет Асколи? .У Значение и необходимость радиологического отдела?
5. Роль и значение охраны труда и техники безопасности при работе в лабораториях?
6. Что относится к индивидуальным средствам защиты?
7. Как подразделяются средства индивидуальной защиты в зависимости от природы действующего агента?
8. Назовите основные типы защитных противочумных костюмов?
9. Сделайте технику безопасности при работе с лабораторной аппаратурой и приборами?
10. Техника наложения давящих повязок? 12 Порядок наложения жгута?
11. Ожоги, кратко охарактеризуйте степени ожогов?
12. Как оказывается первая медицинская помощь при несчастных случаях?

Глава 3 ЛАБОРАТОРНАЯ ПОСУДА

Лабораторная посуда - посуда *общего и специального* назначений, употребляемая для аналитических, препаративных и других лабораторных работ. Лабораторная посуда изготавливается, главным образом, из *химико-лабораторного стекла и фарфора*, а также из *пластических масс, платины, окислов металлов и других материалов*.

Посуда из химико-лабораторного стекла обладает высокой химической и термической устойчивостью и малой кристаллизационной способностью, позволяющей обрабатывать ее на стеклодувной горелке. По составу химико-лабораторного стекла лабораторную посуду можно разделить на 5 групп:

1. **Лабораторная посуда из кварцевого стекла.** Кварцевое стекло содержит не менее 96% кремнезема. Его получают плавкой очень чистых сортов кварца в электропечах или в кислородно-водородном пламени. Кварцевое стекло наиболее термически стойко, обладает малым коэффициентом термического расширения ($5,7 \cdot 10^{-7}$), высокой огнеупорностью, инертностью по отношению к ряду химических реагентов, например кислотоустойчивостью, диэлектрическими и акустическими свойствами, пропускает видимые, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Однако, лабораторная посуда из кварцевого стекла весьма хрупка, неустойчива к едким щелочам, карбонатам щелочных металлов и фтористо-водородной кислоте, при нагревании до температуры свыше 1200°C теряет прозрачность.

Основные виды кварцевого стекла: прозрачное, непрозрачное, оптическое, особо чистое, керамическое и легированное. Из прозрачного кварцевого стекла изготавливают колбы, тигли, реторги, стаканы, чашки, трубки разного диаметра и т.д.

К этой же группе относится лабораторная посуда из кварционидного стекла, получаемого путем выщелачивания расплавами кислот некоторых стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, причем выщелачивается борат натрия. Из этого стекла изготавливают тонкостенную химическую лабораторную посуду, трубки для ультрафиолетовых (кварцевых) горелок.

2. **Лабораторная посуда из натрий - кальцийсиликатного стекла-марки № 23, 20, 52, Ц 32, ЦЛ, КС-34 и др.** В состав стекла

содержит 13-20% щелочных окислов (в основном Na_2O), 5-10% CaO , 1-3-4% Al_2O_3 . Из этого стекла изготавливают тонкостенную лабораторную посуду, приборы, аппараты и толстостенные изделия-эквиваленты, термометры, измерительные цилиндры и т.д.

3. **Лабораторная посуда из алюмоборосиликатного и боросиликатного стекла с пониженным содержанием щелочей.** Термостойкое стекло завода "Победа труда"- №846 типа пирекс и др. содержит 6-18% B_2O_3 , мало (4-10%) Na_2O . Лабораторная посуда из него обладает высокой термостойкостью, но очень малой устойчивостью к растворам щелочей. Из этого стекла изготавливают лабораторную посуду и изделия с нормальными коэффициентами расширения, химическую аппаратуру, стеклянную вату для фильтрования и некоторые другие изделия, применяемые в микробиологии (чашки Петри, Коха и т.п.).

4. **Лабораторная посуда из алюмосиликатного безборного и малоборного стекла №13, АТ-24 и др.,** обладающего повышенной механической прочностью, термостойкостью, высокой температурой расширения и изоляционными свойствами. Из этого стекла изготавливают лабораторные трубки.

5. **Лабораторная посуда из щелочустойчивого циркониевого стекла** марок Ц-14, Ц-23, Ц-26, в состав которого входят оксиды циркония, стронция, лантана.

Стекло для лабораторной посуды получают посредством варки шихты (составных частей стекла) в специальных ваннах печах при температуре около 1400°C . При введении в шихту оксидов и карбонатов различных металлов получают специальные сорта стекла, отличающиеся своими оптическими, механическими, химическими и другими свойствами.

Применяемая в лабораториях *химическая стеклянная посуда* может быть разделена на ряд групп. *По назначению* - на посуду *общего назначения, специального назначения и мерную*. *По материалу* - на посуду из *простого стекла, специального стекла и из кварца*.

К посуде *общего назначения* относятся те предметы, которые всегда должны быть в лаборатории и без которых нельзя провести большинство работ. Такими являются пробирки, воронки простые и делительные, стаканы, плоскодонные колбы, кристаллизаторы, конические колбы (Эрленмейера), колбы Бунзена, холодильники, рефрактометры, колбы для дистиллированной воды, тройники, краны и т.д.

К группе *специального назначения* относятся те предметы, которые употребляются для одной какой-либо цели, например аппарат Киппа, аппарат Соклеста, прибор Кьельдаля, дефлегматоры, склянки Вульфа, склянки Тищенко, пикнометры, ареометры, склянки Дрес-селя, кали аппараты, круглодонные колбы, специальные холодильники, приборы для определения температуры плавления, кипения и застывания, центрифужные стаканы, пробирки и т.д.

К *мерной посуде* относятся - мерные цилиндры, пробирки и мензурки, пипетки, бюретки, мерные колбы и др.

3.1 Посуда общего назначения

Одна из «ходовых» посуды общего назначения - это *пробирки* разной формы и из различных материалов. *Пробирки* представляют собой узкие цилиндрической формы сосуды с закругленным дном различной величины и диаметра и из различного стекла. Обычные лабораторные пробирки изготавливают из легкоплавкого, но для особых работ, когда требуется нагревание до высоких температур, пробирки изготавливают из тугоплавкого стекла или кварца (рис.5, позиции 1, 2).

Кроме обычных простых пробирок применяют также *градуированные* и *центрифужные* конические пробирки. Пробирки используются для проведения качественных реакций и в микроколичественном анализе. При проведении реакции в пробирке реактивы не следует применять в слишком большом количестве. Совершенно недопустимо, чтобы пробирки были наполнены до краев (рис.5, позиции 3, 4).

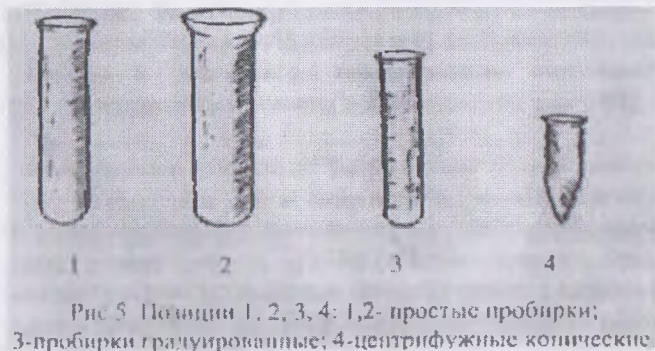


Рис.5 Позиции 1, 2, 3, 4: 1,2- простые пробирки; 3-пробирки градуированные; 4-центрифужные конические

В пробирках можно проводить нагревание малого объема жидкости на голоем пламени горелки, держа пробирку за верхнюю часть держа голем. Нагревание жидкости начинают с верхнего слоя, так как нагревание снизу приводит к бурному вскипанию и выбрасыванию жидкости. При нагревании открытый конец приборки должен бы ть обращен в сторону от работающего и от соседей по столу. Когда не требуется сильного нагрева, пробирку с нагреваемой жид- ми I ми лучше спустить в горячую воду.

Коронки служат для переливания жидкостей, фильтрования и *I ч* *Химические воронки* выпускают различных размеров - верхний диаме'ф их составляет 35, 55, 70, 100, 150, 200, 250 и 300 мм. Обычные воронки имеют ровную внутреннюю стенку, но для ускоренного фильтрования иногда применяют воронки с ребристой внутренней поверхностью. Воронки для фильтрования имеют угол 45° и срезанный длинный конец (рис. 6, позиции 1,2).

Для аналитических работ при фильтровании лучше пользоваться аналитическими воронками. Особенность этих воронок заключается в том, что они имеют удлинненный срезанный конец, внутренним диаметром которого в верхней части меньше, чем в нижней. Такая конструкция ускоряет фильтрованис. Кроме того, бывают аналитические воронки с ребристой внутренней поверхностью, поддерживающей фильтр и с шарообразным расширением в месте перехода воронки в трубку, которые ускоряют процесс фильтрования почти в фи раза по сравнению с обычными воронками (рис.6, позиции 3,4).

Ислипимше воронки применяют для разделения несмешивающихся жидкостей (например, воды и масла и т.д.). Они имеют цилиндрическую или грушевидную форму и в большинстве случаев I обижены притертой стеклянной пробкой. В верхней части отводной трубки находится стеклянный кран.



Рис. 6. Позиции 1,2,3,4: 1,2-воронки с кососрезанными концами под углом 45° , 3-воронка для фильтрования через воду, 4-воронка для порошков.

Емкость делительных воронок различна (от 50мм до 2л), в зависимости от емкости меняется и толщина стенок. Чем меньше емкость воронки. Тем тоньше ее стенки и наоборот (рис. 7. позиции 1, 2,3, 4, 5, '6, 7).

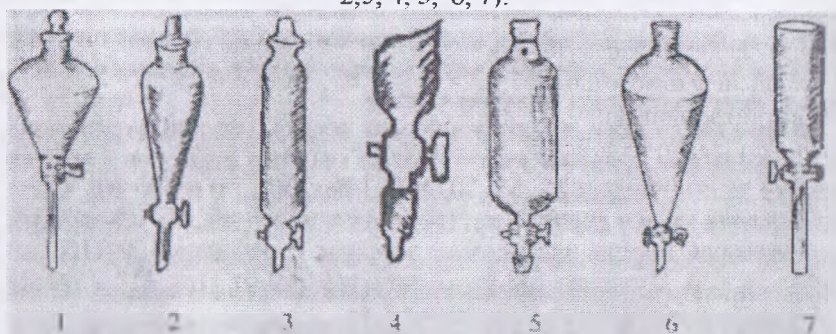


Рис.7 Позиции 1,2,3,4,5,6,7-Делительные воронки: 1-воронка делительная конусообразная; 2-воронка делительная цилиндрическая; 3-воронка делительная цилиндрическая со шлифованным конусом; 4,5,6,7- делительные воронки различной конфигурации.

Капельные воронки отличаются от делительных тем, что они более легкие, тонкостенные и в большинстве случаев с длинным концом. Эти воронки применяют при многих работах, когда вещество добавляют в реакционную массу небольшими порциями или по каплям. Поэтому они составляют часть прибора (рис.8, позиции 1,2,3).

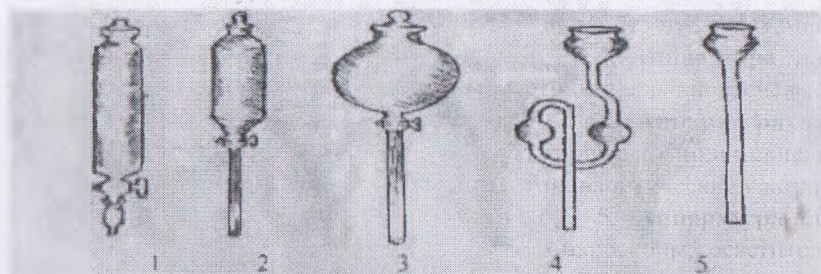


Рис.8 Позиции 1,2,3,4,5: 1-воронка капельная со шлифованным конусом; 2,3 -воронки предохранительные; 4,5-капельные воронки с насадкой.

Перед работой с делительной или капельной воронкой шлиф стеклянного крана нужно осторожно смазать вазелином или специальной смазкой. Это дает возможность открывать кран легко и без усилий, что очень важно, так как, если кран открывается туго, то можно при открывании сломать его или повредить весь прибор. Смазку нужно наносить очень тонким слоем так, чтобы при поворачивании крана она не попала в трубку воронки или внутрь отверстия крана.

Для более равномерного стекания каплей жидкости из капельной воронки и для наблюдения за скоростью подачи жидкости применяют капельные воронки с насадкой. У таких воронок сразу после крана находится расширенная часть, переходящая в трубку. Жидкость через край поступает в это расширение по короткой трубке и затем в трубку воронки (рис. 8, позиции 4,5).

Химические стаканы представляют собой тонкостенные цилиндры различной емкостью (от 50 до 2000 мл). Бывают высокие и низкие, с носиками и без носиков. Выпускаются также стаканы со шкалой, стакан Филлипса, с конусными стенами и носиком. Стекланные стаканы применяют для проведения химических реакций, кислотного разложения анализируемых навесок и для других химических и препаративных работ (рис. 9, позиции 1,2).

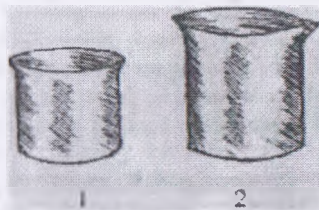


Рис. 9 Позиции 1,2:
1-химический стакан;
2-химический стакан с
носиком.

Нагревать стаканы из обычного стекла на голом пламени нельзя (и если они допаяются). В них можно проводить нагревание жидкостей на газовых или электрических плитах с закрытой спиралью через асбестированную сетку или на песочных, или водяных банях. Перед установкой на плиту стакан с жидкостью тщательно вытирают снаружи полотенцем для удаления капель, влаги.

К каждой колбе для фильтрования следует заранее подобрать несколько резиновых пробок (2-3) с отверстием разных диаметров, которые подходили бы к наиболее часто употребляемым воронкам.

Колбы Бунзена, еще не бывшие в употреблении, следует предварительно проверить. Вначале колбу осматривают снаружи, если на ней будут обнаружены царапины, колбу применять для работы с вакуумом нельзя, так как при создании вакуума она обязательно лопнет. Затем колбу закрывают резиновой пробкой, завертывают полотенцем или же помещают в предохранительный ящик и только после этого присоединяют к вакуум-насосу.

Кристаллизаторы - тонкостенные стеклянные, плоскодонные сосуды различных диаметров и емкостей, их применяют при перекристаллизации веществ, а иногда в них проводят выпаривания. Нагревать кристаллизаторы можно только в водяной бане (рис. 12, позиция 2).

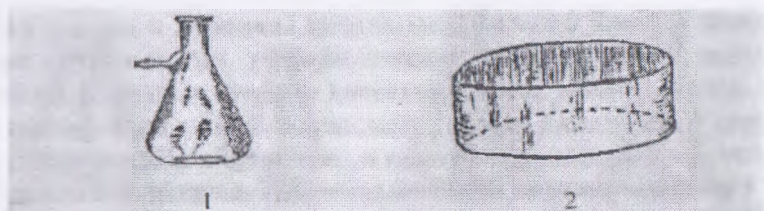


Рис.12 Позиции 1,2:

1 - колба для фильтрования под вакуумом (Бунзена); 2-кристаллизатор.

Промывалки - служат для ополаскивания посуды, промывания осадков на фильтрах и стенах сосудов. Изготавливаются в лаборатории из колб емкостью от 0,5 до 2л. Очень удобны в работе полиэтиленовые промывалки, но их нельзя применять для слишком горячих промывных растворов (рис. 13, позиции 1,2,3,4,5).

Для изготовления промывалки используют колбу с резиновой пробкой, в которой просверливают два параллельных отверстия. Изготавливают 2 изогнутые трубки - короткую и длинную, а также трубку с оттянутым концом (пипетку). Углы изгибов нужно стремиться сделать более пологими, пользуясь плоским пламенем. Для получения плоского пламени используют насадку "Ласточкин хвост". Концы трубок и пипетки следует хорошо оплавить.

Трубки вставляют в отверстия пробки. Для этого концы трубок размачивают в воде (в глицерине или в водном аммиаке), руку обвертывают полотенцем и осторожно, слегка вращая пробку, как бы надевают ее на трубки. Стеклянную трубку следует держать возможно ближе к концу, на который надевается пробка. Сильного нажима следует избегать. Пипетку с помощью резиновой пробки соединяют с длинной трубкой промывалки. После сборки промывалку моют и заполняют дистиллированной водой.

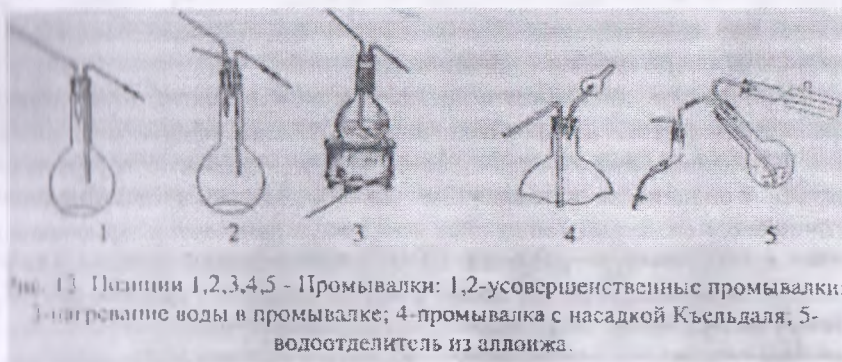


Рис. 13. Позиции 1,2,3,4,5 - Промывалки: 1,2-усовершенствованные промывалки; 3-нагревание воды в промывалке; 4-промывалка с насадкой Кьельдаля, 5-водоотделитель из аллонжа.

Холодильники - служат для конденсации паров кипящей жидкости в аппаратах для перегонки.¹ В зависимости от условий работы жидкость обрабатывается в холодильнике при охлаждении паров (конденсат) и должна или отводиться в приемник, или возвращаться в тот сосуд, в котором проводят нагревание. Это различие в назначении холодильников- определяет их форму и название. Холодильники, предназначенные для собирания конденсата называют *прямыми или исходящими*, а холодильники из которых конденсат возвращается в процессе - *обратными* (рис. 14).

Прямые холодильники (Либиха). Очень распространены в лабораториях холодильники Либиха, состоящие из длинной стеклянной трубки (форштоса) один конец которой расширен. Эту трубку пропускают через стеклянную или металлическую рубашку или муфту, и закрепляют отрезками резиновой трубки, насаженными на концы муфты. Иногда встречаются холодильники Либиха, у которых холодильная трубка спаяна с рубашкой (рис. 14, позиции 1,2).

На концах муфты (перпендикулярно к ее оси) расположены по одному отводу. На них надевают резиновые трубки, одну из которых находящуюся около узкого конца соединяют водопроводным краном, а другую отводят в сточную трубу. При таком присоединении трубок вода в холодильнике движется навстречу парам охлаждаемой жидкости. Присоединяя холодильник, необходимо соблюдать следующие *правила*: вода должна поступать в холодильник всегда из нижнего опущенного и выходить из верхнего приподнятого конца. Холодильная рубашка (муфта) должна быть всегда заполнена водой. Иначе при продолжительной перегонке холодильная трубка сильно нагревается и на границе с уровнем воды может лопнуть.

При долгом употреблении в холодильной рубашке часто образуется красновато-желтый налет окислов железа, попадающих с водой из водопроводных труб. Налет мешает видеть холодильную трубку и его нужно периодически удалять. Для этого холодильник отъединяют от водопроводного крана, выпускают всю воду и наливают в холодильную рубашку 10-16%-ную соляную кислоту, при этом на резиновые трубки около отводов надевают зажимы. Осторожно поворачивая холодильник, растворяют в соляной кислоте налет окислов железа, затем кислоту выливают, холодильник снова соединяют с водопроводом и прогоняют воду в течение 5-6 мин. Перегонять жидкость, применяя холодильник Либиха, можно только когда температура ее паров не превышает 150°C.

Обратные холодильники могут быть шариковыми (холодильники Аллина), эмсевичевыми и других форм. У шариковых холодильников трубка состоит из шарообразных расширений, а у эмсевичевых свернута в виде спирали. Такая форма трубок увеличивает поверхность охлаждения и при этом происходит более полная конденсация паров (рис. 14, позиции 3,4).

Холодильник Аллина устанавливают только в вертикальном положении, но не наклонном, так как в последнем случае в шариках будет собираться сконденсированная жидкость, мешающая правильному отбору фракций.

Шариковый холодильник Соклета чаще всего применяют как обратный. Охлаждающая вода поступает через малый отвод во внутреннюю шарообразную полость и вытескает из правого отростка. Пары жидкостей проходят между внутренней поверхностью и наружной стенкой. Таким образом, пары охлаждаются сразу с обеих поверхностей; с наружной - воздухом, а с внутренней - холодной водой (рис. 14, позиция 5).

Имеется ряд специальных холодильников, например, холодильники у которых холодильная трубка имеет вид спирали (рис. 14, позиция 6). Это делается для того, чтобы не увеличивая размер холодильника, увеличить поверхность охлаждения.

Холодильники Домрата являются универсальными, так как их можно применять в качестве нисходящего и обратного. Холодильник выдерживает значительные перепады температур. Преимуществом его является и то, что на его внешних стенках пары воды из окружающей среды не конденсируются (рис. 14, позиции 7,8).

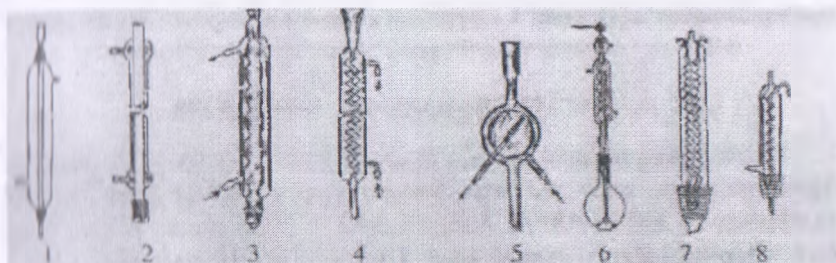


Рис. 14 Позиции 1,2,3,4,5,6,7,8- Холодильники:

1- прямые холодильники (Либиха) с резиновой муфтой (1) и со шлифом (2);

3- обратные холодильники (3-шариковые Аллина, 4-смесиковые);

5- холодильник Соклета; 6- шариковый холодильник с мешалкой;

7,8- Холодильники Домрата.

Сифоны - приспособления для переливания жидкостей. При работе с сифоном конец 2 опускают в переливаемую жидкость, "конец 3 закрывают пальцем (зажимом), через конец 1 всасывают жидкость ртом или при помощи водоструйного насоса. Когда жидкость доспид уровня верхнего колена трубки трубу 3 открывают, а трубку 1 закрывают. Жидкости можно сифонировать применяя повышенное давление, т.е. нагнетая воздух или инертный газ в сосуд с сифонируемой жидкостью (рис. 15, позиции 1,2,3,4,5,6).

Круглодонные колбы изготовляют из обыкновенного и специального стекла, и они используются при многих работах. Для нагревания круглодонных колб на голем пламени применяют асбестированные сетки с полусферическими углублениями (рис. 16, позиции 1,2,3,4).

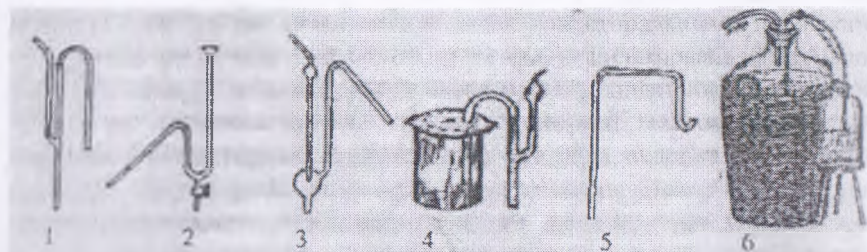
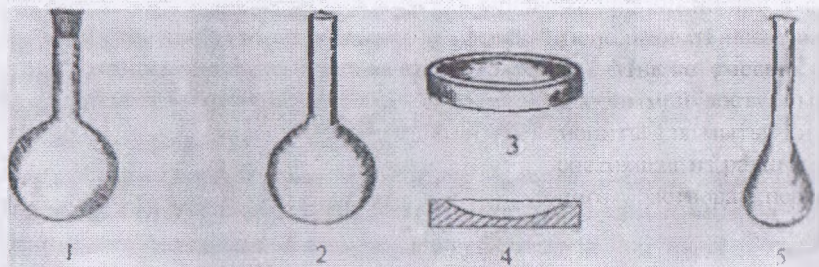


Рис. 15 Позиции 1, 2, 3,4,5,6 – Сифоны: 1,2,3-сифоны разной конфигурации для переливания жидкостей; 4- сифон для сливания жидкостей над осадком; 5- сифон для небольших приборов, 6-сифонирование жидкости.

3.2 Посуда специального назначения

Колбы Къельдаля имеют грушевидную форму и удлиненное горло, их применяют для определения азота поКъельдалю, емкость их обычно от 300 до 800мл. Такие колбы изготовливают из тугоплавкого и термостойкого стекла типа "Пирекс" (рис. 16,позиция 5).



Колбы для дистилляции. Для перегонки жидкостей применяют специальные колбы, например колбы Вюрца, Клайзена, Арбузова и др. (рис. 17).

Колбы Вюрца. Длинногорлая колба с отростком для подсоединения холодильника. Применяются для перегонки жидкостей. Высота расположения отростка на горле колбы может быть различной, что даст возможность подбирать колбы для работы с жидкостями, кипящими при разных температурах (рис. 17, позиции 1,2,3,4,5).

Колба Клайзена отличается от колбы Вюрца тем, что ее горло имеет две шейки, причем одна снабжена отводной трубкой коленчатой формы. Колбы Клайзена применяют для перегонки жидкостей под уменьшенным давлением (рис. 17, позиция 6).

Колба «Арбузов» по усовершенствованная колба Клайзена. При работе с колбой Арбузова исключается возможность попадания в нее жидкости из приемника, т.к. оба горла колбы соединены между собой и в случае внезапного вскипания жидкости, она попадает в расширенную часть и стекает обратно в колбу (рис. 17, позиция 7).

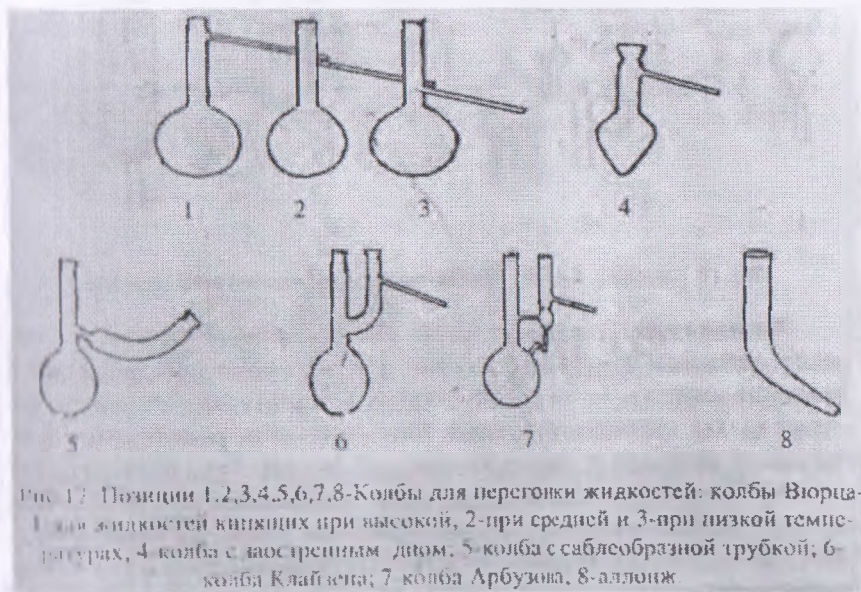


Рис. 17. Позиции 1,2,3,4,5,6,7,8-Колбы для перегонки жидкостей: колбы Вюрца- 1 для жидкостей кипящих при высокой, 2-при средней и 3-при низкой температурах, 4- колба с заостренным дном; 5- колба с саблеобразной трубкой; 6- колба Клайзена; 7- колба Арбузова; 8-аллонж

Аллонжи - стеклянные изогнутые трубки, применяют при перегонке для соединения холодильника с приемником и при других работах (рис.17, позиция 8).

К широкому концу аллонжа в начале подбирают пробку, в которой просверливают отверстие для форштоса холодильника. Форштос холодильника должен входить в аллонж на 3-4 см. Узкий конец аллонжа опускают в приемник.

Дефлегматоры - или насадки для дистилляции, представляют собой трубки, снабженные расширениями и имеющие в верхней части отводную трубку. Дефлегматоры применяют при фракционной перегонке, они бывают самых разнообразных форм и размеров (рис.18, позиции 1, 2, 3, 4).

При работе с дефлегматорами нужно соблюдать осторожность, так как они легко ломаются.

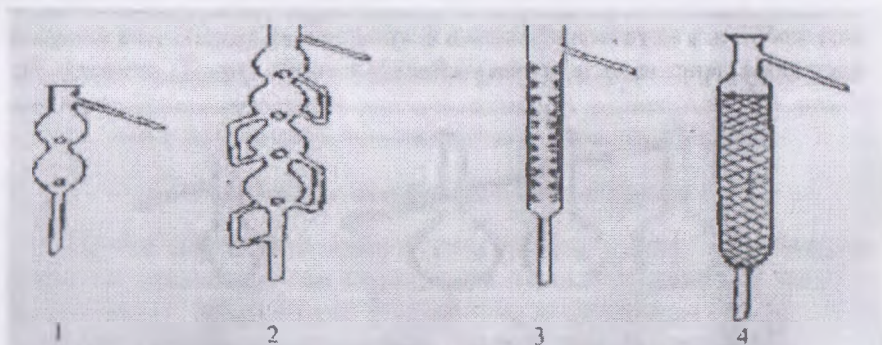


Рис.18 Позиции 1,2,3,4 - Дефлегматоры различной конструкции.

Эксканкаторы - толстостенные сосуды особой формы с шлифованными крышками, служат для медленного охлаждения и хранения веществ, легко поглощающих влагу из воздуха (рис.19, позиция а). На тельниках суженной конусной части размещается фарфоровый вкладыш с отверстиями для тиглей. Под вкладышем в нижней части эксканкатора помещается высушивающее вещество - прокаленный хлорид кальция, обезвоженная серная кислота, гиподангидрон (гексагидрат магния - $Mg(SO_4)_6$) или оксид фосфора (P_2O_5), силикагель и оксид алюминия ($SiO_2 - Al_2O_3$).

Вакуум-эксикаторы имеют отверстия, в которые на резиновой пробке вставляют трубку с краном, или же в крышке имеется тубус с прорезной пробкой, к которой припаяна стеклянная трубка с краном для соединения с вакуум-насосом. Края крышки эксикатора притерты к верхней части его, шлиф слегка смазывают вазелином или специальной эмалью. Открывают и закрывают эксикаторы сдвигая, а не поднимая крышку, снятую крышку кладут на стол вверх пришлифованной частью. Горячие тигли (чашки, бюксы) для охлаждения перед взвешиванием помещают в эксикатор на вкладыш, после чего крышку кладут на край эксикатора и передвигают ее в горизонтальном направлении по шлифу, закрывая эксикатор. Сначала эксикатор открывают не полностью, затем через 1-2 мин. эксикатор закрывают полностью (рис. 19, позиции б, в, г, д).

Для промывки газов применяют склянки Вульфа, Дрекслея, Титенко и др. (рис. 20).

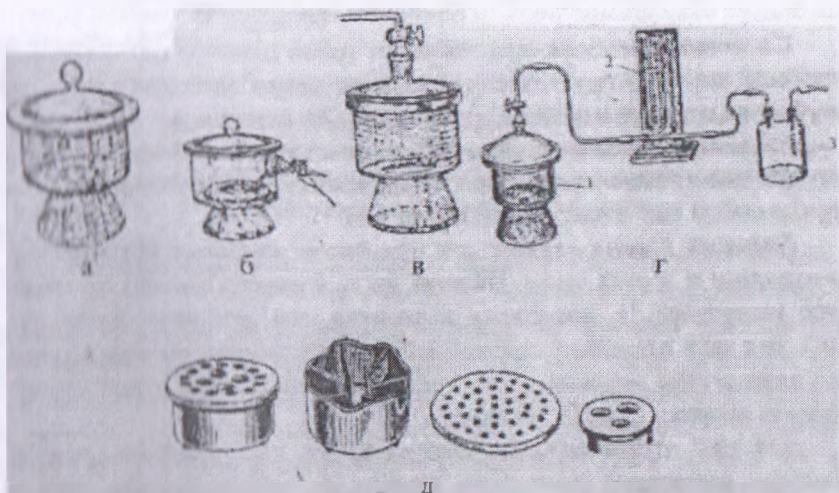


Рис. 19. Позиции а, б, в, г, д. Эксикаторы: а-обыкновенный эксикатор; б-вакуум-эксикаторы, г-готовый вакуум-эксикатор к работе; 1-вакуум-насос; 2-манометр; 3-предохранительная склянка; д-платиновые вкладыши в эксикатор

Склянки Вульфа - толстостенные склянки вместимостью от 250мл до 5л, имеют два или три горла и нижний спускной тубус. Используются для промывки газов, а также в качестве предохранительных склянок при вакуумной дистилляции или фильтровании с отсасыванием (рис. 20, позиции 1, 2, 3).

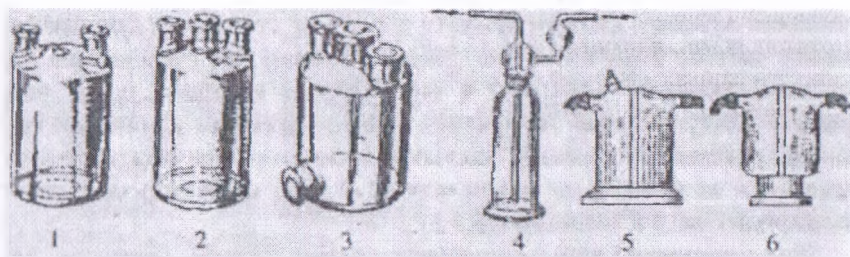


Рис. 20 Позиции 1,2,3,4,5,6: 1,2,3 - склянки Вульфа; 4-склянка Дрекслея; 5,6 - склянки Тищенко.

Склянки Дрекслея представляют собой цилиндр со стеклянной пробкой, через которую до самого дна цилиндра проходит трубка, от трубки же отходит отводная трубка (рис. 20, позиция 4).

Склянки Тищенко отличается от склянок Вульфа тем, что внутри имеют перегородки, делящие склянки на две сообщающиеся между собой части (рис. 20, позиции 5,6).

Аппарат Киппа служит для получения двуокиси углерода, сероводорода и других газов. Нижняя часть аппарата состоит из широкого резервуара (у некоторых аппаратов этот резервуар имеет тубус), над ним находится шарообразное расширение, имеющее тубус для отвода газа. верхняя часть аппарата представляет собой грушевидную воронку (рис.21, позиция а).

Для того, чтобы зарядить аппарат Киппа поступают следующим образом: вынимают резиновую пробку из тубуса и через него в среднюю расширенную часть аппарата вводят вещество для получения газа (мрамор для получения двуокиси углерода, сернистое железо для получения сероводорода, цинк для получения водорода и т.д.). Куски насыпаемого твердого вещества должны быть не менее 1см", но и не очень большими (пользоваться порошком не ре-

рекомендуется, так как при этом слишком бурно выделяются газ и возможен прорыв его через верхнюю часть).

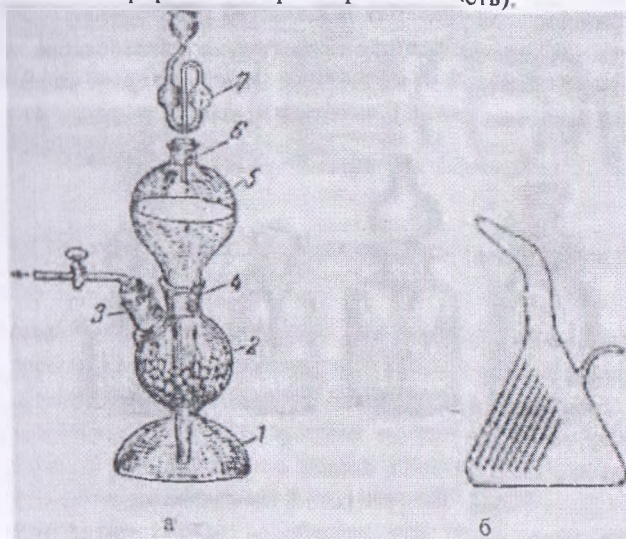


Рис. 21 Позиции а, б: а - аппарат Киппа (1-резервуар; 2-шарообразное расширение; 3-тубус для отвода газа; 4-горло шарообразного расширения; 5-грушевидная воронка; 6-горло воронки; 7-предохранительная воронка); б - капельница для горячего промывания.

В тубус вставляют резиновую пробку, снабженную трубкой со стеклянным краном. Затем в аппарат, открыв газоотводный кран тубуса, наливают через горло грушевидной воронки раствор (раз- Банленный раствор соляной кислоты при получении двуокси углерода, сероводорода или водорода). Жидкость наливают в таком количестве, чтобы уровень ее достиг половины верхнего шарообраз- ПИЮ расширения нижней части. Пропускают газ в течение 5-7 минут, чтобы вытеснить воздух из аппарата, после чего закрывают газоотводный кран, а в горло вставляют предохранительную воронку. Газоотводную трубку тубуса соединяют с тем прибором, куда нужно пропускать газ. Пока кран закрыт, выделяющийся газ вытесняет кислоту из шарообразного расширения аппарата и последний перестает работать. Если же открыт газоотводный кран, кислота вновь попадает в резервуар с мрамором или другим веществом и аппарат начинает работать.

Газовые бюретки служат для измерения объемов газа. В отличие от бюреток для жидкостей, кран газовых бюреток расположен в их верхней части.



Рис.26 Позиции 1,2,3- стеклянные сосуды Дьюара;
4- металлический сосуд для крипления сжиженных газов.

Мерные цилиндры - стеклянные толстостенные сосуды с нанесенными на наружной стенке делениями, указывающими объем в миллилитрах. Они бывают самой различной емкости от 5-10мл до 1л и больше (рис.27, позиции 5,6).

Кроме цилиндров для той же цели используют *мензурки*. Это сосуды конической формы, на стенке которых имеются деления. Они очень удобны для отстаивания мутных жидкостей, когда осадок собирается в нижней, суженной части мензурки (рис.27, позиция 7).

Мерные колбы - необходимая посуда для большинства аналитических работ. Они представляют собой плоскодонные колбы различной емкости. В большинстве случаев мерные колбы имеют шлифованные стеклянные пробки. Различают узкогорлые и широкогорлые мерные колбы. На горле колбы имеется кольцевая метка, а на самой колбе вытравлено число, указывающее ее емкость в миллилитрах при определенной температуре (рис.27, позиции 8,9,10,11).

Мерные колбы служат для разбавления всякого рода растворов определенного объема или же для растворения какого-либо вещества в определенном объеме соответствующего растворителя.

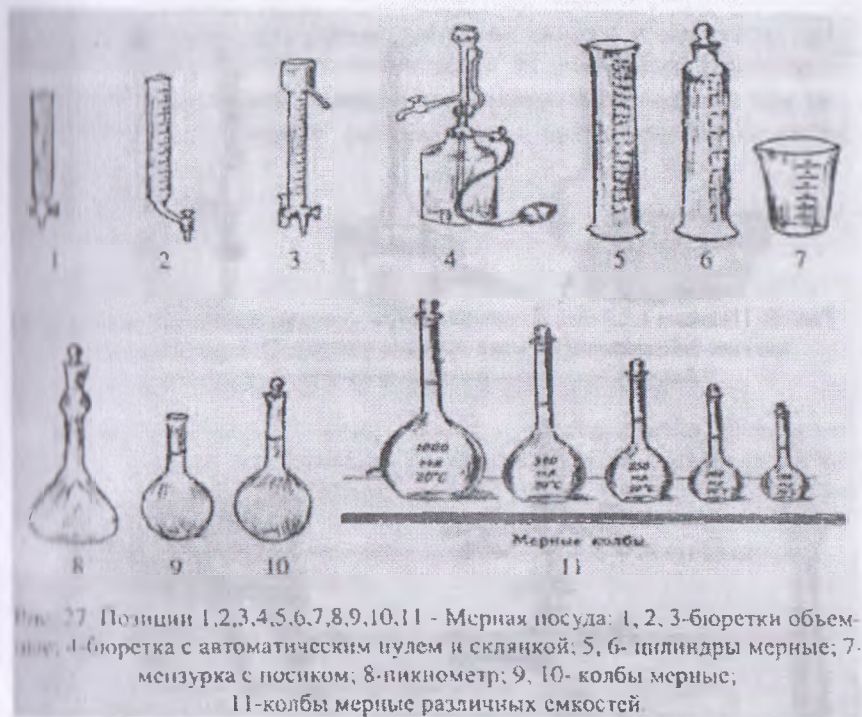


Рис. 27 Позиции 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 - Мерная посуда: 1, 2, 3-бюретки объемные; 4-бюретка с автоматическим нулем и склянкой; 5, 6- цилиндры мерные; 7- мензурка с посиком; 8-пикнометр; 9, 10- колбы мерные; 11-колбы мерные различных емкостей.

Стеклянные приборы и принадлежности для определения плотности различных веществ (рис.28, 29) и работы со стеклом (рис.30):

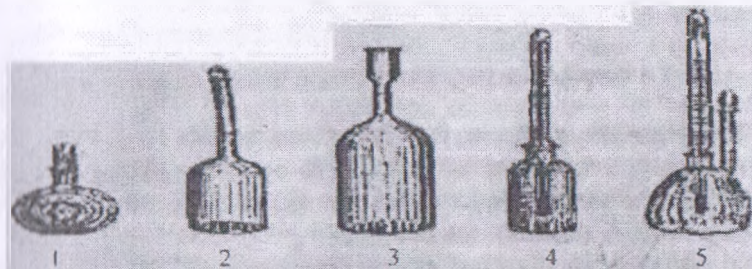


Рис. 28 Позиции 1,2,3,4,5 - Пикнометры для определения плотности: 1-Гей-Люссака, 2-Райнауера; 3-Раибе; 4,5-Менделеева.

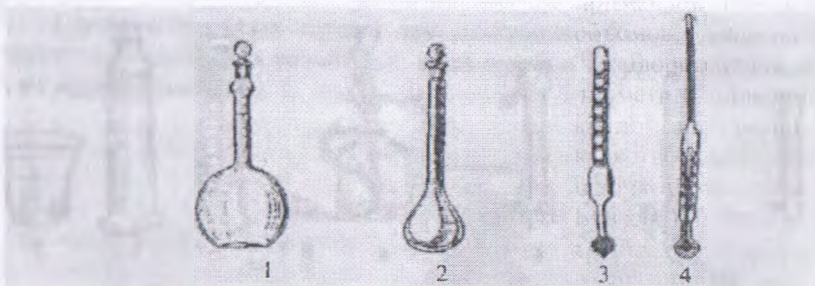


Рис.29 Позиции 1,2,3, 4: 1,2- волюметры для определения относительной плотности порошкообразных твердых веществ (2-градуированный);

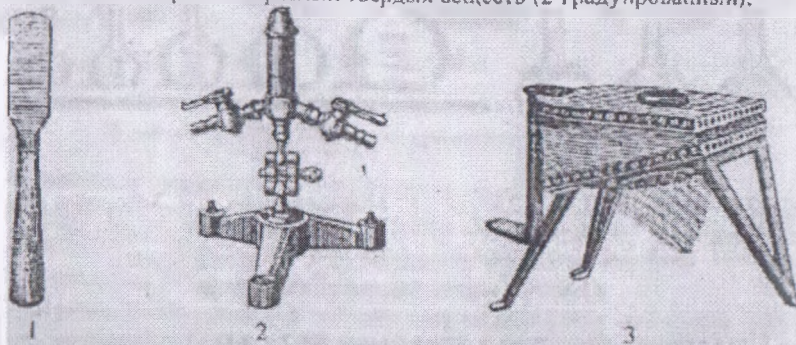


Рис.30 Позиции 1,2,3: 1-нож для резки стекла; 2-паяльная горелка; 3-мех, стеклодувный, ножной.

3.4 Фарфоровая и высокоогнеупорная посуда

Фарфоровые изделия по сравнению со стеклянными, характеризуются большей химической и термической стойкостью. В состав разных видов фарфора входит от 20 до 60% каолина, 20-40% кварца и 20-60% полевого шпата.

Обжиг изделий производят при температуре 1200-1400°C. Многие фарфоровые изделия покрывают глазурью. Недостатком изделий из фарфора является то, что они тяжелы, непрозрачны и значительно дороже стеклянных.

Стаканы (бокалы). Цилиндрические сосуды с носиками, бывают разных размеров вместимостью от 50 до 4000мл. Применяют для растворения, перемешивания и нагревания на водяной или песочной бане, на газовой горелке через асбестированную сетку (рис.31, позиция 1)

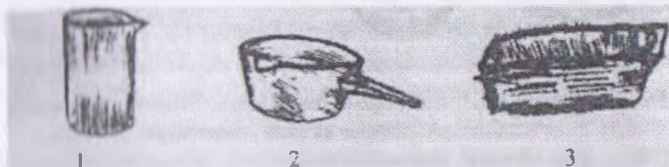


Рис.31 Позиции 1,2,3: 1-стакан; 2,3- выпарительные чашки.

Выпарительные чашки. Круглые, тонкостенные, невысокие сосуды с носиком для сливания жидкости. Бывают восьми размеров вместимостью от 28 до 4600мл, с диаметром от 3-4 до 50см и больше (рис. 31, позиция 2,3).

Фарфоровые выпарительные чашки с носиком выпускаются следующих размеров (табл.1).

Таблица 1 Размеры фарфоровых выпарительных чашек

Номера	1	2	3	4	5	6	7	8
Емкость, мл	28.8	65.0	140.0	311.0	471.0	1010.0	2106.0	4600.0
Диаметр, мм	56	72	93	120	156	202	260	366

Внутри эти чашки обязательно покрыты глазурью, снаружи глазурью покрывают 1/3-1/2 высоты от края. Чашки служат для выпаривания разного рода растворов. Выпаривание проводят на водяной или песчаной бане, можно проводить выпаривание на газовой горелке или на электрической плитке через асбестированную сетку.

Ступки с пестиками. Круглые, толстостенные сосуды с носиком (рис.32, позиция 1,2,3). Внутренняя поверхность ступки не покрывается глазурью и имеет шероховатую. Они применяются для тонкого измельчения и для определения количества твердого вещества, биологических тканей (Мт и др.) или для тщательного перемешивания жидких веществ.

Кружки с ручками и носиками. Высокие, толстостенные цилиндры. Бывают вместимостью от 250мл до 2л. Служат для разливания жидкостей, концентрированных растворов щелочей, смешивания жидкостей.

слот. Могут применяться для нагревания жидкостей на песочных банях или на асбестированной сетке до 300°C (рис.33, позиция 1).

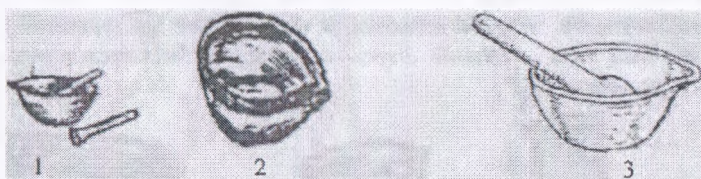


Рис.32 Позиции 1,2,3: 1-ступка с пестиком; 2-толстостенная ступка; 3-тонкостенная ступка с пестиком.

Тигли бывают высокие и низкие. Существует 5 номеров высоких тиглей и 6 - низких. Различаются они между собой размерами и вместимостью. Тигли применяются для сушки, озоления и прокаливания осадков. Их нагревают постепенно, сначала над пламенем горелки, затем в нужной зоне пламени до требуемой температуры. Тигли можно прокаливать постепенно, нагревая в муфельной печи до 1200°C. По окончании прокаливания тиглям дают несколько остыть на воздухе, затем помещают в эксикатор. Не рекомендуется брать раскаленные тигли холодными щипцами и ставить их на металлические или керамические подставки, лучше ставить тигли для остывания на асбестированную сетку. В фарфоровых тиглях нельзя проводить плавление с щелочами и с карбонатом натрия, а также работать с фтористо-водородной кислотой, так как фарфор при этом разрушается. Иногда тигли снабжены крышками, которые применяют для закрывания тиглей во избежание распыления или потерь веществ из-за разбрызгивания (рис.33, позиция 2).

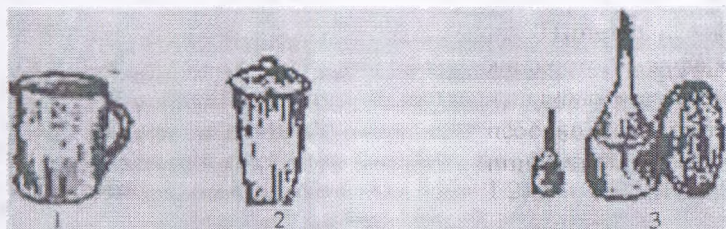


Рис.33 Позиции 1,2,3: 1-кружка с ручкой и носиком; 2 тигель; 3-воронки Бюхнера.

Воронки Бюхнера - имеют между цилиндрической и конусной частями перегородку с большим числом отверстий. Выпускаются шести размеров вместимостью от 68 до 2720мл. Воронки применяют для фильтрации осадков из нейтральных, кислых и щелочных растворов через бумажный фильтр в горячем или холодном состоянии с применением отсасывания. Для работы чисто вымытую воронку ставят на резиновой пробке в колбу Бунзена для фильтрации. На сетчатую перегородку укладывают два кружка фильтровальной бумаги, диаметр которых примерно на 1мм меньше внутреннего диаметра воронки. Когда кружки уложены в воронку, их следует слегка смочить дистиллированной водой или той жидкостью, которую будут фильтровать. При этом фильтровальная бумага плотно прижимается к сетчатой перегородке и предотвращает попадание твердого вещества в фильтрат (рис.33, позиция 3, рис.34 позиция 4).

Ложки и шпателя. Ложки используют для набирания сухих веществ при взвешивании. Шпатель представляет собой стержень с расширениями на концах в форме лопаток. Одна лопатка обычно меньше другой, концы лопаток немного заострены. Шпатель применяют для набора веществ во время взвешивания, для снятия осадков с фильтров, для растирания веществ и т.п. (рис.34, позиции 1,2,3,5,6).

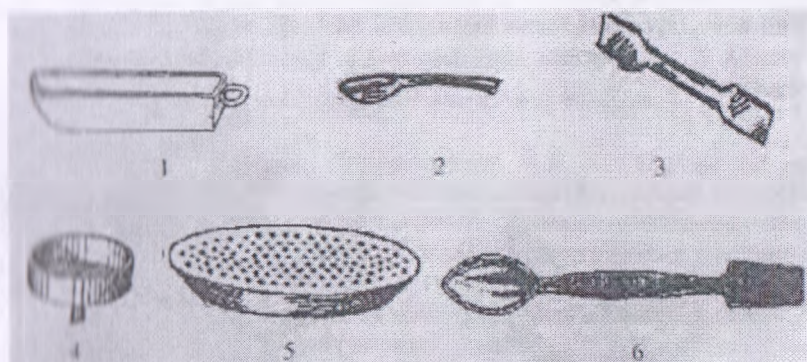


Рис. 34. Позиции 1,2,3,4,5,6: Фарфоровые - 1-лодочка для прокалывания, 2 ложка; 3-шпатель; 4-воронка Бюхнера; 5-сетка для фильтрации; 6-ложка шпатель.

Высокоогнеупорная посуда. В тех случаях, когда требуется нагревание до температуры, превышающей 1200°C следует пользоваться тиглями из высокоогнеупорных материалов, к которым относятся *кварц, графит, шамот*, так называемая *гессенская глина, платина, окислы многих металлов, карбиды некоторых металлов* и др.

Шамотные, Алундовые, Графитовые, Корундовые тигли удобны для работы при высокой температуре, так например с Алундовыми при $1600-1800^{\circ}\text{C}$ (рис.35, позиции 1,2,3; рис.36, позиции 1,2).

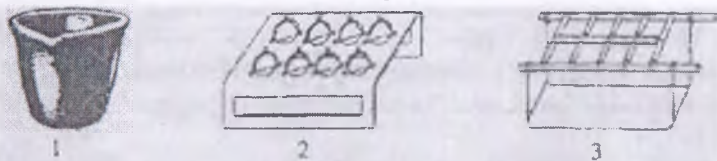


Рис.35 Позиции 1,2,3: 1-шамотный тигель; 2, 3-поставки для тиглей

3.5 Кварцевая посуда

В зависимости от исходных материалов и степени их чистоты кварцевые изделия бывают: 1) *непрозрачные с шероховатой, шелковистой или гладкой поверхностью*; 2) *прозрачные, подобные стеклянным*. Особенностью кварцевой посуды является ее *термостойкость и химическая инертность* в большинстве химических веществ.

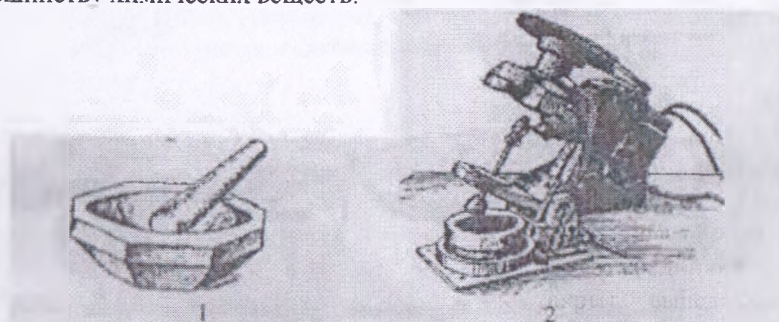


Рис.36 Позиции 1,2: 1-агатная ступка; 2-механическая агатовая ступка

Кварцевую посуду можно без риска нагревать на голом пламени горелки и сразу же охлаждать, опустив нагретый сосуд в холодную воду. Кварцевые изделия можно нагревать до температуры 1200°C даже под вакуумом, и они при этом не деформируются, так как кварц плавится в пределах 1600-1700°C. Кварцевую посуду *нельзя употреблять при работе с фтористоводородной кислотой и щелочами*, так как кремнезем с ними взаимодействует.

Из кварца изготавливают колбы всех видов, пробирки, стаканы, выварочные чашки, тигли и пр.

3.6 Посуда из пластических масс и другого материала

Посуда из *полиэтилена, полипропилена, фторопласта и других прозрачных и полупрозрачных пластиков* с высокой химической стойкостью находит все более широкое применение. Из этих материалов изготавливают колбы, пипетки, промывалки, пробирки, ципидры, воронки, трубки и другие изделия, а также приспособления одноразового пользования для взятия проб биологических жидкостей и их транспортировки в лабораторию, которые могут быть использованы в процессе лабораторного анализа (центрифугирования, дозирования и т.д.). Преимущественно лабораторная посуда из пластиков используется для работы с растворами при комнатной температуре. Пластмассовая лабораторная посуда *обладает малой смачиваемостью, но прочно адсорбирует некоторые химические вещества*.

3.7 Подготовка лабораторной посуды

Лабораторная посуда, применяемая для количественных исследований, должна быть тщательно подготовлена, так как от этого в значительной степени зависит точность проводимых исследований. Чаще всего при подобных исследованиях применяется стеклянная посуда, поэтому нужно хорошо знать способы ее обработки.

Каждый стеклянный сосуд или прибор, предназначенный для применения в количественных исследованиях, должен быть полностью очищен от посторонних загрязняющих веществ.

Новая, только что полученная посуда и посуда, применявшаяся ранее в каких-либо анализах, должна быть подвергнута полной очистке. Сначала стеклянную посуду ополаскивают несколько раз водопроводной водой, чтобы удалить растворимые посторонние вещества. Нерастворимые вещества, прочно прилипшие к стенкам или дну посуды, удаляются механическим путем с помощью ерша или щетки. После

этого, посуда подвергается химической обработке. Из химических методов обработки посуды чаще всего употребляется промывание разбавленной соляной кислотой, хромовой смесью, щелочным раствором марганцево-кислого калия и т.д.

Лабораторная посуда должна быть совершенно чиста, без выполнения этого условия работать нельзя. Поэтому следует научиться мыть посуду так, чтобы была полная уверенность в ее чистоте.

Для выбора способов мытья посуды в каждом отдельном случае необходимо следующее:

1. Знать свойства загрязняющих посуду веществ;
2. Использовать растворимость загрязнений в воде (холодной или горячей), в растворах щелочей, различных солей или кислот;
3. Использовать свойства окислителей окислять в определенных условиях органические и неорганические загрязнения, разрушать их с образованием легко растворимых соединений;
4. Для мытья могут быть использованы все вещества, обладающие поверхностно-активными свойствами (мыло, синтетические моющие средства, моющие глины и пр.);
5. Если загрязняющий посуду осадок химически стоек, для его удаления можно применить механическую очистку при помощи ершей и пр. (рис.37);
6. Нужно всегда помнить о технике безопасности и возможности несчастных случаев при мытье посуды, особенно, если работающий незнаком со свойствами загрязнений.

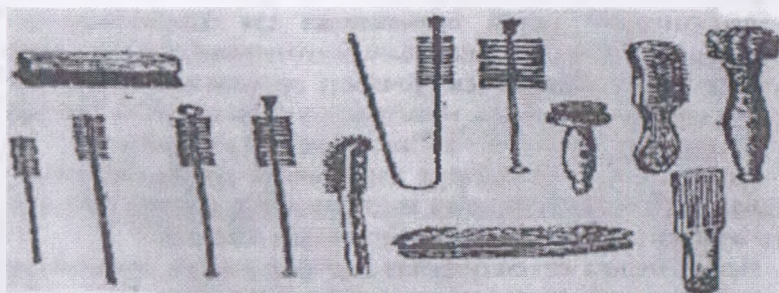


Рис. 37 Щетки и ерши для мытья посуды.

3.7.1 Физические методы очистки посуды

Умение мыть лабораторную посуду является той частью лабораторной техники, знание которой обязательно для каждого работника лаборатории. Мытье лабораторной посуды проводится различными средствами, и технологии этого процесса отличаются между собой.

Мытье водой. В тех случаях, когда химическая посуда не загрязнена смолой, жировыми и другими нерастворяющимися в воде веществами, посуду можно мыть теплой водой. - Стеклопосуда считается чистой, если на стенках ее не образуются отдельные капли и вода оставляет равномерную тончайшую пленку.

Если на стенках посуды имеется налет каких-либо солей или осадок, посуду очищают (предварительно смочив водой) щеткой или ершом и уже затем окончательно моют водой. Хорошо вымытую в теплой воде посуду обязательно два-три раза споласкивают дистиллированной водой для удаления солей, содержащихся в водопроводной воде.

Для механизированной чистки посуды щетками служат специальные приспособления. Также выпускаются машины для мытья лабораторной посуды (например, Ц-2198 Пензенского завода "Дезхимоборудование").

Мытье паром. Посуда не всегда может быть отмыта одной водой, например, так как этим путем нельзя удалить загрязнения жировыми веществами. Значительно лучших результатов можно достичь, если мыть посуду струей водяного пара. Этот способ мытья является самым лучшим, но он редко применяется, так как требует длительного времени. Если обычно колбу можно вымыть за 5-10 мин., то для мытья паром нужен минимум 1ч. Когда требуется особо чистая посуда, ее предварительно моют каким-либо обычным способом, после чего пропаривают.

Посуду можно пропаривать в аппарате Шилова, который легко может быть смонтирован самостоятельно. Для этого нужно взять широкогорлую колбу или металлический бачок с узким отверстием (емкостью до 2л), которое закрывают корковой или резиновой пробкой. В отверстие пробки вставляют стеклянную воронку, а в шейку воронки стеклянную трубку с оттянутым концом. На другой конец

стеклянной трубки надевают кусочек резиновой трубки, удерживающий ее в отверстии воронки. Затем колбу наполняют на две трети водой, опускают туда же несколько стеклянных капилляров или кусочков неглазурированной глиняной пластинки (для равномерного кипения воды). Вся установка укрепляется на штативе. Воду нагревают до кипения. Пар выходящий из стеклянной трубки, направляют в пропариваемую посуду. Таким образом, можно пропаривать колбы, стаканы, пробирки, пипетки и бюретки. Пропаривание продолжается до тех пор, пока вода не будет свободно и равномерно стекать со стенок посуды. Обычно 30 минут достаточно для полного очищения. При помощи пропаривания можно не только очищать посуду от посторонних веществ, но и удалять щелочи, выделяющиеся из стекла. Это имеет значение при анализах требующих применения "нейтрального стекла" (рис. 38).

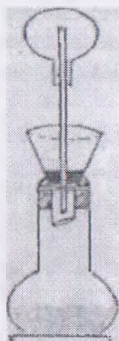


Рис. 38
Аппарат
Шилова

Мытье органическими растворителями. К органическим растворителям относятся диэтиленовый (серный) эфир, ацетон, спирты, петролейный эфир, бензин, скипидар, четыреххлористый углевод и др. Органические растворители применяют для удаления из посуды смолистых и других органических веществ, которые не растворяются в воде.

Большинство органических веществ - растворителей огнеопасно, работать с ними следует вдали от огня. Загрязненные органические растворители нужно собирать каждый в отдельности и время от времени регенерировать их. Регенерацию проводят путем отгонки загрязненного растворителя.

Мыть другими моющими средствами. Для мытья посуды можно применять и другие вещества, например, мыло и особенно 10% раствор тринатрийфосфата, обладающий прекрасными моющими свойствами.

При мытье водой с мылом, тринатрийфосфатом или другими стиральными порошками полезно поместить в колбу кусочки чистой фильтровальной бумаги. При встряхивании колбы бумага механически удаляет со стенок приставшие к ним загрязнения.

Недопустимо применять для очистки посуды песок, так как он царапает стекло. Посуда, имеющая царапины, при нагревании обычно ломается.

3.7.2 Химические методы очистки посуды

Мытье марганцовокислым калием. Применяют 4-5% раствор перманганата калия. Раствор марганцовокислого калия - сильный окислитель, особенно, когда он подогрет и подкислен серной кислотой.

Раствор наливают в загрязненную посуду, затем добавляют к нему тонкой струйкой концентрированную серную кислоту (3-5 мл на 100 мл раствора). При этом раствор разогревается примерно до 50-60°C. Стенки посуды смачивают раствором для окисления загрязнений. Ни в коем случае нельзя брать соляную кислоту, так как при взаимодействии ее с перманганатом будет выделяться газообразный хлор. Если после обработки посуды раствором перманганата калия на ее стенках появится бурый налет, то его смывают 5%-ным раствором сернистокислого натрия (NaHSO_3), растворами закисного железа (FeSO_4 солью Мора или раствором щавелевой кислоты. После этого посуду моют водой. Отработанный раствор перманганата, обычно, повторно не используют и не хранят, но при использовании перекисленного раствора, его можно использовать несколько раз.

Мытье смесью соляной кислоты и перекиси водорода. Очень удобным и доступным окислителем, который с успехом можно применить для мытья химической посуды, является смесь Комарова, состоящая из равных объемов - 6 н. раствора соляной кислоты и 5-10 н. раствора перекиси водорода. Эта смесь действует очень

энергично, особенно при небольшом подогревании, при этом она не влияет на стекло, чего нельзя сказать о хромовой смеси или подкисленном растворе марганцовокислого калия. Вместо соляной кислоты можно пользоваться уксусной кислотой. Для мытья смесь наливают в слегка подогретую посуду (мерную посуду нагревать нельзя) или же подогревают смесь до 30-40°C. Обмывают стенки посуды смесью, затем выливают в ту же посуду, в которой она хранилась, для повторного пользования. После этого посуду моют водой, как обычно.

Мытье серной кислотой и растворами щелочей. Когда посуда загрязнена смолистыми веществами, нерастворимыми в воде, а также в тех случаях, когда в лаборатории нет хромовой смеси, посуду можно мыть концентрированной серной кислотой или концентрированным (до 40%) раствором щелочи (NaOH, KOH). Смолы большей частью растворяются или в кислоте, или в щелочи. Загрязненный сосуд заполняют на 1/4 щелочью (если смолы много, жидкость наливают так, чтобы вся смола была покрыта ею, но с таким расчетом, чтобы сосуд можно было свободно встряхивать) и смачивают ею стенки посуды. Если растворение идет медленно, то такое ополаскивание продолжают 5-10 минут.

Обращаться с концентрированными серной кислотой и щелочью нужно осторожно; кислоту нельзя выливать в раковину. Загрязненную смолой серную кислоту или щелочь следует сливать в глиняные или стеклянные банки, которые всегда должны стоять около водопроводной раковины. Сливать в одну банку кислоту и щелочь нельзя, так как при этом будет происходить нейтрализация, сопровождающаяся сильным разогреванием, вследствие чего содержимое банки может разбрызгиваться. Содержимое таких банок следует выливать в специальные ямы, и только в крайнем случае в канализацию, причем тогда нужно пустить сильную струю воды.

Мытье хромовой смесью. Очень часто в лабораториях для мытья посуды применяют хромовую смесь, так как хромовокислые соли в кислом растворе являются сильными окислителями. Для приготовления хромовой смеси в концентрированную серную кислоту добавляют около 5% (от массы серной кислоты) размельченного в порошок кристаллического двуххромовокислого калия и осторожно нагревают в фарфоровой чашке на водяной бане до полного ее растворения.

Можно пользоваться и дихроматом натрия разбавленного серной кислотой. Растворяют 6г двуххромовокислого натрия в 100мл воды и приливают к этому раствору 100мл концентрированной серной кислоты.

Хромовая смесь служит для мытья довольно долго. После длительного (многократного) употребления ее темно-оранжевый цвет переходит в темно-зеленый. Такая хромовая смесь не обладает более значимыми свойствами, и ее следует заменить новой. Смесь наливают в очищаемую посуду и оставляют в ней на несколько часов, обычно на ночь. Иногда приходится применять горящую хромовую смесь. Для промывания пипеток необходимо их поместить в высокий цилиндр, залить хромовой смесью и оставить на некоторое время. После того как хромовая смесь вылита из посуды, ее ополаскивают чистой водой несколько раз, затем 2-3 раза дистиллированной, пока *п/юмывная вода не будет нейтральна на лакмусовую бумажку*.

Очень хорошо очищают посуду *оксиды азота*. Для получения их в промываемом сосуде (например, в бюретке) смешивают 1,5мл концентрированной азотной кислоты с 0,5мл эталона.

Хорошей моющей жидкостью является *этанольный раствор едкого калия*. Его готовят растворением 40-50г твердой щелочи в 500мл воды (в фарфоровом стакане). После остывания, к раствору добавляют спирт "сырец" до 1л.

При работе с ферментами для мытья лабораторной посуды лучше пользоваться смесью равных объемов *азотной и серной кислот* с последующей многократной промывкой посуды водопроводной и дистиллированной водой, ибо остатки моющих веществ могут повлиять на результаты анализов. *Посуду из пластмасс* лучше всего мыть 1-2%ным раствором *тринатрийфосфата*, слабыми растворами *гидрокарбоната натрия* или *хлористоводородной кислоты*, нельзя пользоваться растворами концентрированных кислот, щелочей и сильных окислителей.

Лабораторную посуду моют ручным способом в ваннах или на специальных моющих машинах, а также на специальных устройствах для мытья пипеток, работающих по принципу сифона. Эти устройства облегчают очистку лабораторной посуды, но не исключают полностью ручной труд.

3.7.3 Сушка лабораторной посуды

Сушат лабораторную посуду на специальных досках с колышками, на решетках, в струе холодного воздуха, если имеется подводка - сжатого воздуха, а также в сушильных шкафах при температуре 80-100°C. Для быстрой сушки лабораторной посуды используют поочередное промывание со спиртом и эфиром или их смесью. Мерную лабораторную посуду, особенно пипетки, бюретки, микродозаторы, не рекомендуется сушить в сушильных шкафах. Пластмассовую лабораторную посуду сушат при температуре не выше 40-50°C.

Сушка на колышках. Это самый распространенный способ сушки. В лаборатории должна быть специальная доска с колышками, которую обычно помещают над раковиной для мытья посуды. Вымытую посуду надевают на эти колышки и оставляют на них до тех пор, пока она не высохнет. Нужно следить за чистотой колышков и протирать их, так как на влажных колышках легко удерживается пыль и случайные загрязнения. Чтобы избежать загрязнения посуды от колышков, их можно обертывать чистой фильтровальной бумагой, и уже потом надевать на них посуду. Когда на колышках сушат воронку, то конец его полезно также обернуть куском фильтровальной бумаги. Очень удобно сушить посуду на специальных *решетках* (рис.39, позиции 1,2).

Стол для сушки посуды. Недостатком сушки на колышках является возможность загрязнения посуды. Поэтому в аналитических лабораториях, для которых чистота посуды является чрезвычайно важным условием, лучше пользоваться столами для сушки. Это - обычный стол, в крышке которого прорезаны круглые отверстия различного диаметра. Вымытую посуду опрокидывают и помещают в гнездо или над гнездом соответствующего диаметра. Таким образом, внутренняя поверхность сосуда не может загрязняться.

Чтобы стекающая жидкость из посуды не попадала на пол, на некотором расстоянии под крышкой стола устанавливают плоскую воронку из жести, посередине которой устроен сток (рис.39, позиция 3).

Сушка воздухом. Вымытую посуду можно высушить струей воздуха. Если нет проводки сжатого воздуха, можно применять меха, электрические воздуходувки или резиновые груши. Воздух на-

Груши ют при помощи груши или мехов через резиновую трубку, которую надевают на стеклянную трубку с оплавленным концом такой длины, чтобы она доходила до дна высушиваемого сосуда и снаружи оставался еще ее конец примерно в 10 см (рис.39, позиции 4,5).

Сушка спиртом и эфиром. Обтерев сосуд снаружи чистым полотенцем, ополаскивают его сначала чистым этиловым спиртом, а затем чистым диэтиловым (серным) эфиром. Пары эфира удаляют продуванием струей холодного воздуха.

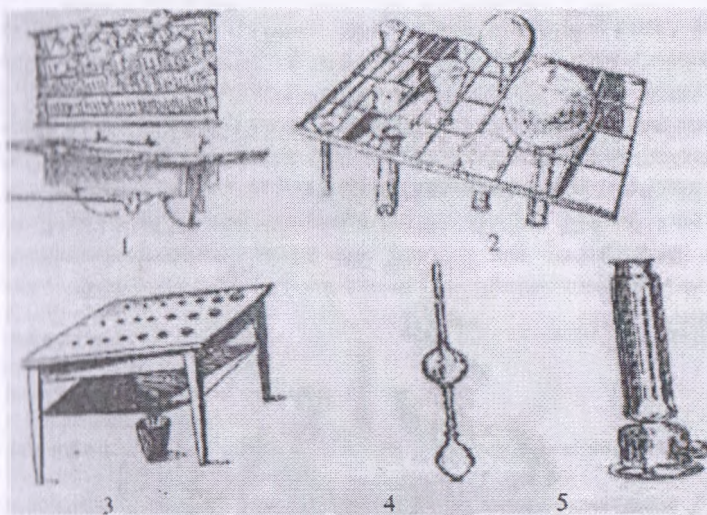


Рис.39 Позиции 1,2,3,4,5-Сушка посуды: 1-водопроводная раковина, приспособленная для мытья посуды, над ней расположена доска с кольчиками для сушки посуды; 2-решетка для сушки посуды; 3-стол для сушки; 4-резиновая груша; 5-поглотительная колонка.

Сушка в эксикаторе. В тех случаях, когда нужно принимать особые меры защиты вымытой посуды от загрязнения веществами, содержащимися в воздухе, мелкие стеклянные изделия следует высушивать в эксикаторе. Лучше применять вакуум-эксикаторы, заполненные силикагелем, хорошо адсорбирующим пары воды. В эксикаторы при этом помещают твердые водопоглощающие вещества, но не серную кислоту.

Сушка горячим воздухом. Для ускорения сушки можно обдувать посуду горячим воздухом. Иногда посуду сушат над электроплиткой или над коптящим "холодным" пламенем горелки. Нагревание следует проводить осторожно, так как в случае неравномерного обогрева посуда может лопнуть в результате местного охлаждения находящимися на стенках каплями воды.

Сосуд нужно все время поворачивать и после окончания высушивания, оттереть со стекла копоть. Мерную посуду (пипетки, мерные колбы и т.д.) нагревать на пламени нельзя.

Сушка в сушильном шкафу. Быстро высушить посуду можно также в сушильном шкафу. Обычно в сушильный шкаф посуду ставят после того, как она некоторое время постояло перевернутой (на колышках, решетке или сушильном столе) для удаления воды. Сушку проводят при 80-100°C. На полку шкафа следует положить кусок чистой фильтровальной бумаги.

Посуду при высушивании в сушильном шкафу не следует ставить вверх дном, так как это замедляет улетучивание паров воды. После сушки в сушильном шкафу посуду сразу применять нельзя, ей нужно сначала дать остыть (рис.40).

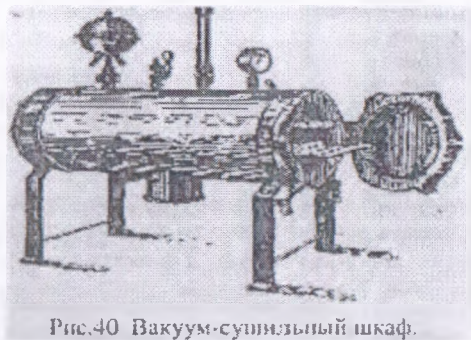


Рис.40 Вакуум-сушильный шкаф.

В лабораториях все исследовательские работы проводятся на специальных рабочих столах различной конструкции. При работе на рабочих столах следует создать оптимум условий, для чего необходимо: не загромождать рабочие столы, содержать стол и ящики стола в чистоте, учесть степень освещенности, т.е., расположение естественному (к окну) и искусственному освещению, все реактивы и посуда должны быть подписаны по назначению, по окончании работы лабораторный стол приводит в надлежащий порядок и т.д. (рис.41, позиция 1,2).



Контрольные вопросы

1. Что вы понимаете под лабораторной посудой?
2. Назовите основные материалы, используемые для изготовления лабораторной посуды?
3. На какие группы разделяют стеклянную посуду?
4. Перечислите лабораторную посуду общего назначения?
5. Назовите основные предметы лабораторной посуды специального назначения?
6. Какие виды стеклянных холодильников знаете, и для чего они служат?
7. Какие виды колб вы знаете и что такое сифоны?
8. Что такое мерная посуда, назовите наиболее часто используемую?
9. Назовите фарфоровые изделия, используемые в лабораторной практике?
10. Из каких материалов готовятся высокоогнеупорная посуда?
11. Какие виды кварцевой посуды вы знаете и их особенность?
12. Для чего используется посуда из пластических масс?
13. Для чего и как производится подготовка лабораторной посуды?
14. Какие физические методы очистки лабораторной посуды вы знаете? 15. Что относится к органическим растворителям для мойки посуды?
16. Назовите другие средства, используемые для мытья лабораторной посуды?
17. Какие химические средства очистки лабораторной посуды вы знаете? 18. Техника сушки, аппаратура и средства, используемые для сушки лабораторной посуды?

Глава 4 ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕХНИКА

Лабораторная техника - совокупность технических устройств, аппаратов, приборов и приспособлений, дающих возможность проводить в лабораториях различные исследования

Основное назначение лабораторной техники в ветеринарных учреждениях - исследования физико-химических свойств биологических жидкостей и тканей, а также проб из окружающей среды, частичная или полная замена производственных функций работника лаборатории с целью облегчения труда и повышения его производительности.

Общие тенденции развития лабораторной техники - развитие методов биологических исследований и стремление к повышению точности измерений и производительности труда персонала. Они характеризуются заменой классических методов исследований (весовую, объемную и т.д.) более чувствительными, точными, быстродействующими и менее трудоемкими (электрическими, фотометрическими, ферментативными и т.д.), вытеснением аппаратуры, дающей субъективную визуальную оценку результатов исследований (гемометр Сали, камера Горяева, визуальный колориметр и т.д.), более объективными, точными индикаторными и измерительными приборами (гемоглобинометр, цитометр кондуктометрический, фотоэлектрический колориметр и т.д.), повышением скорости действия приборов и стремлением к автоматизации часто встречающихся определений.

Лабораторная техника может быть классифицирована:

а) по сфере применения: *общая лабораторная техника*, необходимая для всех или большинства ветеринарно-биологических исследований и *специальная лабораторная техника*, предназначенная только для данного направления или вида исследований;

б) по характеру ветеринарно-биологических исследований, который определяется спецификой материала для исследования, приемов и методик работы (для микробиологических, биохимических, гематологических, гистологических, иммунологических, патолого-анатомических, ветеринарно-санитарных, экспертизы качества продуктов и т.д.);

в) по месту, занимаемому в лабораторном процессе: для подготовки к анализу (подготовка посуды, реактивов, отбор проб, выделение исследуемого вещества), для анализа (обнаружение, идентификация, измерение), для вспомогательных операций (создание условий для подготовки к анализу и проведение анализа);

г) по назначению при создании образцов: общегигиеническая лабораторная техника, применяемая не только в ветеринарных лабораториях, но и в других лабораторных исследованиях, и ветеринарная лабораторная техника, создаваемая специально для ветеринарно-биологических исследований.

4.1 Оборудование и аппаратура общего назначения

Общую лабораторную технику принято разделять на следующие группы:

1. Аппаратура для дистилляции и деминерализации воды: дистилляторы, бидистилляторы, аппараты для получения апиrogen-ной воды, аквадистилляторы, аппараты для деминерализации воды;

2. Аппаратура для нагревания, высушивания и термостатирования: печи тигельные, муфельные и др., инфракрасные излучатели, колбонагреватели, термостаты и ультратермостаты, бани лабораторные.

Последние предназначены для передачи тепловой энергии от источников тепла (пламени горелки, спиртовки, электронагревателя и др.) непосредственно реакционным сосудам. В качестве среды, передающей тепло, используются вода, масло, парафин, песок, воздух, что позволяет получить нужную температуру в реакционных сосудах;

3. Аппаратура для взвешивания: весы технические, аналитические, равноплечевые, торзионные и др.

4. Аппаратура для центрифугирования: центрифуги лабораторные и клинические, вакуумные и рефрижераторные, препараты и аналитические ультрацентрифуги;

5. Аппаратура для обнаружения, идентификации и измерения: микроскопы, осветители, приспособления для микроскопии роланам и др., колориметры, нефелометры, спектрофотометры, рефрактометры и т. д.

6. Аппаратура для встряхивания и перемешивания: встряхиватели, мешалки (рис.42), применяемые для ускорения эмульгирования, суспензирования, флотации протекания химических реакций маловязких жидкостей. Встряхивание и перемешивание отличаются по способу выполнения и интенсивности. В мешалках перемешивание осуществляется за счет легкого центробежного движения жидкости внутри сосуда. Перемешивающий элемент связан с электродвигателем механически (стержневые мешалки) или посредством магнитного поля (магнитные мешалки).

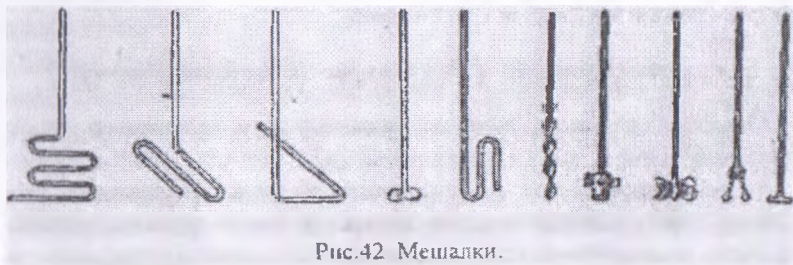


Рис.42 Мешалки.

В зависимости от типа и конструкции мешалки объем перемешиваемой жидкости варьирует от 50 до 1000мл, а скорость вращения от 30 до 1200об/мин. В аппаратах для встряхивания перемешивание жидкости в сосудах осуществляется за счет движения платформы, на которой размещены сосуды. Аппараты для встряхивания отличаются разнообразием конструкций и условиями перемещения и предназначены для различных по форме и объемам сосудов (для колб, пробирок, бутылей, штативов с пробирками). Объем их от 10мл до 3л, нагрузка от 0 до 60кг, форма движения - поступательное, колебательное, вращательное, сложное, число колебаний от 100 до 300 в 1мин; амплитуде колебаний от 5 до 40мм, окружающей средой может быть газ, жидкость. Время непрерывной работы - от нескольких минут до нескольких суток.

7. Вспомогательное оборудование включает технические средства для обработки лабораторной посуды: машины и приспособления для мойки посуды, сушильные шкафы, холодильники бытовые, вытяжные шкафы, компрессоры, вакуум-насосы и т.д. Большинство приборов, аппаратов и оборудования лабораторной техники являются обще техническими.

4.1.1 Аппаратура для дистилляции и деионизации воды

Дистиллированная вода (*Agua destillata*) - вода очищенная от растворенных в ней примесей путем дистилляции (перегонки). Она широко применяется как растворитель, в т.ч. и в ветеринарных целях для приготовления растворов лекарственных веществ. Дистиллированную воду, используемую для приготовления некоторых лекарств предварительно стерилизуют. Ее получают из питьевой воды в специальных перегонных аппаратах - аквадистилляторах. Воду путем дистилляции освобождают от нелетучих примесей, для чего ее предварительно кипятят в течение 15-30 мин. в открытом котле или обрабатывают специальными химическими веществами, переводя летучие вещества в нелетучие. Первые порции дистиллята отбрасывают.

Дистиллированная вода, собранная в приемник, должна быть защищена от попадания пыли и других примесей. Полученная с соблюдением всех необходимых правил дистиллированная вода представляет собой прозрачную бесцветную жидкость без запаха и вкуса с рН 5,0-6,8. Сухой остаток при выпаривании ее не должен превышать 0,001%, не должна содержать нитритов и нитратов, хлоридов и сульфатов, солей кальция и тяжелых металлов. В тех случаях, когда требуется дистиллированная вода более высокой степени чистоты, ее подвергают повторной дистилляции и получают бидистиллят (*Agua bidestillata*).

С целью освобождения дистиллированной воды от органических веществ в нее перед вторичной дистилляцией добавляют немного (примерно 0,1 г/л) перманганата калия и несколько капель серной кислоты. Вода, не содержащая следов органических веществ, называется *апирогенной*. Бидистиллированную воду получают и хранят в сосудах из кварца, олова, серебра или платины.

Для очистки воды широко используют *ионообменные смолы*. Вода последовательно пропускается через ряд колонок, заполненных катионитами и анионитами. Полученная таким образом вода называется *деминерализованной*. По степени очистки и свойствам она практически не отличается от дистиллированной воды. Дистиллированная вода не пригодна для питья, т.к. не содержит минеральных веществ.

Для дистилляции воды применяется аппаратура различной конструкции и производительности, однако принцип работы аппаратов этого типа один - конденсация пара, получаемого нагреванием воды электронагревательными элементами различной мощности и вида, в камерах охлаждения.

Промышленность выпускает ряд моделей дистилляционных аппаратов различной мощности и производительности. Так, дистиллятор Д-1 рассчитан на получения 4-5 л воды, а дистиллятор Д-25 модель 784 на получение 25 л воды в час.

Принцип работы *дистиллятора* заключается в следующем (рис. 43). В камере испарения (6) электронагревательные элементы (8) нагревают воду до кипения. Камера испарения снаружи защищена стальным кожухом, предназначенным для уменьшения тепловых потерь и предохранения обслуживающего персонала от ожогов. Образовавшийся в камере пар поступает в конденсатор (5), который охлаждается протекающей снаружи водопроводной водой. Сконденсированный пар вытекает в виде дистиллята через ниппель (1). Чистота получаемой дистиллированной воды обеспечивается за счет отражательных экранов (4) сепарирующих пар. Отражательные экраны расположены в верхней части камеры испарения.

Прибор, подключенный к водопроводу, заполняется водопроводной водой, поступающей непрерывно с момента включения прибора через вентиль (9). Вода заполняет камеру испарения до установленного уровня. По мере выкипания вода поступает в камеру испарения лишь частично, основная часть ее, проходя через конденсатор, сливается по сливной трубке (3) в урвнитель (11), через отвод (10) стекает в канализационную трубу. С помощью урвнителя, который сообщается с камерой испарения, поддерживается необходимый постоянный уровень воды.

Для предохранения электронагревательных элементов от перегревания в случае прескращения подачи воды или снижения ее уровня ниже предусмотренного, в дистилляторе имеется автоматическое устройство - датчик уровня (7), автоматически отключающий электронагреватели от сети (рис.43).



Рис. 43. Общий вид (1) и принципиальная схема дистиллятора Д-25 (2), где: 1 - конденсатор, 2 - спусковой кран, 3 - сливная трубка, 4 - отражательные экраны, 5 - испаритель, 6 - камера испарения, 7 - датчик уровня, 8 - электронагревательные элементы, 9 - вентиль, 10 - отвод, 11 - уравниватель.

При необходимости отключения прибора на длительное время нужно спустить воду, заполняющую камеру испарения. Для этой цели служит спусковой кран (2). Увеличение длительности срока работы дистиллятора без ремонта может быть достигнуто, если регулярно очищать от накипи трубку, по которой вода поступает в камеру испарения, так как со временем отверстие трубки все более сужается из-за образования накипи, и вода из уравнивателя поступает в испарительную камеру в недостаточном количестве, вызывая преждевременный выход из строя электронагревателей (рис.44, 45).

Для получения *апирогенной воды*, может быть применен аппарат «АА -1», представляющий собой дистиллятор, в который конструктивно вписаны дополнительные устройства: сборник уравни- н-и, к котором происходит смешивание химических реагентов, добавляемых в камеру испарения для получения апирогенной воды, и 1о шрующее устройство из двух стеклянных сосудов с капельницами и шуми фи льтрами (рис.46).

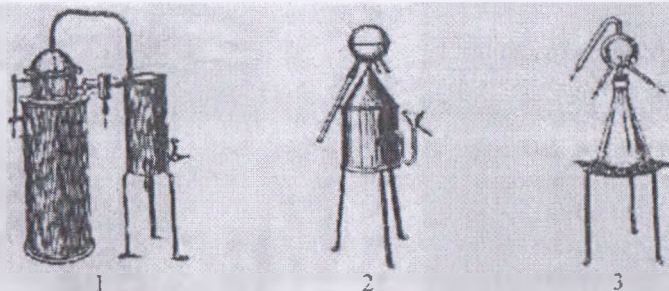


Рис.44 Позиции 1,2,3: 1-перегонный куб; 2,3-перегонные аппараты для получения дистиллированной воды.

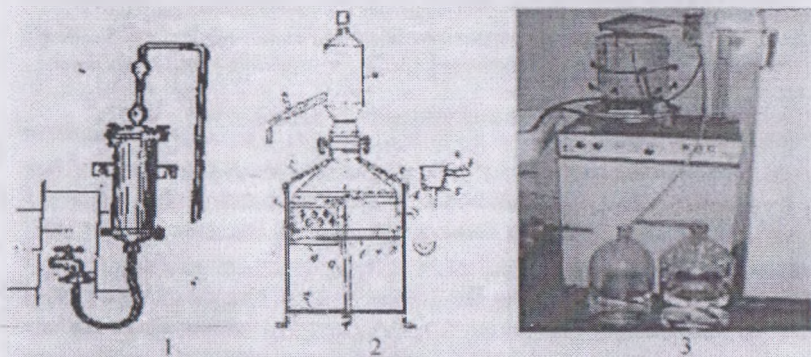
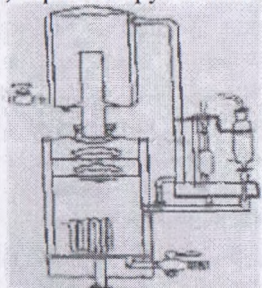


Рис.45 Позиции 1, 2, 3: 1- лабораторная установка для получения деминерализованной воды; 2 - аппарат для получения дистиллированной воды; 3- момент дистиллирования воды.

Основными частями аппарата являются камера испарения с уловителями, конденсатор, сборник уловитель. Камера испарения, как и в обычном дистилляторе, защищена снаружи стальным кожухом, уменьшающим теплопотери и предохраняющим обслуживающий персонал от ожогов. В днище камеры вмонтированы 4 электронагревательных элемента мощностью по 2кВт каждый.

В камере испарения вода, в которую уже добавлены химические реагенты, нагревается электронагревателями и превращается в пар, который уже через уловители и паропровод поступает в конденсационную камеру, охлаждаемую снаружи холодной проточной водой, где он конденсируется и

превращается в апиrogenную воду, вытекающую через ниппель. Для предотвращения повышения давления в камерах имеется предохранительная щель, через которую может выходить избыток пара.



*Рис. 4 (> Аппарат «АА 4»
для получения
апиrogenной воды.*

Сборник уравниватель, связанный с камерой испарения, обеспечивает постоянный уровень воды в ней. В начале работы аппарата вода наполняет камеру испарения до установленного уровня, в дальнейшем по мере выкипания вода поступает в камеру испарения частично, основная же ее часть через штуцер стекает в канализацию. Для визуального контроля за уровнем воды в камере испарения на штуцере сборника уравнивателя вставлено водомерное стекло.

Сборник уравниватель в аппарате "АА-1" несет двойную функцию. Он предназначен также для смешивания воды с химическими реагентами, добавляемые в камеру испарения. Для этой цели в сборнике уравнивателя имеется специальная трубка, через которую химические реагенты поступают в камеру испарения вместе с водой. Строгая дозировка химических реагентов обеспечивается дозирующим устройством, состоящим из 2 стеклянных сосудов (емкостей) цилиндрической формы, соединенных через капельницу со сборником. Емкость каждого сосуда - 100 мл. Регулировка дозатора производится в основном один раз (в начале работы аппарата), а ежедневное возобновление работы дозатора осуществляется снятием лапши < резиновой трубки, соединяющей дозатор со сборником

уравнителем. После освобождения одного сосуда от реагентов подключают к работе второй. Дозирующее устройство укреплено на кронштейне, в котором имеются отверстия для стеклянных сосудов закрепляемых при помощи колец.

В качестве химических реагентов для очистки воды используются марганцовокислый калий "ХЧ", алюмокалиевые квасцы ~ "ХЧ" и Na_2HPO_4 фармакопейный или "ЧДА".

Когда нужна очень чистая вода, принимают особые меры, предупреждающие попадание в воду каких-либо примесей, например, используют серебряный или кварцевый холодильник. Приемник (также кварцевый, посеребренный или из специальных сортов стекла, не подвергающихся выщелачиванию) закрывают хлоркальциевой трубкой, наполненной соответствующим поглотителем, чтобы воспрепятствовать попаданию в перегнанную воду аммиака, двуокиси углерода, сероводорода и др. примесей.

Для получения *бидистиллята* применяют специальные установки, обеспечивающие высокое качество получаемой воды. Дважды перегнанная вода (бидистиллят) нужна не всегда, а только для особо точных работ. В огромном большинстве работ в лаборатории применяют обычную дистиллированную воду, вполне удовлетворяющую требованиям по чистоте.

Для хранения дистиллированной воды рекомендуется оборудовать соответствующим образом бутылку. Очень удобна также бутылка с тубусом около дна. Продолжительное хранение дистиллированной воды в стеклянной посуде, даже из хорошего химически стойкого стекла, всегда приводит к ее загрязнению продуктами выщелачивания стекла. Поэтому дистиллированную воду долге хранить нельзя и лучше держать ее в старых бутылках, уже не один раз использовавшихся для этой цели и достаточно выщелоченных.

Проблема получения воды с исключительно низким содержанием примесей привлекает все большее внимание исследователей. В течение десятков лет для очистки воды, используемой для исследований в области биологии и ветеринарии, применялись дистилляция и бидистилляция, но сегодня эти способы уже не могут удовлетворить исследователя. Уже ряд лет применяются новые методы и средства для получения высокочистой воды. Сочетание методов

деионизации, адсорбции и микрофльтрации обеспечивают качество воды, намного превосходящее дистиллированную воду. В качестве адсорбентов современная химия предлагает ряд высокоэффективных средств. Минеральные соли и газы легко диссоциируют в воде и образуют положительные и отрицательные ионы.

Деионизация - более эффективна, чем дистилляция в отношении удаления ионов солей, загрязняющих воду. Деионизация состоит в пропускании воды через колонку, заполненную ионитами, которые связывают ионы, находящиеся в воде. В ионообменной колонке со сменными слоями ионообменные смолы (катиониты) связывают положительные ионы, а аниониты - отрицательные.

Микрофльтрация осуществляется путем пропускания воды через мелкопористые фильтры, способные задерживать частицы порядка 0,5 мкм в диаметре. Кроме того, иониты способны захватывать не только ионы, но и микроорганизмы. Однако при длительном использовании ионитов содержание микроорганизмов в деионизированной воде возрастает. Это следует иметь в виду при использовании деионизированной воды в микробиологических исследованиях и одновременно заменять ионитные смолы в колонках.

Фирма "Миллипор" (США) производит специальные системы, которые обеспечивают высокую степень очистки воды от механических примесей, солей и микроорганизмов. В первом звене аппарата для деионизации воды "Миллипор", вода проходит предварительное фильтрование через фильтровальный патрон, содержащий слой активированного угля, в котором улавливаются крупные частицы гравия, ржавчины, далее вода поступает в агрегат с последовательной циркуляцией по четырем патронам.

В первом патроне задерживаются органические вещества и хлор. В следующем патроне улавливаются заряженные ионы минеральных солей (ионообменный патрон). На третьем этапе (фильтровальный патрон с диаметром пор 0,45 мкм) задерживаются все частицы, которые могли пройти на предыдущих этапах и, наконец, на четвертом этапе вода пропускается через фильтровальный патрон с диаметром пор 0,22 мкм, в котором задерживаются все частицы, имеющие размеры от 0,3 мкм в диаметре. Этот патрон можно подвергать стерилизации в автоклаве.

дой служит мелкий просеянный и очищенный песок. Песок, лучше всего кварцевый, очищают прокаливанием в вытяжном шкафу. Сосуд с веществом, подлежащим нагреванию, ставят в песок так, чтобы он не касался дном керамики. Преимуществом электрических песочных бань является то, что они дают возможность получить относительно постоянную температуру нагревания. Недостатком же является невозможность получения высокой температуры (выше 400°C) и очень медленное разогревание песка.

Воздушные бани. Электрические воздушные бани служат преимущественно для нагревания жидкостей, температура кипения которых выше 100°C . Нагревающей средой в данном случае является воздух. Максимальная температура, достигаемая при нагревании на таких банях, около 200°C .

Колбонагреватели. Для нагревания круглодонной стеклянной посуды в лабораториях применяют электрические колбонагреватели, они выше обычных круглых плит и имеют конусообразное углубление в середине.

Колбы с прямым электронагревом. Нагревательный элемент у этих колб встроен прямо в дно и может присоединяться непосредственно к источнику тока.

Муфельные печи. Электрические муфельные печи применяют при нагревании, озолении, плавке и в других случаях, когда необходим нагрев до высокой температуры. В муфельных печах обычно можно достичь $1000-1200^{\circ}\text{C}$, а в муфельных печах Специального назначения и выше. Печь представляет собой муфель из шамота (огнеупорная глина или каолин) или другого огнеупорного материала с намотанной на нем нагревательной проволокой, помещенный в металлический корпус (рис.48, позиции 1,2).

Тигельные печи. Тигельные печи являются разновидностью муфельных печей и отличаются от них только формой и расположением керамического муфеля. В тигельных печах керамический муфель имеет форму тигля, помещенного в металлический корпус вертикально, отверстием вверх. Отверстие закрывается съемной керамической крышкой (рис.48, позиция 3).

Шахтные печи. Отличаются от тигельных только своей формой и служат для тех же целей, что и тигельные.

Трубчатые печи. Предназначены для обогрева реакционных трубок при некоторых испытаниях, например, взрывчатых веществ, при органических синтезах и пр. (рис.48, позиции 4,5).

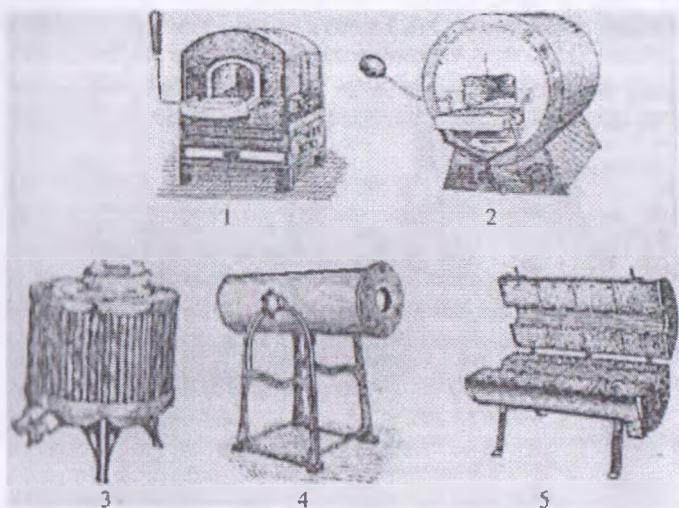


Рис. 48 Позиции 1,2,3,4,5: Электрические муфельные печи - 1-старого образца; 2-более нового образца; 3-электрические тигельные; 4,5 -трубчатые печи (4- обычная, 5-разъемная).

В лабораторной практике применяют *инфракрасные излучатели*, *используемые* для высушивания твердых веществ, испарения жидкостей и нагревания. Инфракрасные лучи можно использовать также для пастеризации продуктов (молоко). Когда требуется осторожное и не очень сильное нагревание можно применять *электрические лампы* (рис 47, позиции 1,2).

Газовые нагревательные приборы. В лабораториях так же пользуются *газовыми горелками*. Они бывают 2-х типов - Бунзена и Тейлю. Применяют также горелки Меккера.

Каждую новую горелку нужно проверить, особенно те ее места, где возможны пропускания газа. Для этого присоединяют горелку к газовому врану, зажигают ее и проверяют как работает винт регулирующий подачу газа, легко ли он вращается, не шатается ли и как

увеличивает и уменьшает пламя горелки. Одновременно проверяют, как работает диск или регулирующая гильза, легко ли и полностью ли прекращается подача воздуха. Проверяют, не выделяется ли газ около регулировочного винта, для чего к нему подносят горящую спичку (рис. 49, позиции 1,2,3,4,5,6).

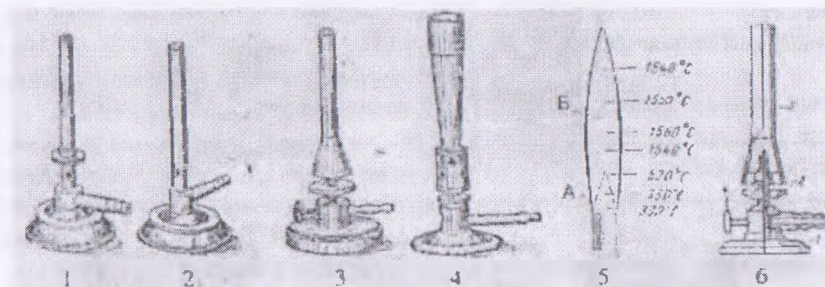


Рис. 49 Позиции 1,2,3,4,5,6 - Газовые горелки: 1- Буцизна с регулированием подачи воздуха; 2-Буцизна без регулирования подачи воздуха; 3-Теклю; 4-Мск-кера; 5-стрессие газового пламени; А-зона восстановления, Б-зона окисления; 6-горелки Теклю (разрез 1-подставка, 2-диск регулирующий подачу воздуха, 3-грубки, 4-винт регулирующий подачу воздуха).

Для нагревания больших сосудов с жидкостями, прокаливания больших количеств солей в сковородах и тому подобных целей, обычно употребляют газовые плиты - настольные или бытовые.

Жидкостные горелки. Такие горелки бывают самых разнообразных систем. Наиболее часто встречаются *стеклянные спиртовые горелки*. Этот тип горелок сильного пламени не даст. Другой распространенный тип - *металлические спиртовые горелки*.

В *стеклянной горелке* спирт подается фитилем из ваты, а в *металлической же спиртовой горелке* - по трубке в нижней боковой отвод, внутри которого заложены несколько медных проволочек. Отсюда спирт поступает в нижнюю часть горелки, наполненную также медной проволокой, но уже меньшего диаметра. Эта горелка дает довольно высокую температуру.

Спиртовые горелки не дают пламени с очень высокой температурой. Поэтому в лабораториях, где нет подводки газа, большим распространением пользуются *бензиновые* или *керосиновые* горелки. Они бывают

разнообразных типов. Все горелки имеют кольцеобразные желобки для керосина или бензина около тех мест, которые сначала прогреваются. Когда горелка достаточно прогреется, накачивают воздух, который подает бензин или керосин. Иногда в лабораториях применяют *паяльные бензиновые горелки*.

В полевых условиях можно пользоваться другими средствами нагревания, такими как *сухой спирт, твердый бензин*. Для кратковременного нагревания в течение нескольких минут, пригодны таблетки *трипропина*, каждая из которых горит *около трех минут*.

2 Аппаратура для высушивания

Сушильные шкафы - устройство для сушки различных объектов (рис.50, позиции 1,2). Шкафы в которых осуществляются не только сушка, но и стерилизация инструментов, посуды и других изделий, получили название сушильно-стерилизационных. Их подразделяют на *круглые и прямоугольные, односторонние и двусторонние, огневые и электрические, общего назначения и сушильные*.

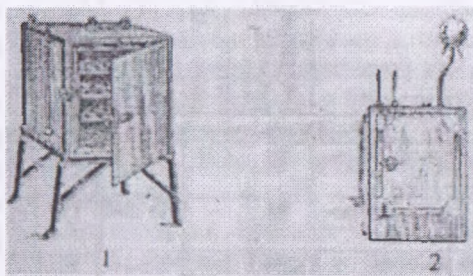


Рис.50 Позиции 1,2-Сушильные шкафы: 1-е водяной рубашкой; 2-е водяной рубашкой и холодильником.

Сушильные шкафы представляют собой рабочую камеру, снабженную одной или двумя дверями. Двери и камера термозолированы. Внутри камеры имеются металлические полки с отверстиями для прохода нагретого воздуха, циркуляция которого, как правило, обеспечивается вентилятором. Элементы сигнализации, управления и контроля обычно размещены в верхней части шкафа. В «центрических» сушильных шкафах регуляция температуры в рабочей камере

осуществляется автоматически - термоэлементами или контактными термометрами.

При работе электрических сушильных шкафов необходимо соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные для эксплуатации электроустановок напряжением до 1000В. Запрещается производить ремонт сушильного шкафа во время его работы, а также помещать в рабочую камеру легко воспламеняющиеся материалы или агрессивные вещества (таб.2).

Таблица 2 Основные характеристики сушильных и сушильно-стерилизационных шкафов

Тип и шифр шкафов	Основные технические характеристики						
	Полезная емкость рабочей камеры (дм)	Потребляемая мощность (кВт)	Диапазон температур (°С)	Время нагрева до рабочей температуры	Габариты, мм		
					высота	ширина	длина
<i>Шкафы сушильные</i>							
Круглый электрический общего назначения -2В-151	20	0,5 6	40-200	100	600	472	85
Прямоугольный с огневым подогревом -ПГ-2	40		До 150	180	1110	375	440
Специальный для рентген-снимков	294	1,4	36-44	40	1657	550	675
<i>Шкафы сушильно-стерилизационные прямоугольные</i>							
Двухсторонний проходной - ШСС-250	250	6	50-200	70	1845	1080	820
Односторонний ШСС-500П	500	6,5	50-200	70	1880	1212	915
Двухсторонний проходной ШШС-50ПР "	500	8	50-200	90	1880	1295	930
Односторонний ШШС-1000П	1000	8	50-200	90	1905	1450	1085
Двухсторонний проходной - ШШС-1000ПР	1000	10	50-200	-9	1905	1865	1224
Односторонний ШШС-80П	80	2,2	20-200	70	1450	680	600
Односторонний ШШШС 80П1	250	6	50-200	120	1845	1000	780

3 Аппаратура для термостатирования

Термостаты. Термостат - аппарат для создания в замкнутом объеме определенной температуры и поддержания ее на постоянном уровне. Термостаты занимают значительный удельный вес в лабораторном оборудовании. Термостат представляет собой емкость или сосуд кубической или цилиндрической формы, тщательно защищенный тепловой изоляцией от влияния окружающей среды с целью максимально малого теплообмена с ней.

Появление термостата связано с развитием микробиологии, позднее его стали использовать для биохимических и других исследований, при которых необходимо длительное время поддерживать постоянную температуру выше или ниже температуры окружающей среды. Различают *термостаты для поддержания высокой температуры* и для *поддержания низких температур* или *креостаты*. В зависимости от теплоносителя *термостаты* бывают *суховоздушные* или *жидкостные* (рис. 51, позиции а, б; табл.3).

Жидкостные термостаты делятся на *низкотемпературные*, например *спиртовые*, в которых температура поддерживается от 60 до +10°C, *водяные* - температура в диапазоне +10 до +95°C, и *высокотемпературные*, например *масляные* (температура 100-130°C), *солевые* и *селитровые* (температура от 300-500°C).

И *духовоздушных термостатах* обеспечивается термостатирование до 300°C и выше.

Постоянен») температуры и термостатах обеспечивается терморегуляторами (принцип действия которых основан на разности линейного расширения различных металлов или жидкостей при изменении температуры), контактными термометрами, термометрами сопротивления, а также за счет фазового перехода (таяния льда, кипения воды и т.д.) происходящего при определенной температуре.

Термостат, в котором поддержание постоянной температуры связано не с фазовым переходом, имеет встроенные подогревающие (термоэлементы) или охлаждающие устройства. Теплоноситель (или -хладоагент) проходя через нагреватель (или холодильник), приобретает необходимую температуру, которая контролируется терморегулятором или контактными термометрами, при необходимости включающими нагрев или охлаждение.

Современные термостаты имеют автоматический терморегулятор высокой точности, нагревающее и охлаждающее устройства, а для более быстрого выравнивания температуры в термостате - устройство для энергичного перемешивания теплоносителя. Температура в термостате в зависимости от его типа поддерживается с точностью 0,1-0,5°C. В ультратермостатах, которые имеют сравнительно небольшие объемы камер и мощные, но малоинерционные нагреватели, температура поддерживается с большой точностью за счет энергичного перемешивания теплоносителя и более совершенной терморегуляцией (рис.52).

Таблица 3 Основные характеристики термостатов

Название термостата и его шифр	Габаритные размеры рабочей камеры (мм) или емкость (л)	Диапазон регулируемых температур (в °С)	Тип обогревателей
Термостат бактериологический ТВ -100	800x600x600 мм	20-90	Водяной, электрический (220 в)
Термостат бактериологический ТС -100	1000x500x500мм	20-40	Суховоздушный, электрический (220в)
Термостат двусторончатый ЗПЦ 125М	500x800x600мм	28-37	Водяной, электрический (220в)
Термостат для горячего фильтрования- ЗПГ-0-04	350x200x220 мм	85	Электрический (220в)
Термостат для исследования гемокоагуляции с прозрачными стенками - ТПС	Емкость ванны не менее 3 л.	28-50	Водяной, электрический (220в)
Термостат для шарофиновой заливки ПВЗ-25	250x250x400 мм	25-65	Водяной, электрический (220в)
Термостат комбинированный ТАЛ- 37	500x520x3 70 мм	27-37	Водяной, огневой, электрический (220в)
Термостат погружной ПВГГ-5	Для сосудов емкостью до 0,5- 5,0л	до 70	Электрический (220в)

Современные термостаты имеют автоматический терморегулятор высокой точности, нагревающее и охлаждающее устройства, а для более быстрого выравнивания температуры в термостате - устройство для энергичного перемешивания теплоносителя. Температура в термостате в зависимости от его типа поддерживается с точностью 0,1-0,5°C. В ультра-термостатах, которые имеют сравнительно небольшие объемы камер и мощные, но малоинерционные нагреватели, температура поддерживается с большой точностью за счет энергичного перемешивания теплоносителя и более совершенной терморегуляцией (рис. 52).

Таблица 3 Основные характеристики термостатов

Название термостата и его шифр	Габаритные размеры рабочей камеры (мм) или емкость (л)	Диапазон регулируемых температур (в °С)	Тип обогревателей
Термостат бактериологический ТВ -100	800x600x600 мм	20-90	Водяной, электрический (220 в)
Термостат бактериологический ТС -100	1000x500x500мм	20-40	Суховоздушный, электрический (220в)
Термостат двухворончатый 31 и 125М	500x800x600мм	28-37	Водяной, электрический (220в)
Термостат для горячего фильтрования- ЗПГ-0-04	350x200x220 мм	- 85	Электрический (220в)
Термостат для исследования гемокоагуляции с прозрачными стенками - ППС	Емкость ванны не менее 3 л.	28-50	Водяной, электрический (220в)
Термостат для паровой заливки ППЗ-25	250x250x400 мм	25-65	Водяной, электрический (220в)
Термостат комбинированный ТАЛТ- 37	500x520x370 мм	27-37	Водяной, огневой, электрический (220в)
Термостат погружной ППГ-5	Для сосудов емкостью до 0,5- 5,0л	до 70 ~	Электрический (220в)

Термостат суховоздушной-2ТГ-0-11	600x450x370 мм	20-55	Электрический(220в)
Термостат суховоздушной-3ТГ-0-10	Емкостью до 10 л	20-55	Суховоздушный. электрический (220в)
Ультратермостат ТЛ-150	Емкостью сосуда 15 л.	0-150	Электрический (220в)

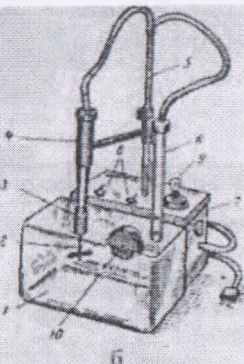
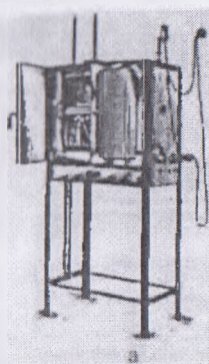


Рис. 51 Позиции а, б – Термостаты: а-воздушный термостат с электрическим обогревом; б-жидкостной термостат: 1-стеклянный сосуд для воды; 2-мешалка; 3-нагревательный прибор; 4-электродвигатель; 5-штатив; 6 - терморегулятор; 7-металлическая коробка; 8-выключатели; 9-контрольная лампа; 10-осветительная лампа.

Рис.52 Термостат –ТС 80М-2

Для ряда исследований используют *погружные термостаты*. В них есть нагреватель, терморегулятор и мешалка. Эти термостаты погружают в емкость с жидкостью, которую необходимо термостатировать. Для наблюдения за ходом реакции преципитации, коагуляции и других процессов используют термостаты с прозрачными стенками, а для фильтрования горячих растворов, термостаты, в рабочей камере которых помещены воронки и приемные сосуды.

К специальным термостатам относят *термосы* и *сосуды Дьюара*, а также *термобаню «ТБ-110»*, которая имеет не боковую, как у всех термостатов дверцу, а верхнюю крышку, что удобно для

Мерная нагрузка компенсируется силой электромагнитного взаимодействия (втягивание железного сердечника, соединенного с плечами рычага в неподвижный соленоид), учитываемой электронным устройством, приводящей весы в равновесие.

В зависимости от точности измерения массы различают *весы для грубого взвешивания* (точностью до 1 грамма), для *точного взвешивания* (точностью до 10 мг), для *сверхточного взвешивания* - *аналитические* (рис. 53, позиции 2,3,4). В свою очередь *аналитические весы* можно разделить на:

а) *аналитические химические* (точность до 0,01 мг), примером которых является весы типа - АДВ с предельной нагрузкой 200г, или *аналитические полуавтоматические* типа - ВАО-200;

б) *аналитические полумикрохимические* (точность до 0,01-0,05 мг), изготавливаемые с расчетом на предельную нагрузку до 20г, снабженные микрошкалой (рис. 54, позиция 1);

в) *аналитические ультрахимические* (точность 0,001-0,05 мг);

Существуют также *специальные весы: пробирные* (точность до 0,004 мг), используемые как контрольный прибор в Палате мер и весов; *торсионные* (точность до 1,0-0,05 мг) и *одночашечные аналитические весы*, предназначенные для быстрого полуавтоматического взвешивания.

г) *электронные*. например, типа-ЭМ-1 (рис. 54, позиция 2, 3).

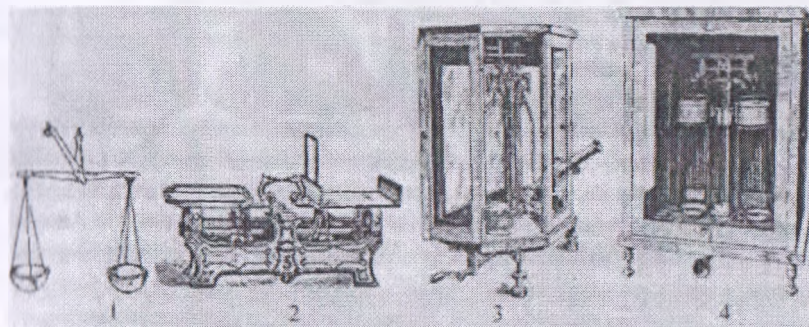


Рис. 53 Позиции 1,2,3,4- Весы: 1-ручные (аптечные); 2-чашечные весы для грубого взвешивания; 3,4-аналитические весы с верхним (3) и нижним (4) демпферами.

Торзионные или крутильные весы применяются для быстрого и точного взвешивания очень малых масс. Чувствительным элементом в торзионных весах является упругая нить или спиральная пружина (рис.55, позиции а, б).

Все типы весов характеризуются следующими показателями:

- 1) предельной нагрузкой, т.е. наибольшей статической нагрузкой, которую они могут выдержать без нарушения их метрологической характеристики;
 - 2) ценой деления - одно деление шкалы соответствует определенной массе;
 - 3) пределом допустимой погрешности взвешивания - между результатами одного взвешивания и действительной массой взвешиваемого тела;
 - 4) допустимой вариацией показаний - наибольшая допустимая разность показаний весов при неоднократном взвешивании одного и того же тела.
- 5)



Рис.54 Позиции 1,2,3- Весы: 1-аналитические микрохимические; 2-электронные микровесы ЭМ-1; 3-термовесы.

Согласно положению, устанавливающему единство мер и массы в СНГ и в частности в РК гири имеют следующую массу 20, 10, 5, 2, 1кг; 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 г; 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 мг.

Гири комплектуются в наборы - разновесы (рис.55, позиция в). Гири, предназначенные для точных взвешиваний от 500г до 1г, изготавливают из медных сплавов или нержавеющей стали в виде усеченного конуса. Гири от 500мг до 1мг изготавливают из алюминия, никеля, нейзельбера или платины.

в виде прямоугольных пластинок с загнутыми уголками для захватывания пинцетом.

Весы и гири каждые два года следует представлять для проверки правильности их показаний и клеймения в органы Комитета стандартов мер и измерительных приборов.

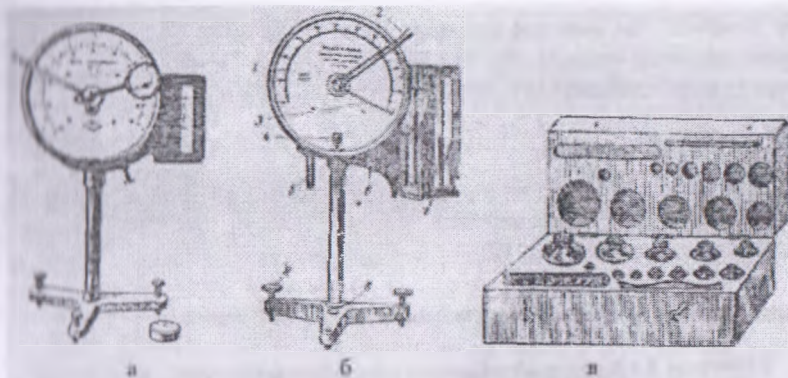


Рис. 55 Позиции а, б, в - Весы торсионные: а - пружинные с неподвижной стрелкой; б - пружинные с подвижной стрелкой (1-шкала; 2-ручка; 3-указательная стрелка; 4-контрольная черта; 5-ручка аррестира; 6-головка регулятора; 7-футляр для чашки; 8-уровень; 9-установочный винт). в - точный разновес.

Аналитические весы так же, как и *технические 1 класса*, рекомендуются устанавливать на специальных полках, кронштейны которых должны крепиться к капитальной стене. Особые требования предъявляются к установке аналитических весов. Нельзя устанавливать весы вблизи батарей отопительной системы, весы следует также предохранять от попадания на них прямых солнечных лучей, так как это может вызвать неравномерное нагревание плеч коромысла весов и искусственно создавать их неравноплечность. Не рекомендуется и устанавливать кронштейны для весов на наружной стене комнаты, так как колебания температуры внешней среды будут сказываться на точности весов и т.д.

Во избежание вибрации, создаваемой транспортом, строго рекомендуется устанавливать весы на толстых (35-40 мм) мраморных плитах, прокладывая между плитой и кронштейном прокладки из толстой резины или пенопласта. Наилучшим вариантом является установка весов

в специальной весовой комнате, однако это не всегда выполнимо. При расположении же аналитических весов в общем помещении лаборатории необходимо избегать хранения в этом помещении концентрированных кислот, которые способствуют коррозии деталей весов.

Платформы весов в большинстве случаев имеют ножки с винтовой резьбой, при помощи которых весы устанавливаются строго горизонтально по отвесу или по уровню. Детали весов - чашки, стремяна, серьги - имеют оцифровку, и при сборке весов следует ее учитывать, соединяя и комплектуя все детали с одним и тем же номером (рис.56, позиции 1,2).

Взвешивание на технических весах I класса и аналитических весах производится при закрытых дверцах витрин, что предохраняет весы от потоков воздуха. Перед взвешиванием необходимо убедиться, что весы правильно установлены по уровню. Технические характеристики лабораторных весов приведены в таблице 4.

Таблица 4 Основные показатели, характеризующие весы различных типов

Типы весов	Предельная нагрузка	Погрешность при предельной нагрузке
<i>Аналитические</i>	200г	1,0-0,1мг
<i>Микроаналитические</i>	20г	0,1-0,01мг
<i>Пробирные</i>	2г	0,02-0,004мг
<i>Торсионные</i>	20 мг-г	0,05-0,1мг

При "работе с весами всех типов необходимо придерживаться следующих правил:

1. С весами, особенно аналитическими, нужно обращаться всегда очень, осторожно. Без нужды не следует переставлять весы с места на место;
2. Весы всегда должны быть чистыми. Если при взвешивании чашки весов случайно окажутся загрязненными, надо немедленно вытереть их;

3. Для взвешивания всегда надо пользоваться какой-либо тарой. Нельзя насыпать непосредственно на чашки весов никаких веществ;
4. Около весов для грубого взвешивания и технохимических весов надо иметь банку с дробью для тарирования;
5. Взвешивания дурно пахнущих и ядовитых веществ на весах для грубого взвешивания и технохимических весах нужно проводить только в вытяжном шкафу;
6. На аналитических весах нельзя взвешивать в открытых сосудах йод, растворы аммиака, концентрированные кислоты- азотную, соляную и уксусную, трех- и пятихлористый фосфор, и вообще летучие вещества, которые могут в парообразном состоянии действовать на материалы, из которых сделаны весы;
7. С разновесом, особенно аналитическим, надо обращаться осторожно. Аналитические и технохимические разновески и гири можно брать только пинцетом;
8. Разновес после взвешивания надо тут же убрать. Каждой гире в футляре разновеса отведено свое место, куда и следует их класть. Оставлять разновесы на чашке весов не допустимо;
9. Аналитические весы должны периодически проверяться специалистом. Нельзя браться самостоятельно за исправление весов при обнаружении серьезных дефектов.

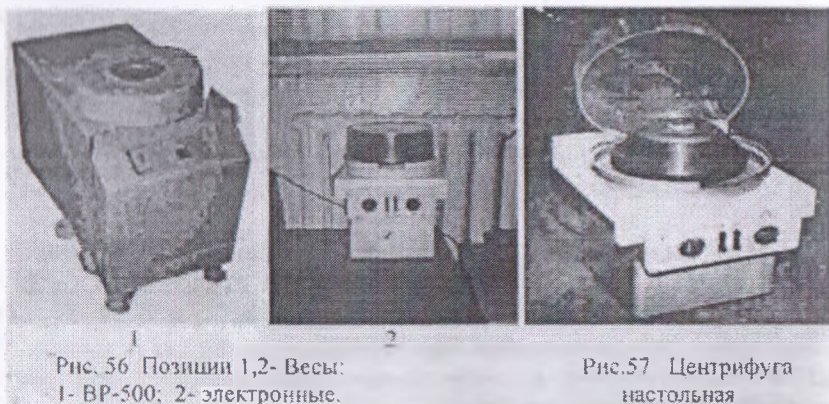
4.1.4 Аппаратура для центрифугирования

Центрифуга - аппарат для создания центробежной силы, используемой с целью разделения неоднородной смеси на составные части различной плотности.

Первая центрифуга, предназначенная для отделения сливок от молока, была сконструирована 1887г. в Германии Лефедьдом. Вскоре центрифуга стала неотъемлемой частью оборудования научных лабораторий. В 1922г. шведским физиохимиком Т.Сведвергом был скопирован принципиально новый тип центрифуги - аналитическая центрифуга с оптической системой.

Центрифуги широко применяются в лабораторной практике, в авиационной и космической медицине и ветеринарии, как исследовательский и испытательный стенды для тренировки летчиков и космонавтов, а также лабораторных животных.

Лабораторные центрифуги предназначены для разделения биологических жидкостей на фракции с диагностической целью. Например, для определения объемного соотношения компонентов крови, либо для дальнейшего анализа выделенной фракции, с целью определения химического состава, структуры, молекулярной массы и т.д. (рис.57).



Центрифуга состоит из ротора, привода, корпуса, рабочей (роторной) камеры и системы управления. Привод может быть *ручными* или *электрическим*. Назначение привода - сообщить ротору вращательное движение. Ротор представляет собой устройство для размещения сосудов с центрифугируемым веществом. Принцип работы центрифуг заключается в том, что центробежная сила, возникающая при вращении ротора, смещает находящиеся в растворе частицы в направлении от оси вращения при условии, если плотность частиц превышает плотность раствора.

В лабораторной практике применяют центрифуги *общего назначения* (частота вращения ротора до 6000-8000об/мин.), *скоростные рефрижераторные центрифуги* (частота вращения ротора до 18000-25000об/мин) и *ультрацентрифуги* (частота вращения ротора до

70000-800000об/мин). Ассортимент центрифуг общего назначения весьма широк - от *ручных центрифуг* массой менее 1 кг до *тяжелых напольных аппаратов* со встроенным холодильником и несколькими сменными роторами. Некоторые центрифуги снабжены скоростной приставкой, позволяющей проводить разделение при частоте вращения от 20000об/мин (рис.58, позиции 1,2).

Скоростные рефрижераторные центрифуги сложные напольные аппараты с мощным электродвигателем, холодильным агрегатом и вакуумной установкой. Их применяют для препаративных работ: разделения мелких частиц липопротеидов, вирусов, бактерий, клеточных органелл (ядер, митохондрий, рибосом), а также высокомолекулярных органических и неорганических полимеров при заданной температуре.

Ультрацентрифуги делят на *аналитические* и *препаративные*. С помощью ультрацентрифуги исследуют седиментационные свойства макромолекул для определения чистоты их молекулярной массы и структуры. *Препаративные центрифуги* применяют для разделения белков, нуклеиновых кислот, олиго- и полисахаридов, взятых в больших объемах.

В комплект препаративных ультрацентрифуг входят до 40 сменных роторов. Ультрацентрифуга состоит из следующих систем: привода, охлаждения двигателя, масляной, вакуумной, термо- статирования и ротора. Их нормальную работу обеспечивают системы контроля и регулирования, функции которых в ряде центрифуг выполняют микропроцессоры или ЭВМ.

Роторы, применяемые в центрифугах, изготавливаются из высокопрочных и коррозионно-устойчивых сплавов титана или алюминия. Центрифугирование исследуемого вещества проводится в специальных пробирках или сосудах, входящих в комплект роторов. Материалом для них служат определенные сорта высокопрочного стекла и нержавеющей стали, а также некоторые виды полимеров (полиэтилен, нитрат целлюлозы, поликарбонат и др.).

Для удобства пользования большинство центрифуг снабжено и кнопочным *реостатом*, позволяющим осуществлять плавный им к п регулирование скорости вращения. Как правило, увеличение или уменьшение оборотов производят постепенно, со скоростью указанной в инструкции по эксплуатации данной центрифуги. Резкое изменение скорости вращения центрифуги может привести к таким нежелательным явлениям, как выливание содержимого пробирок или к выходу из строя

центрифуги. Многие современные центрифуги снабжены часами с устройством для автоматического выключения ее по истечению заданного времени работы. Следует тщательно соблюдать порядок включения часов и самой центрифуги. Центрифуги с большой массой ротора требуют много времени для остановки. Многие центрифуги снабжены автоматическим тормозом, сокращающим время остановки центрифуги после выключения. Если остановка ротора без торможения может затянуться на 15-30 минут, то с помощью тормоза плавная остановка происходит в несколько раз быстрее. Тормоз обычно включается автоматически по истечении заданного времени работы.

Соблюдение *следующих указаний увеличивает срок службы* центрифуги и обеспечивает безопасность работы:

1. Включение центрифуги *производится плавно*, без превышения допустимой скорости вращения;
2. Предохранительная *крышка должна быть закрыта* как во время пуска и остановки, так и во время работы центрифуги, что необходимо из соображений безопасности;
3. Пробирки с жидкостью должны быть *попарно уравновешены*. Уравновешенные пробирки устанавливаются в диаметрально противоположные гнезда;
4. При появлении *значительной вибрации* центрифугу нужно выключить и устранить причину. Чаще всего причиной вибрации является неравенство веса парных пробирок или поломка одной из них;
5. Необходимо следить затем, чтобы под всеми стеклянными пробирками имелись *амортизирующие прокладки*, а также, чтобы в гильзах или стаканах не оставались осколки стекла и пробирок или другие твердые частицы;
6. Необходимо *следить за всеми трущимися частями*. Гильзы должны легко и свободно проворачиваться в цапфах. Периодически, согласно указаниям инструкции по эксплуатации, необходимо производить *смазку подшипников*. Тип масла обычно указывается в инструкции.

В практических лабораториях чаще всего используются *стеклянные центрифужные пробирки* (рис.58, позиции 3,4). В связи с этим необходимо учитывать, что при центрифугировании наибольшее усилие испытывает дно пробирки, на которое направлена центробежная сила. Естественно, что сферическое дно стеклянной пробирки должно быть достаточно прочным, а для снижения местных перегрузок площадь опоры как можно больше (при опоре на твердую поверхность давление прилагается к точке сферического дна пробирки, что может служить причиной разрушения стекла из-за большой перегрузки в данной точке). Поэтому под дно пробирок подкладывают уравнивающие прокладки из резины или другого мягкого материала, что увеличивает площадь опоры и снижает удельную нагрузку (нагрузку на единицу площади).

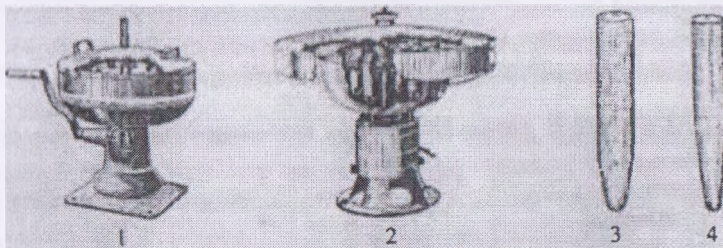


Рис.58 Позиции 1,2,3,4 - Закрытые центрифуги: 1-е ручным приводом; 2-е электромотором; 3,4 -пробирки для центрифуг.

Эксплуатация лабораторных центрифуг не требует, как правило, специальной подготовки обслуживающего персонала. С точки зрения техники безопасности нежелательным является вибрация ротора вследствие неравномерной его загрузки. Во избежание этого перед центрифугированием пробирки с аппаратом необходимо взвешивать на центрифужных весах. При работе со сменными роторами в целях продления срока их службы следует соблюдать осторожность при насаживании и снятии ротора с вала привода, а также предохранять их от ударов, воздействия кислот, щелочей и т.п. *Несоблюдение* этих правил может привести к аварии.

В конструкции скоростных рефрижераторных центрифуг и ультрацентрифуг предусмотрены средства защиты, предупреждающие возможность выхода аппарата из строя. На случай разрушения ротора во время центрифугирования рабочая (роторная) камера имеет броневую защиту.

Профилактический уход за лабораторными центрифугами осуществляют специалисты инженерно-технической службы в соответствии со специальными инструкциями, разработанными для каждого типа центрифуг. При длительном хранении центрифуги подвергают консервации, как и все аналогичные электромеханические аппараты.

Промышленные центрифуги отличаются от лабораторных большими размерами и более сложными устройствами роторов. Они применяются в химико-фармацевтической, микробиологической, химической, пищевой, горнорудной и других отраслях промышленности.

Некоторые характеристики наиболее часто применяемых лабораторных центрифуг приведены в таблице 5.

Таблица 5 Типы центрифуг и их характеристика

Наименование и обозначение	Число оборотов, об/мин	Масса, кг	Конструктивные особенности
Центрифуга лабораторная настольная-ЦЛН-2	от 3000 до 6000	8	Ротор углового типа.
Центрифуга угловая малогабаритная ЦУМ-1	2000- 8000	16	Два угловых ротора, электрочасы, автоматический тормоз.
Центрифуга лабораторная клиническая-ЦЛК-1	1000,1500 3000	14	Ротор крестовидный.
Центрифуга лабораторная стационарная - ЦЛС-3	от 3000- до 6000	90	Ротор угловой, ротор крестовидный, электрочасы, автоматический тормоз.
Центрифуга лабораторная стационарная ЦЛС-31М	от 3000- до 18000	120	Электротаксометр, электрочасы, автоматический тормоз.

Центрифуга лабораторная рефрижераторная-ЦЦР-1	от 1000- до 6000 от 3000- до 18000	350	Ротор крестовидный, два угловых ротора, электрочасы, ГЛ автоматический тормоз, фреоновый охладитель с диапазоном от 0 до +4°C (± 1)
Центрифуга вакуумная рефрижераторная-ЦВР-1	до 20000	375	Ротор угловой, электрочасы, автоматич.тормоз, фреоновый охладитель от-10 до +10°C, вакуумный насос.
Ультрацентрифуга препаративная УЦП-1М	35000-50000	500	Два ротора. Температура регулируется от -4 до +20°C.
Ультрацентрифуга-УЦА-1	45000-65000	1700	Температура регулируется от-25 до +25°C.

4.1.5 Аппаратура для обнаружения, идентификации и измерения

Микроскоп - оптический прибор для получения увеличенных изображений объектов или деталей, их структуры, невидимых невооруженным глазом и относится к числу наиболее распространенных приборов, применяемых в биологии, ветеринарии и медицине, да и в других областях.

Способность систем из двух линз увеличивать изображение предметов была известна мастерам, изготавливавшим очки. О таких свойствах полусферических и плосковыпуклых линз знали оптики-ремесленники Нидерландов и Северной Италии еще в XVIв. Есть сведения, что приблизительно в 1590г. прибор типа микроскопа был построен Янсенем в Нидерландах. Сначала появились простые микроскопы, состоящие из одного объектива (лупа), а затем были сконструированы более сложные микроскопы, имеющие, кроме объектива, и окуляр.

Быстрое распространение и совершенствование микроскопа началось после того, как Галилей, совершенствуя сконструированную им зрительную трубу, стал использовать ее как своеобразный микроскоп (1609-1610гг.), изменяя расстояние между объективом и окуляром.

В 1625г. членом Римской «Академии зорких» И.Фабером был предложен термин «микроскоп».

Первые успехи, связанные с применением микроскопа в научных биологических исследованиях были достигнуты Гукем, который первым описал растительную клетку (около 1665г.). А.Левенгук с помощью микроскопа обнаружил и зарисовал сперматозоиды, различных простейших, детали строения костной ткани (1673-1677гг.).

При изучении микробиологических объектов применяют микроскопы различных моделей. Наиболее распространены МБИ-1, МБИ-3, МБР-3, МВД. Принципиально все микроскопы устроены одинаково и состоят из механической части и оптической системы (рис.59, позиции 1,2,3,4).

Биологический микроскоп крепится на массивном штативе (основании), чаще всего имеющем подковообразную форму. Основание снабжено кронштейном, внутри которого находится коробка микромеханизма тонкой настройки тубуса микроскопа. Кроме того, коробка микромеханизма имеет направляющую, для кронштейна конденсора. Сверху к коробке микромеханизма при помощи особого кронштейна прикреплен вращающийся центрирующий столик.

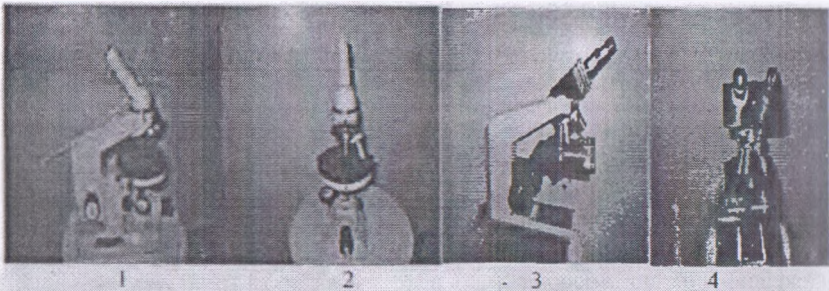


Рис.59 Позиции 1,2,3,4-Микроскопы: 1,2-однокулярный (с боку и спереди); 3,4-двухокулярный (с боку и вид со стороны исследователя).

Дугообразный тубусодержатель в нижней своей части снабжен макровинтом с двумя барашками, служащим для грубого движения тубуса. Верхняя часть тубусодержателя снабжена снизу головкой для прикрепления револьвера с гнездами для объективов, а сверху - специальным посадочным гнездом для крепления сменных тубусов - бинокулярной насадки для визуальных исследований и монокулярного прямого тубуса для фотографирования.

Предметный столик микроскопа имеет устройство для перемещения рассматриваемого препарата в направлениях, перпендикулярных друг к другу. Лучи света, отраженные зеркалом, собираются конденсором. Конденсор состоит из нескольких линз, вмонтированных в металлическую основу, закрепляемую винтом в гильзе кронштейна конденсора, и представляет собой светосильный короткофокусный объектив. Светосила (апертура) конденсора зависит от числа линз.

В зависимости от методов наблюдения применяют различные виды конденсоров: конденсоры светлого и темного поля; конденсоры, создающие косое освещение (под углом к оптической оси микроскопа); конденсоры для исследования по методу фазового контраста и др. Между зеркалом и конденсором расположена ирисовая диафрагма (придиафрагма), иначе называемая «апертурной», т.к. стонет, ее раскрытия регулирует апертуру конденсора, которая всегда должна быть чуть-чуть ниже апертуры применяемого объектива. Диафрагма в конденсоре может располагаться и между его отдельными линзами.

Основным оптическим элементом микроскопа является *объектив*. Он дает действительное перевернутое и увеличенное изображение изучаемого объекта. Объектив представляет собой систему взаимно сфокусированных линз: ближняя к объекту линза называется *фронтальной*. Даваемое ею действительное изображение объекта страдает рядом aberrаций, свойственных каждой простой линзе, которые устраняются вышележащими *коррекционными линзами*. Изображение, которое дает объектив, рассматривают через оптическую систему, называемую *окуляр*ом.

Осветители для микроскопа. Источником света для микроскопа могут служить самые разнообразные лампы - *лампы накаливания, ртутно-кварцевые* и др.

При исследовании препарата в проходящем свете, источник света располагается под объектом, при исследовании в отраженном свете - над объектом или сбоку от него. В некоторых, главным образом исследовательских микроскопах, например МБИ-6, МБИ-15 и др., специальные осветители входят в состав конструкций микроскопа. В других случаях применяют выпускаемые промышленностью осветители различных марок. Увеличение объективов обычно составляют от 6,3 до 100, а окуляров - от 7 до 15. Общее увеличение микроскопа находится в пределах 44-1500 раз.

Кроме биологического микроскопа различают стереоскопический, контактный, темнопольный, фазово-контрастный, интерференционный, ультрафиолетовый, инфракрасный, поляризационный, люминесцентный, рентгеновский, сканирующий, телевизионный, голографический, микроскоп сравнения и др.

При микроскопии в темном поле лучи, освещающие объект, не попадают в объектив микроскопа, поле зрения остается темным, а объект на его фоне кажется светящимся. Эффект темного поля создается при помощи специального конденсора (параболоид или кардиоид) или обычного конденсора с прикрытой кружком черной бумаги центральной частью.



Профессор С. Кырыкбайулы с учениками

Для наблюдения в темном поле свет устанавливают и центрируют, как для светлого поля, и, заменив конденсор на специальный.

приближают свет до максимума, раскрыв до отказа диафрагму и включив реостат осветителя. Препараты для исследований в темном поле должны быть приготовлены на очень чистых предметных и покровных стеклах

определенной толщины: предметные - не более 1,2 мм, покровные - 0,17 мм. Готовят препарат по типу раздавленной капли. Между препаратом и конденсором помещают иммерсионное масло - каплю его наносят на верхнюю линзу конденсора. После этого, поднимая и опуская конденсор, добиваются появления в поле зрения светлого пятна, которое с помощью специальных регулирующих винтов конденсора выводят в середину поля зрения. Затем с помощью увеличения переходят к наблюдению.

С помощью *фазово-контрастной* и *аноптриальной* микроскопии могут быть исследованы без предварительной обработки бесцветные, прозрачные объекты, детали строения которых оптически мало различаются между собой.

Распространение световых волн в прозрачных однородных объектах не сопровождается потерей интенсивности света. Меняется только скорость прохождения через объект, по сравнению со скоростью распространения света в окружающей среде. Она будет большей или меньшей в зависимости от того, будет ли показатель преломления объекта соответственно меньше или больше, чем в окружающей среде. Эти изменения, называемые иначе фазовыми, так как при них меняется только фаза колебаний прошедшего света, характерны для большинства биологических объектов (живых клеток, срезов тканей и т.д.).

Человеческий глаз хорошо определяет изменения интенсивности света, наступающие при прохождении через окрашенные (амплитудные) препараты, когда меняется амплитуда колебаний света. Однако этот глаз не способен воспринимать фазовые изменения света. Поэтому прозрачные неконтрастные (фазовые) объекты при обычном микроскопическом исследовании остаются невидимыми.

Zenike предложил специальное устройство конденсора и объектива, которые регулируют изменение фазы световых волн и превращают разность фаз в разность интенсивностей, благодаря чему детали строения объекта становятся доступными для глаза.

Для работы по методу *фазового контраста* нужно, кроме обычного биологического микроскопа, иметь еще *специальное устройство*. Установку устройства производят следующим образом. Конденсор и объектив заменяют фазовыми, фазовый конденсор поворотом револьверного диска устанавливают на 0. Это положение соответствует обычному светополюсному конденсору. Затем, поместив на предметный столик препарат и сфокусировав его, приступают к наладке освещения.

При исследовании методом фазового контраста основным условием является оптимальная освещенность, которая достигается установкой света по Келлеру. Для этого устанавливают осветитель на расстоянии 30-40 см от микроскопа и, перемещая патрон с лампочкой или весь осветитель, добиваются четкого изображения нити накала лампы на закрытой полностью диафрагме конденсора так, чтобы это изображение полностью заполняло отверстие конденсора. Закрыв диафрагму осветителя, открывают диафрагму конденсора и, перемещая конденсор, добиваются резкого изображения диафрагмы осветителя в поле зрения микроскопа.

Чтобы яркий свет не слепил глаза, предварительно уменьшают с помощью реостата накал нити лампы. И, наконец, с помощью зеркала изображения отверстия диафрагмы устанавливают в центре поля зрения, а диафрагму осветителя открывают так, чтобы было освещено все видимое поле зрения. Раскрывать диафрагму больше не нужно, так как это не усилит освещенности, а лишь уменьшит контрастность за счет рассеянного света.

Затем устанавливают револьверный диск на то число, которое соответствует выбранному объективу: например, при объективе $\times 40$ в окошечке также устанавливают цифру 40. Вынув окуляр, на его место устанавливают вспомогательный микроскоп и настраивают его на изображение двух колец (кольцевая диафрагма конденсора и фазовая пластинка). Центрировочным устройством конденсора добиваются совмещения колец. Заменяв вспомогательный микроскоп окуляром, можно производить исследования препарата.

В последние годы разработан метод *анотрального контраста*, являющийся дальнейшим развитием метода фазового контраста. Теоретические обоснования и конструктивные особенности анопт-рального устройства не отличаются от обычной фазово-контрастной установки.

Преимуществом метода аноптральной микроскопии является большая разрешающая способность объективов и возможность выявления минимальных оптических разностей плотности в поворачиваемых препаратах. Чем больше оптическая плотность объекта, тем светлее его изображение. Методика использования устройства не отличается от фазово-контрастного.

Люминесцентная микроскопия. Люминесценцией (или флюоресценцией) называется такое явление, когда некоторые вещества под действием падающего на них света испускают лучи с другой (обычно большей) длиной волн. Кроме того, вещества, имеющие определенный цвет при обычном освещении, при освещении ультрафиолетовыми лучами приобретают иной цвет. Объект, не видимый в ультрафиолетовом свете, может приобрести яркий блеск после обработки его флюоресцирующим веществом (флюорохромом). В таком препарате люминесцирующие объекты светятся различным цветом в темном поле зрения. Сила их света бывает различной, но чаще всего она велика, поэтому люминесцентную микроскопию следует проводить в затемненном помещении.

Установка для люминесцентной микроскопии в видимых лучах состоит из яркого источника света и биологического микроскопа. Между зеркалом микроскопа и источником света устанавливают сине-фиолетовый светофильтр (УФС-3, ФС-1 и т.п.). Желтый светофильтр (ЖС-3 или ЖС-1) надевают на окуляр микроскопа. С помощью этих светофильтров на препарат попадает сине-фиолетовый свет, возбуждающий люминесценцию. Однако, этот свет мешает видеть возбуждаемое им свечение препарата и поэтому по пути к глазу наблюдателя отсекается желтым светофильтром.

Установку освещения производят по методу Келлера, за одним исключением - диафрагма конденсора должна быть полностью открыта. Очень важно применение нефлюоресцирующего иммерсионного масла. С целью гашения собственной флюоресценции к кедровому или другому иммерсионному маслу добавляют на 1 г от 2 до 10 капель нитробензола.

Преимуществами люминесцентной микроскопии являются: цветное изображение; высокая степень контрастности самосвета

щихся объектов на черном фоне; возможность исследования как прозрачных, так и непрозрачных живых объектов; возможность исследования различных жизненных процессов в динамике их развития; обнаружение и установление локализации отдельных микробов и вирусов; развитие тончайших методов цито- и гистохимии и экспрессная цитодиагностика.

Для рассматривания под небольшим увеличением мелких, плохо различимых невооруженным глазом деталей, объектов широко применяется оптический увеличительный прибор - лупа.

✓ По конструкции лупы подразделяются на простые, состоящие из одной линзы или из двух, или нескольких склеенных линз, и сложные, представляющие систему из линз и призм, укрепленных на некотором расстоянии друг от друга. Простые линзы дают кратность увеличения от 1,25 до 3, сложные до 40.

✓ По назначению лупы делятся на зерновые (кратность увеличения 4х), измерительные (10-16х), просмотровые для просмотра фотопленки, слайдов (6х), карманные (складные), простые (2,5х, 4х, 6х) и сложные (6х, 10х, 20х), текстильные складные штативные (4х, 7х), часовые (1,7-10х), прецизионные (40- 80х) и телескопические.

Эти лупы общего назначения широко применяются в медицинской и ветеринарной практике (офтальмологии, оториноларингологии, хирургии, лабораторном деле и т.д.).

✓ Общие правила работы с микроскопом. Современный микроскоп - это точный прибор, требующий строгого соблюдения ряда правил при работе с ним. Они касаются обращения с прибором и ухода за ним, а также применения правильного освещения, выбора в каждом конкретном случае наилучшего варианта оптической системы (окуляр-объектив-конденсор) и т.д.

✓ Хранить микроскоп нужно закрытым от пыли (под чехлом или специальным стеклянным колпаком). Время от времени следует проверять чистоту и состояние оптики и протирать её, но только снаружи. Для чистки применяют волосяную кисточку, мягкую тряпочку. Не рекомендуется применение ваты или марли, оставляющих после себя волокна или нити. Кисть или тряпочку можно смочить водой или спиртом. Нельзя применять бензин или керосин, так как их

попадание внутрь объектива может привести к расклеиванию линз. Но именно этими веществами, т.е. ксилолом или бензином, протирают механически трущиеся части и смазывают маслом.

Раз в год микроскопы должны просматриваться мастером-оптиком и при необходимости производится ремонт.

Наиболее частым, в Ветеринарной практике, да и вообще, используемым прибором являются термометры. Они применяются для измерения температуры любого объекта - живого организма, воздуха, воды, почвы, помещений, различных жидкостей и сред. Поэтому по назначению различают медицинские, ветеринарные, лабораторные, водяные, почвенные, комнатные и т.д.

По принципу действия термометры классифицируются на:

1. *Дилатометрические* (изменения объема рабочего тела с изменением температуры);
2. *Манометрические* (измерения давления с изменением температур в замкнутом пространстве);
3. *Электрические* термометры сопротивления - болометры, термоэлектрические пирометры, термопары, термисторы - полупроводники и т.д.);
4. *Оптические* (радиационные и оптические пирометры);
5. *Термохимические* (при помощи веществ, изменяющих окраску с изменением температуры).

Дилатометрические термометры, к этой группе относятся термометры, заполненные, в зависимости от назначения, различными жидкостями, ртутью, бензолом, спиртом, газами, азотом, пентаном и т.д., поэтому их называют ртутными, спиртовыми, метастатическими термометрами Бекмана, термометрами Сикса (ртутно-бензольный), техническими и др. термометрами, разделяя их на максимальные и минимальные (рис. 60, позиции 1,2,3,4,5).

Манометрические термометры по принципу действия разделяются на два типа: 1 - на газовые (азот, гелий) и жидкостные (ртуть, ксилол, метиловый), 2 - на паровые (хлористые - метил, этил, этиловый эфир, ацетон, бензол).

Первые рассчитаны на измерение давления газа или жидкости, находящейся в замкнутом пространстве, ибо давление этих веществ зависит от температуры, а вторые - паровые основаны на измерении

давления, насыщенного пара над поверхностью исследуемой жидкости, что также зависит от температуры объекта. Эти термометры бывают указывающими и самопишущими на специальной диаграммной ленте или на диаграммном диске, последние с часовым механизмом или электромотором.

Электрические термометры по принципу действия бывают термометрами сопротивления (болометры), термоэлектрические (термопары или пирометры), термисторы (полупроводниковые, обладающие свойством изменять электропроводность при изменении температуры объекта, рис.60, позиция 6).

Оптических термометров (пирометры) различают 2 вида: радиационные и оптические пирометры. Радиационные пирометры работают улавливанием и фокусированием теплового излучения, радируемого раскаленным телом, а оптические - на сравнении яркости излучения исследуемого накаливаемого тела с яркостью накала лампы известной температурой.

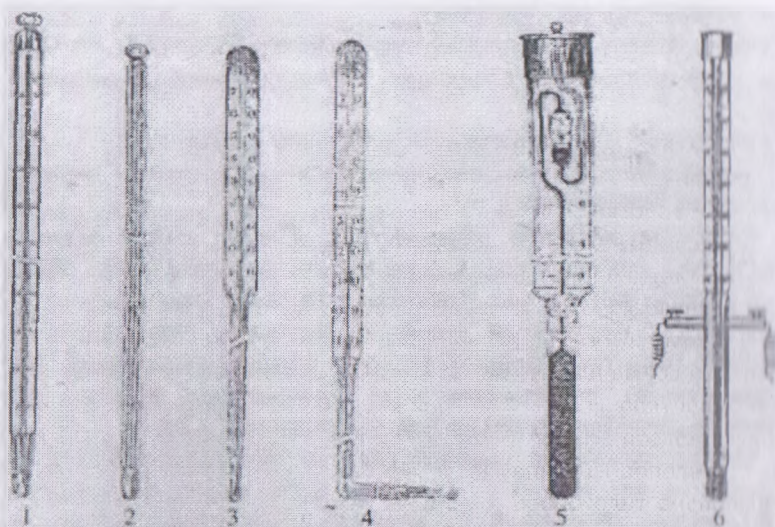


Рис.60 Позиции 1, 2, 3, 4, 5, 6 - Термометры: 1-обычный ртутный; 2-палочковый газоланольный; 3-технический прямой; 4 - технический угловой; 5-Бекмана; 6- контактный термометр —терморегулятор

Термометрический метод определения основаны на термоиндикаторных карандашах (восковых, пигментированных) и красках (жидкие краски на основе синтетических смол), приготовленные растворением этиловым спиртом.

В ветеринарной практике чаще используются максимальные (на ртути) и минимальные (на спирту) термометры, термогигрометры, психрометры Августа, Ассмана (рис.61, позиции 1,2), для записи - термографы и т.д., которые необходимо располагать на уровне зоны дыхания животных при термометрировании воздуха животноводческих объектов.

Психрометрами определяют температуру и относительную влажность воздуха при оценке температурно-влажностных режимов микроклимата животноводческих помещений, хранилищ и т.п. объектов.

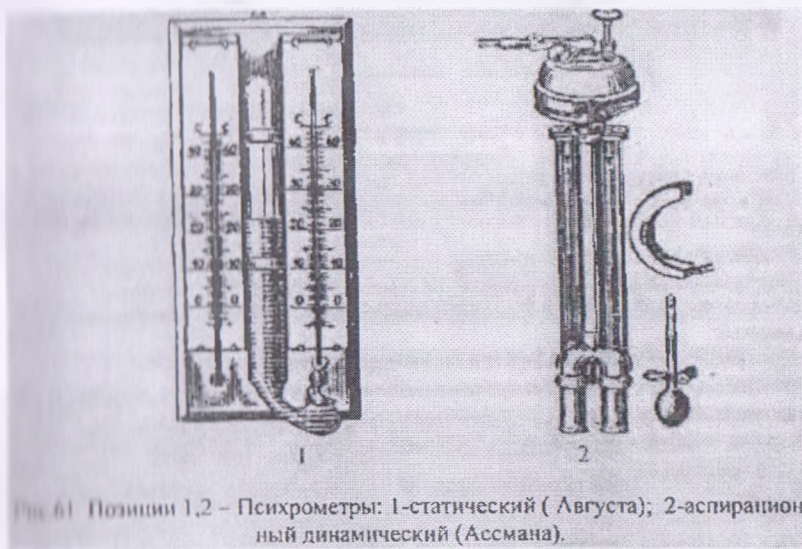


Рис.61 Позиции 1,2 - Психрометры: 1-статический (Августа); 2-аспирационный динамический (Ассмана).



Доцент Садуов М.С. при овоскопировании яиц.

Контрольные вопросы

1. Что такое лабораторная техника и для чего она используется?
2. Как и на какие направления может быть классифицирована лабораторная техника?
3. Назовите принятое разделение на группы общую лабораторную технику?
4. Для очистки воды, какая аппаратура и какие средства используются?
5. Что Вы понимаете под *деминерализацией, деионизацией и микрофльтрацией воды?*
6. Что такое дистиллированная и бидистиллированная вода?
7. Что Вы понимаете под *апирогенной водой*, и какая аппаратура используется для её получения?
8. Охарактеризуйте операцию *нагревание*, и какими приборами и аппаратурой оно проводится?
9. Разъясните строение газового пламени, какие газовые горелки Вы знаете?
10. Для чего используется *высушивание*, и какая аппаратура при этом используется?
11. Что такое сушильно-стерилизационные шкафы?
12. По какому поводу и для чего используется *термостатирование?*
13. Какие виды термостатов Вы знаете, перечислите?
- М. Для чего производится *взвешивание*, и какие виды *весов* по принципу действия Вы знаете?
15. Перечислите виды весов по точности измерения массы вещества?
16. Какие типы аналитических весов Вы знаете?

17. Назовите типы специальных весов?
18. Что такое разновесы, укажите минимальный и максимальный диапазоны взвешивания массы «тела»?
19. Перечислите основные моменты правил эксплуатации весов всех типов?
20. Для чего используются *центрифуги*?
21. Какие виды центрифуг применяются в лабораторной практике?
22. Опишите технологию эксплуатации центрифуг и правила безопасности при работе с ними?
23. Что такое центрифужные пробирки, из каких материалов они изготавливаются?
24. Что такое *микроскопы*, для чего они используются?
25. Какие виды микроскопов Вы знаете?
26. Что Вы понимаете под фазово-контрастной микроскопией?
27. Что Вы понимаете под аномальной микроскопией?
28. Что Вы понимаете под люминесцентной микроскопией?
29. Что такое «лупы», и по назначению какие виды «луп» Вы знаете?
30. Охарактеризуйте общие правила работы микроскопом?
31. Какие виды *термометров* знаете?
32. Для чего используются термометры?
33. Что вы понимаете под термометрией?
34. На чем «работают» максимальные термометры?
35. На чем «работают» минимальные термометры?
36. Для каких целей используются психрометры Августа и Ассмана?
37. Принцип работы психрометра Августа?
38. Принцип работы психрометра Ассмана?

4.2 Специальная лабораторная техника

Специальная лабораторная техника подразделяется:

I Аппаратура для микробиологических исследований: аппараты, обеспечивающие стерильность условий работы - автоклавы или паровые стерилизаторы, сушильные стерилизационные шкафы, аппараты для хранения, выращивания и транспортировки культур; штативы для скашивания агара, низкотемпературные шкафы, приспособления для хранения вирусов, для исследования структуры, состава и свойства микрофлоры; люминесцентный микроскоп, инфракрасные спектрометры, ультрацентрифуги, приборы для исследования продуктов обмена микроорганизмов с использованием ме-

тодов кинетики ферментативных процессов, масс; спектрометры и сочетании газовой хроматографией и т.д.;

2.4. *Аппаратура для гистологических исследований*: аппараты и приспособления для получения препаратов в виде тонких срезов тканей (кожи, кости, мышцы и т.д.), последующей их окраски и измельчения - микротомы, устройства для правки и заточки микротомных ножей, размельчители тканей, гомогенизаторы, аппараты для гистологической обработки тканей;

2.5. *Аппаратура для гематологических исследований*: приборы для определения РОЭ, гемометры Сали и гемоглобинометры для определения гемоглобина, камсра Горяева для подсчета форменных элементов крови, центрифуги для определения гематокрита, один- надцатиклавишные счетчики для подсчета лейкоцитов и т.д.;

2.6. *Аппаратура для цитологических исследований* аналогична, применяемой в гематологии - автоматы для окраски анализируемого биоматериала и автоанализаторы для подсчета и идентификации клеток;

2.7. *Аппаратура для иммунологических исследований*: аппараты и приспособления для облегчения разведений и розлива компонентов серологических реакций - групповые дозаторы Флоринского, микротитрометры, аппараты для определения групповой и резус принадлежности крови и др.;

2.8. *Измерительные приборы общетехнического назначения для биохимических исследований биологических жидкостей*: фотоэлектрические колориметры, фотометры, фотоэлектрические абсорбциометры, спектрофотометры, поляриометры, поляриографы, рефрактометры, флуориметры, денситометры, атомно-абсорбционные спектрометры, пламенные фотометры, а также приборы и аппараты, использующие электрические и ионные свойства жидкостей: аппаратура для электрофореза, рН-метры, аппаратура для хроматографий, осмометры и т.д. Для определения плотности жидкостей применяют: ареометры, урометры, а также основанные на этом методе лактоденситометры, для определения вязкости биологических жидкостей - вискозиметры.

Все большее распространение находит лабораторная техника для экспресс диагностики субстратов и ферментов. Реакция обнаружения, идентификации, измерения протекает при взаимодействии биологической жидкости с набором реактивов, предварительно нанесенных в заводских

условиях на бумажную полоску, ячейку, ленту или образующих многослойный аналитический элемент. Интенсивность окраски оценивается и преобразуется в соответствующие единицы измерения денситометром.

4.2.1 Аппаратура и устройства для микробиологических - исследований и бактериологические среды

4.2.1.1 Аппаратура и устройства для бактериологических и вирусологических исследований

В современных научно-исследовательских микробиологических лабораториях используются такие достижения техники, как электронный и люминесцентный микроскопы, инфракрасные спектрометры, ультрацентрифуги и другие современные приборы. Тем не менее, в практическую микробиологию эти достижения входят чрезвычайно медленно.

Основные методы, применяемые в современной микробиологической практике, разработаны еще в прошлом веке (печ[^] Пастера, аппарат Коха, шпатель Дригальского, чашки Петри и др.).

Если проследить весь ход микробиологического анализа, то его можно разделить на два этапа: вспомогательный и собственно - микробиологический. Вспомогательный процесс включает в себя мытье лабораторной посуды, ее сушку, стерилизацию, приготовление и розлив питательной среды и другие подготовительные операции. К собственно - микробиологическому этапу относится взятие исследуемого материала и его посев на питательные среды, выделение чистой культуры микроба с последующей его идентификацией серологическими и биохимическими методами.

Большинство вспомогательных операций при микробиологических исследованиях весьма трудоемки. Наиболее трудоемок процесс изготовления ватно-марлевых или ватных пробок перед их стерилизацией. Для облегчения ручного труда и повышения производительности выпускаются специальные машины для изготовления таких пробок. Однако, ватно-марлевые пробки имеют весьма огра-

ниченный срок службы и на их изготовление уходят огромное количество ваты.

На смену ватно-марлевым пробкам приходят металлические колпачки. Медицинская промышленность выпускает их на обычные бактериологические - 16x150 мм и на серологические пробирки меньшего размера - 12x100 мм.

Одна из вспомогательных операций при подготовке к микробиологическому анализу - приготовление агаровых «косяков». Для этой цели разработан и выпускается штатив, с помощью которого можно получить в пробирке угол наклона поверхности агаровой среды и одновременно помещать до пятидесяти пробирок.

Пробирки с подогретой жидкой агаровой средой устанавливаются в штатив и, после регулировки винтом угла наклона, оставляются до застывания агара. Угол наклона пробирок может регулироваться от 0 до 15°. Материал штатива прочный, легко моющийся.

Для стерилизации перевязочного материала, хирургических инструментов, различных питательных сред, лабораторной посуды, инфицированных материалов используют автоклав или паровой стерилизатор - аппарат для стерилизации насыщенным водяным паром под давлением.

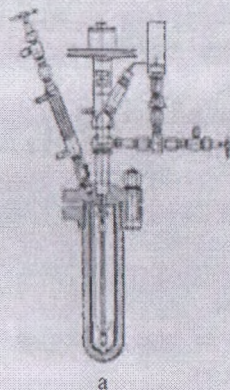
По конструкции автоклавы бывают вертикальные (АВ-75, АВ-20), горизонтальные (АГ-2, АГ-200), переносные и шкафные (АШ-250А, АШ-380, АШДВ-250А и др). Автоклав впервые был введен в практику в 1884г. Гейденрихом (рис.62).

Основные детали автоклава водопаровая и стерилизационная камеры. Как правило, они представляют собой единую сварную конструкцию, но разобщены функционально. Это дает возможность перекрывать поступление пара в стерилизационную камеру на время загрузки, эжекции и разгрузки автоклава и автоматически поддерживать рабочее давление. Водопаровая камера закрывается массивной чугунной или стальной крышкой с резиновой прокладкой. Обе камеры помещены в металлический кожух, который прикрепляется к подставке и изолирован внутри, в нижней части асбестом. В верхней части стерилизационной камеры поясообразно расположены отверстия для пара. Для контроля за работой служит манометр, предохранительный клапан, водомерное стекло и система кранов, регулирующих поступление воды в аппарат.

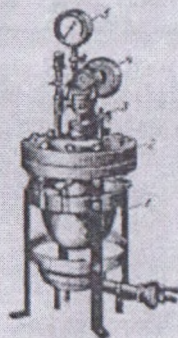
Автоклав оборудован приборами, автоматически поддерживающими заданное давление. Медицинские автоклавы позволяют производить стерилизацию под давлением до 265 кгс/см² при температуре 138°C (рис.63, позиции а, б).



Рис.62 Автоклав вертикальный.



а



б

Рис.63 Позиции а,б - Автоклавы:
а- для высокого давления с мешалкой;
б- для низкого давления с мешалкой (1- корпус; 2- крышка; 3- кран для спуска давления; 4- шкив в мешалке; 5- манометр).

Стерилизацию текучим паром производят в текучепаровом аппарате Кока. Этот аппарат представляет собой цилиндр с двойными стенками, закрытый сверху конической крышкой. В крышке имеется отверстие, куда вставляется термометр. Внутри аппарата имеется жестяное, свободно вращаемое ведерко, внутри и дно которого снабжены отверстиями. В двойное дно аппарата наливают воду, ставят в аппарат предметы, подлежащие стерилизации, и подогревают его, пока из верхнего отверстия не пойдет сильная струя пара, при температуре внутри аппарата равной 100°C. Нагревание при 100°C продолжают от 30 до 60 мин. Для большой надежности, а также для стерилизации некоторых материалов, изменяющих

свои свойства при длительном воздействии высокой температуры (желатина, сахар и др.), такое нагревание обычно производят 3" дня подряд по 30-60 минут - дробная стерилизация. Для этой цели также может быть использован автоклав с открытым Kranом для пара. ~

Стерилизация сухим жаром проводится в сушильно-стерилизационных шкафах (печь Пастера).

Механическая стерилизация достигается при помощи бактериальных фильтров, приготовленных из мелкопористого материала. Чаще всего пользуются свечами Пастера-Шамберлена, Берксфельда или фильтром Зейтца.

Для культивирования микроорганизмов применяются различные термостаты, автоматически поддерживающие заданную температуру. Для хранения выделенных микробных культур, биологических препаратов, сывороток, вакцин, которые необходимо содержать при низких температурах, применяются бытовые холодильники, обеспечивающие температуру 0...+8°C, а для получения более низкой температуры используют низкотемпературные шкафы, ультранизкотемпературные шкафы, которые позволяют получить температуру -27... -73°C и ниже.

Развитие исследований по микробиологическому синтезу ставит перед специалистами многочисленные задачи, одна из которых - разработка аппаратуры и систем непрерывного культивирования микроорганизмов. Нарастание темпов научных исследований в области микробиологии, физиологии, биохимии микроорганизмов привело к разработке и изготовлению комплексных установок, как Биостенд, АНКУМ-1 и др., комплекса аппаратуры для непрерывного культивирования микроорганизмов, как ферментеры - приборы, предназначенные для непрерывного культивирования микроорганизмов.

Эти приборы выпускаются в виде больших (стационарных) и малых лабораторных установок. В ферментерах обычно имеются устройства для подачи в микробную массу при ее культивировании кислорода для аэрации, для непрерывного перемешивания микробной массы, для измерения и регулирования pH среды, поддержания о предельной температуры.

стерилизации некоторых материалов, изменяющих свои свойства при длительном воздействии высокой температуры (желатина, сахар и др.), такое нагревание обычно производят 3 дня подряд по 30-60 минут - дробная стерилизация. Для этой цели также может быть использован автоклав с открытым краем для пара.

Стерилизация сухим жаром проводится в сушильно-стерилизационных шкафах (печь Пастера).

Механическая стерилизация достигается при помощи бактериальных фильтров, приготовленных из мелкопористого материала. Чаще всего пользуются свечами Пастера-Шамберлена, Беркефельда или фильтром Зейтца.

Для культивирования микроорганизмов применяются различные термостаты, автоматически поддерживающие заданную температуру. Для хранения уделенных микробных культур, биологических препаратов, сывороток, вакцин, которые необходимо содержать при низких температурах, применяются бытовые холодильники, обеспечивающие температуру $0...+8^{\circ}\text{C}$, а для получения более низкой температуры используют низкотемпературные шкафы, ультра- низкотемпературные шкафы, которые позволяют получить температуру $-27... -73^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Развитие исследований по микробиологическому синтезу ставит перед специалистами многочисленные задачи, одна из которых - разработка аппаратуры и систем непрерывного культивирования микроорганизмов. Нарастание темпов научных исследований в области микробиологии, физиологии, биохимии микроорганизмов привело к разработке и изготовлению комплексных установок, как Биостенд, АНКУМ-1 и др., комплекса аппаратуры для непрерывного культивирования микроорганизмов, как ферментеры - приборы, предназначенные для непрерывного культивирования микроорганизмов.

Эти приборы выпускаются в виде больших (стационарных) и малых лабораторных установок. В ферментерах обычно имеются устройства для подачи в микробную массу при ее культивировании кислорода для аэрации, для непрерывного перемешивания микробной массы, для измерения и регулирования pH среды, поддержания определенной температуры.

В вирусологических лабораториях находят все большее применение аппаратура, позволяющая *получать большое количество клеточной массы*. Примером такой аппаратуры может служить многодисковое устройство для получения тканевых культур, выпускаемое американской фирмой "New Brunswick".

4.2.1.2 Бактериологические среды

Питательные среды - искусственные субстраты, представляющие сбалансированную смесь питательных веществ в концентрациях, создающих наилучшие условия для роста микроорганизмов. Питательные среды используют для культивирования микроорганизмов лабораторной и производственной практике, для изучения свойств микроорганизмов, выделенных из организма (при диагностике инфекционных болезней) или из окружающей среды, для хранения и консервации чистых культур микроорганизмов. *Питательные вещества*, входящие в состав питательных сред, необходимы для биосинтеза структурных и биохимических компонентов микроорганизмов и для получения ими энергии. Все химические реакции в живых организмах протекают в водной среде, поэтому вода - важный компонент любой питательной среды и выполняет в ней роль источника кислорода и водорода.

Наилучший источник углерода для микроорганизмов - *углеводы*. Моносахариды, особенно *гексозы*, широко используются многими микроорганизмами. Одним из наиболее широко потребляемых микроорганизмами углеводов является - *глюкоза*. Хороший источник углерода для многих грибов и актиномицет - *манитт*. Актиномицеты способны использовать, как источник углерода, *глицерин*.

В питательных средах должен быть доступный для микроорганизмов источник *азота*, который нужен для синтеза аминокислот, необходимых при построении клеточных белков, для синтеза пурриновых и пиримидиновых оснований, структурных элементов нуклеиновых кислот. В качестве источника азота *грибы и некоторые бактерии* используют *нитраты*, которые сначала восстанавливаются микроорганизмами, и только после этого используются в процессах биосинтеза.

из морских водорослей, *желатина и сликагель*, представляющий собой двуокись кремния. Агар обычно вносят в питательные среды в концентрации 1 - 2% , желатину 10- 15%, а сликагель 1,5%.

По характеру ингредиентов, входящих в состав питательных сред их делят на питательные среды *неизвестного химического состава*, основанные на белках и продуктах их гидролиза, и среды *известного состава (синтетические среды)*. Питательные среды неизвестного химического состава могут быть простыми (основными) и сложными. *Основные ингредиенты* простых питательных сред - это продукты распада белков, полученные путем ферментативного или кислотного гидролиза.

Ферментативный гидролиз осуществляют с помощью частично очищенных прогосолитических ферментов (пепсина, трипсина, па-панна) или путем обработки исходного сырья (мяса, рыбы, плаценты) тканями, содержащими эти ферменты, например, поджелудочной железой, измельченными свиными желудками. Обработка ферментами животных белков не сопровождается их полным гидролизом, в результате чего образуются так называемые *пептоны*. На питательных средах, содержащих пептоны, микроорганизмы размножаются лучше, чем на полных гидролизатах белка или смесях аминокислот, т.к. при ферментативном гидролизе животных или растительных тканей в них сохраняются лабильные факторы роста.

На основе простых питательных сред готовят сложные, например, среды, содержащие различные сахара (сахарный бульон, сахарный агар) или кровь. К числу питательных сред натурального происхождения относят среды, содержащие сыворотку крови и среды с добавлением асцитической жидкости. Например, для выращивания кокков используют сывороточный агар, содержащий 10 или 20% сыворотки крови лошади или быка или сывороточный бульон - мясо-пептонный бульон двойной концентрации, к которому добавлена 8-10% сыворотки крови.

Все выше перечисленные среды относятся к так называемым *натуральным* средам *неизвестного состава*, т.к. они содержат питательные субстраты естественного происхождения. Вместе с тем, контроль за ростом и культивированием бактерий более эффективен, если использовать питательные среды *известного состава*, содержащие воду и химически чистые соединения в определенных концентрациях. Такие среды называют *синтетическими* питательными средами. Они имеют преимущества перед другими питательными средами при изучении особенностей метаболизма микроорганизмов, т.к. дают возможность исследовать и оценивать метаболические реакции в зависимости от содержания в среде тех или иных компонентов.

По своему назначению питательные среды делятся на *селективные* (элективные) и *дифференциально - диагностические*. При использовании селективных питательных сред можно отобрать выделяемый микроорганизм из смешанных культур или исследуемого материала путем создания благоприятных условий для его культивирования и неблагоприятных для сопутствующих микроорганизмов других видов (рис.64, позиции 1,2).

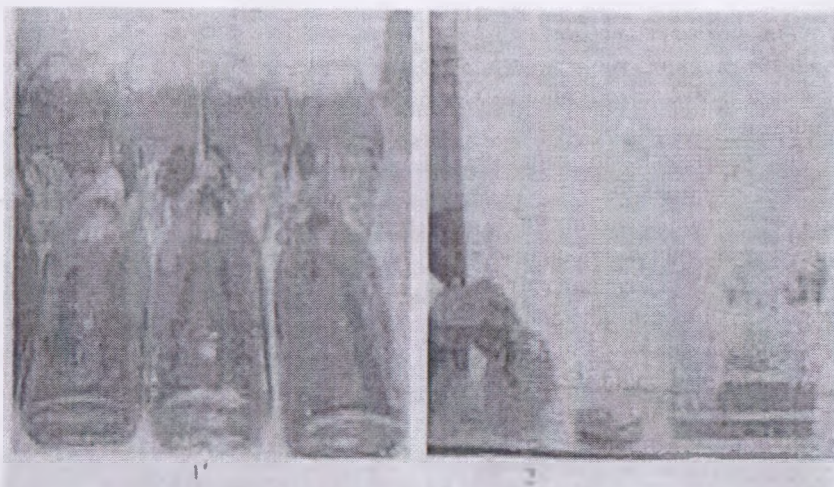


Рис. 64 Позиции 1,2- Питательные среды: 1- процесс подготовки питательных сред; 2- выращивание культур



Ассистент Жумагелдиев А.А. в боксе при подготовке питательных сред.

4.2.2 Аппараты для гистологических исследований

В целях подготовки материала для гистологических работ и исследования препаратов применяют микроскопы, микротомы, автоматизированные аппараты для гистологической обработки тканей и окраски препаратов, микроманипуляторы, термостаты, нагревательные столики «устройства для автоматизации анализа морфологических структур».

Микротом предназначен для производства тонких срезов, пригодных для микроскопических исследований. Он состоит из основания, приводного механизма, механизма микроподачи, объекто-держателя, нождержателя с ножом. Получение среза осуществляется при движении ножа или объекта в одном направлении, а при обратном движении срабатывает механизм подъема объекта на заданную величину, обеспечивая необходимую толщину среза в последующем цикле.

Используемые микротомы можно отнести к двум типам:

1. Микротомы, в которых объект укреплен неподвижно в держателе, а нож, производящий срезы, подвижен. Существуют конструкции, в которых нож движется по горизонтальному или наклонному направлениям (саннны и радиальные микротомы, рис. 65. позиции 1,2);

2. Микротомы, в которых объект при помощи специального механизма движется по вертикали или горизонтали и надвигается на лезвие укрепленного неподвижного ножа, с каждым срезом смещаясь в сторону на заданную величину (*ротационные микротомы*).

Для приготовления срезов с объектов, залитых в парафин, целлоидин, используют радиальный, сапный или ротационный микротомы, а для получения срезов с животной или растительной тканью в замороженном состоянии используется замораживающий микротом, в котором объект замораживается жидкой углекислотой, подводимой от баллона к столу микротомы гибким шлангом. К микротомам также прилагаются отдельно *замораживающие столики*, на которых объект замораживается электрическим током, проходящим через полупроводниковые элементы, вмонтированные в столик (рис.65, позиция 3).



Рис 65 Позиции 1,2,3-Санный микротом: 1-вид сбоку; 2-вид в рабочем состоянии, с ножом, 3-микротом с замораживающим столиком.

Для сохранения среза в замороженном состоянии после снятия его с ножа используют *микрокриостат*, который представляет собой небольшую холодильную камеру, прикрепленную к замораживающему микротому, в

которой при помощи жидкой углекислоты можно регулировать температуру от 0 до 10°C. Для получения срезов свежемороженой ткани при экспресс-биопсии, а также для гистохимических исследований (изучение ферментных, антигенных и других белковых систем тканей) используют *микротом - криостат*, который представляет собой термоизоляционную камеру с микротомом и системой охлаждения.

Для заточки микротомных ножей существует ряд приспособлений и специальных стаканов. Наиболее широко применяемый стакан ЗМН-2 обеспечивает быструю (5-7 мин.), высококачественную заточку микротомных ножей длиной от 180 до 500 мм. Угол заточки ножей от 20 до 30°.

Для приготовления сверхтонких срезов для электронно-микроскопических исследований, применяют ультрамикротомы, где выполнение всех операций: приготовление среза препарата и внесение его в поле зрения микроскопа, - полностью автоматизированы. Ультрамикротом УМТ-2 обеспечивает получение срезов толщиной от 15 до 90нм; а УМТ-5 от 5 до 100нм. Для световой микроскопии пригодны срезы толщиной от 5-8мкм до 1-2мкм.

Для автоматизации гистологической обработки тканей, окраски срезов разработаны полуавтоматы "Аутотехникон" (США), "Гисто- хроматор" (СССР). *Гистохроматоры АТ-4* имеют программное устройство и обеспечивают автоматизацию производства *импрегнации, окраски, фиксации, промывки, уплотнения, обезвоживания в спиртах, пропитывания и заливки в парафин и другие среды срезов или кусочков тканей, декальцинацию*, а также обработку срезов, заключенных на предметных стеклах и другие приемы обработки гистологических материалов. Для окрашивания гистологических препаратов на предметных стеклах имеются, также, многопозиционные автоматы, которые обеспечивают окрашивание по специальным режимам.

При исследовании тканей часто возникает необходимость в их измельчении. *Измельчение* тканей, особенно плотных (кожа, мышцы животных), проводимое при целом ряде исследований, является трудоемкой и длительной процедурой, если оно проводится вручную. При ручном измельчении страдает и качество - трудно таким способом получить гомогенную, мелкодисперсную массу. Длительность операции часто отрицательно сказывается и на результатах последующего исследования, в частности, если речь идет об определении активности тканевых ферментов. Поэтому в настоящее время для измельчения тканей широко используется аппаратура, в которой ручные операции сведены до минимума.

Измельчение тканей животного и растительного происхождения достигается, наиболее эффективно с помощью различных типов *гомогенизаторов (измельчителей)*. Измельчение производится в сосудах различных объемов и формы, изготовленных из металла, стекла или пластмассы. Применяемые часто, сменные сосуды имеют объемы от 1 мл до 1 л и больше. В нижней части сосуда находятся ножи, изогнутые под определенным углом и вращающиеся со скоростями от 3000 до 12000 и более оборотов в минуту. Вращающиеся лопасти ножей измельчают и одновременно перемешивают ткань с жидкой фазой, создавая гомогенную тканевую взвесь. Для гомогенизации тканей при охлаждении в некоторых гомогенизаторах применяются охлаждающие рубашки.

Область применения *гомогенизаторов* весьма обширна и охватывает различные разделы биологии, медицины и ветеринарии: биохимию, фармакологию, иммунологию, физиологию, экспериментальную биологию и т. д. С помощью измельчителей можно получать исходное сырье для приготовления тканевых антигенов, тонких взвесей для имплантации и других гомогенатов.

Для механического измельчения тканей растительного и животного происхождения промышленность выпускает размельчители - РТ-1 и РТ-2. Размельчители этих типов являются настольными лабораторными аппаратами для быстрого измельчения тканей, получения гомогенных масс, эмульсий и суспензий.

Встряхивание и перемешивание - одно из частых процедур, проводимые в биохимических лабораториях, благодаря которым осуществляется эмульгирование или суспензирование фаз или повышение градиента концентрации компонентов в течении химических реакций. Встряхивание и перемешивание преследуют одну и ту же цель, но отличаются по способу осуществления и интенсивности.

Под перемешиванием подразумевают энергичное движение всего сосуда с содержащейся в нем жидкостью. В биохимии различие в виде и интенсивности движения играет существенную роль. Так, например, интенсивное встряхивание нативного яичного белка приводит к образованию пены и к его денатурации.

Для перемешивания жидкостей применяются различные устройства. Мешалка ММ-3 - прибор настольного типа. На основании мешалки установлен электродвигатель, на валу которого закреплён подковообразный постоянный магнит (см. рис.80, стр.197). При вращении магнита его поле взаимодействует со стальным стержнем, который помещен в сосуд с перемешиваемой жидкостью. Для предотвращения коррозии и химических реакций с жидкостями стержень покрыт герметичной полиэтиленовой оболочкой.

Интенсивность перемешивания зависит от скорости вращения магнита, размера перемешивающего стержня и вязкости жидкости. При необходимости перемешивание проводят с подогревом, включай электроплитку, установленную на приборе.

С помощью магнитных мешалок можно проводить титрование с перемешиванием жидкостей. Для этого у мешалок имеется штанга, позволяющая укреплять над сосудом необходимые приспособления (бюретку и пр.). Для того, чтобы подковообразный магнит не размачивался по окончании работы на электроплитку следует положить стальное кольцо, прилегающее к прибору и служащее для замыкания магнитных силовых линий.

Вращатель биохимической модели 93 имеет три скорости вращения -600, 900 и 1200 об/мин и он позволяет производить перемешивание как с помощью магнитных мешалок в стаканах и колбах емкостью до 100 мл. так и используя стержневые мешалки для перемешивания жидкости в сосудах емкостью до 1000 мл.

Аппарат для встряхивания универсальный (АВУ - бП) предназначен для встряхивания жидкости в лабораторной посуде - колбах, пробирках, бутылках - с целью ускорения протекания химических реакций. При механическом перемешивании компонентов, улучшения условий при выращивании культур для бактериологических исследований. В аппарате имеются сменные платформы - три для колб и одна универсальная для размещения и фиксации кассет с пробирками и бутылками.

Аппарат можно включать на длительное время (до 5 суток непрерывной работы) и на короткие отрезки времени (от 5 до 55 мин.), по истечении которых происходит автоматическая остановка. В зависимости от объема

лабораторной посуды на сменных платформах одновременно может быть установлен один из следующих наборов: 30 колб емкостью по 100 мл, 20 колб емкостью по 250 мл, 12 колб по 500 мл, 2 бутылки емкостью по 5 л, 16 пробирок с диаметром от 11 до 19 мм. Число колебаний регулируется плавно от 100 до 280 в минуту, а амплитуда колебаний, также, регулируется плавно в пределах от 10 до 25 мм.

Прибор для встряхивания *меланжеров* представляет собой настольную портативную модель, с помощью которой создается гомогенная взвесь форменных элементов крови в разводящей жидкости, необходимая для микроскопических исследований.

Принцип устройства прибора: в 2 катушках электромагнита находится стальной сердечник, шарнирно связанный с рычагом, на котором закреплен штатив с меланжерами. Попеременно вытягиваясь то в одну, то в другую стороны катушки, стержень заставляет рычаг совершать колебательные движения. На штативе можно одновременно поместить от 1 до 6 меланжеров.

4.2.3 Аппаратура для гематологических и цитологических исследований

Современная гематология - сформировавшаяся самостоятельная дисциплина, в одинаковой мере необходимая различным специалистам. Однако, длительное время она значительно отставала в приборном оснащении. Сегодня современные приборы находят применение не только в научно-исследовательских, специализированных гематологических учреждениях, но и в практике. Современные приборы гематологического профиля обеспечивают объективную информацию, обладают высокой точностью и хорошей воспроизводимостью.

Автоматизация в гематологии развивается в направлении создания автоматических приборов - гемоглобинометров, счетчиков форменных элементов крови: цитометров кондуктометрических, дозаторов разведений, автоматов для окраски мазков, комплексов приборов и

аппаратов, позволяющих в одной пробе крови одновременно определять несколько компонентов - гемоглобин, эритроциты, лейкоциты: автоанализаторов, представляющих совокупность функциональных блоков, вспомогательных узлов и ЭВМ. Имеются два типа автоанализаторов: *первый* - для определения 7-8 гематологических параметров как гемоглобин, количества эритроцитов и лейкоцитов, показе гелей гематокрита, концентрации гемоглобина в одном эритроците, среднего объема эритроцитов, содержания гемоглобина в одном эритроците, в некоторых моделях и тромбоцитов. Производительность автоанализаторов этого типа 50-80 образцов в час; *второй* для дифференцированного подсчета различных форм лейкоцитов. Производительность автомата 25-00 образцов в час.

Счетчики форменных элементов крови. К ним относятся камеры счетные и автоматические счетчики. Камеры счетные - приборы для подсчета форменных элементов крови, мочи и цереброспинальной жидкости, а также микроорганизмов. Предложена французским физиологом Малассе в 1874 г. Она представляет собою толстое предметное стекло с углублением, на дне которого выгравирована счетная сетка, на углубленную часть накладывают шлифованное покровное стекло.

Постоянная высота камеры обеспечивается плотным притиранием покровного к предметному стеклу до образования Ньютоновых колец. Структурными элементами всех типов стекол являются большие и малые квадраты - сетки различных типов - Тома, Люнкера, Предтеченского, Тюрка, Нейбауэра, Горяева, Фукса-Розенталя и др., которые отличаются различными группировками больших и малых квадратов.

Широко применяется камера Горяева с сеткой Горяева. Она имеет объем 0,9 мкл, площадь сетки 9 мм^2 и состоит из 225 больших квадратов, из них 100 пустые, 25 - разделены каждый на 16 малых выдрлтов, 100 - разделены полосами. Счетная камера Фукса - Розенталя имеет объем 3,2 мкл, площадь сетки 1 мм^2 и состоит из 256 больших квадратов.

Камеры следует предохранять от загрязнения и попадания пыли в сетки. После работы камеру и покровное стекло моют под струей водопроводной воды и осторожно, но тщательно вытирают чистой салфеткой, затем заворачивают в бумагу и убирают в коробку.

В настоящее время промышленность ряда стран выпускает отдельные приборы и комплексные установки для анализа крови человека и животных - *автоматические анализаторы*, способные за короткий период (до 3000 анализов в 1 ч.) выдавать информацию в виде цифр, графиков или гистограмм, а также в любой другой форме после введения по заданной программе в ЭВМ о цитологическом, биохимическом составе и физиологических характеристиках крови.

В лабораториях применяют *автоанализаторы* Биан и Циано (СНГ), "Контифоо" (Венгрия), ЛЖБ (Швеция), "Браун-систематик" фирмы "Оптон" (Германия), системы Олли-3000 (Финляндия), "Селектив эпалейзер П" (Швейцария), SMA фирмы "Техникон" (США, Ирландия/), "Аббат" фирмы "Культе С" (Франция), "Центрифихсм" фирмы "Юнион Карбайд" (США) и др.

Многоканальные (12-30) системы автоматических анализаторов в небольших объемах исследуемого образца крови (0,5-2,5 мл) дают возможность провести одновременно количественное определение глюкозы, мочевины, мочевой кислоты, креатинина, билирубина, общего белка, аминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, фосфатазы, катионов K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} и др., анионов PO_4^{+3} , Cl^- и др.

В автоматических установках предусмотрены сменные блоки, при помощи которых можно перестроить систему практически на все виды определения ферментов, белков и их фракций. Сахаров и минерального состава крови.

Приборы для подсчета количества и размеров клеток крови - *кондуктометрические* анализаторы автоматически подсчитывают частицы, взвешенные в электропроводящем растворе (например, клетки крови в физрастворе), в момент прохождения их через отверстие электрода.

Подсчет клеток крови *целлескопами* или *кондуктометрическими цитометрами* типа (ЦМК-1), входящими в гематологический комплекс (КГ-2), проводят путем измерения различия электропроводности среды и клеток крови (у последних электропроводность очень малая). При автоматическом подсчете частиц, кроме количества, определяют их размер. Указанные цитометры могут анализировать частицы в диапазоне размеров от 2 до 80 мкм по диаметру и от 5 до $2,5 \times 10^5$ мкм³ по объему.

Принцип работы приборов этого типа основан на измерении и регистрации перепада импеданса (сопротивления) в электрической цепи в момент прохождения частиц (клеток) через калиброванное капиллярное отверстие электрода вместе с засасываемой жидкостью. Ниже показана принципиальная схема устройства детектирующего прохождения частиц (рис. 66).

Величина импульса, появляющегося в электронной схеме, зависит от величины частицы (клетки), прошедшей через капиллярное отверстие электрода. Специальное электронное устройство дает возможное П. подчисти та ть число частиц и измерить их величину в определенном объеме. Полученные данные могут быть визуально оценены по величине импульсов на электроннолучевой трубке и зарегистрированы пересчетными электронно-цифровыми или чер- нплоншнущими устройствами в виде кривой распределения клеток по их величине.

Дозирование объема анализируемой суспензии в приборе ЦМК- 1 осуществляется ртутным дозатором с гидравлической системой за счет вакуума, создаваемого перемещением ртути в U-образной трубке (1). Время счета частиц определяется моментом замыкания рту- гью электродов ЭП (начала счета) и ЭСТ (конца счета), а объем за- сасываемой через капилляр жидкости (U) равен объему стеклянной трубки между ЭП и ЭСТ. В приборе ЦМК-2, входящем в гематоло- Інчч Кий комплекс КГ-1, вакуумирование системы ртутью замснено специальным насосом (рис. 66).

Приборы могут иметь ряд дополнительных устройств и при- (нособлсний, имеющих второстепенное значение - электрические насосы, специальные оптические системы визуального контроля чистоты микроотверстия, через которое просасывается суспензия ч.н іпп (клеток), устройство обработки и регистрации результатов и др.

При цитологических исследованиях в основном используются приборы и аппаратура гематологических исследований - автоматы для окраски анализируемого биологического материала, автоанализаторы для подсчета и идентификации клеток и т.д.

Измерение предельного диффузионного тока и величины потенциала полуволны положены в основу работы полярографов.

Аппаратура для *хроматографии* служит для разделения веществ сорбционных способностей. Методы и приборы для хроматографии различаются по применяемым средам для разделения, механизм разделения и форме проведения процесса.

Фотометры (абсорбциометры). *Фотометрические и спектрофотометрические* методы широко распространены в лабораториях. Эти методы позволяют относительно быстро определять весьма малые количества веществ. Отличаясь простотой, хорошей чувствительностью и высокой скоростью анализа, они находят применение как в повседневной практике, так и в исследовательской работе. Фотометрический анализ является одним из наиболее удобных методов определения малых количеств вещества, так как существует практически неограниченная возможность превращения вещества в раствор, сильно поглощающий свет.

Имеется определенная закономерность в поглощении части светового спектра окрашенным раствором. Например, раствор, окрашенный в желтый свет, поглощает синюю часть света, т. е. дополнительный свет.

Величина светопоглощения в фотометрии выражается *величиной оптической плотности*. Величина, обратная плотности, называется *прозрачностью*, или пропусканием раствора и выражается в процентах.

Конечно, не всякая концентрация раствора может быть использована для фотометрических определений. Оптимальными пределами измерений на фотоэлектрических приборах считаются растворы, поглощающие от 5 до 90% света, что соответствует от 0,02 до 1,0 оптической плотности. Для фотоэлектрических приборов, снабженных усилителями и соответствующим запасом по чувствительности, этот предел может быть повышен до 2,0 оптической плотности. Отсюда, собственно, исходят некоторые рекомендации при измерениях: 1) если плотность раствора велика, то необходимо разбавить раствор или взять кювету с более тонким слоем; 2) в случае малой плотности раствора нужно переходить на кювету с большей толщиной рабочего слоя.

В практике получили широкое распространение *гемоглобинометры, сахариметры, билирубинометры*, приборы для определения *насыщения крови кислородом*, основанные на фотометрическом методе измерения. В связи с большим прогрессом в технике автоматического анализа появились различные автоматизированные фотоколориметры и автоматические анализаторы, снабженные в качестве измерительного прибора *фотоэлектрическим колориметром и не спектрометром*.

В настоящее время в качестве источника излучения в фотоэлектрических устройствах используются *оптические квантовые генераторы (лазеры)*. Лазеры оказались весьма перспективными потому, что их излучение имеет свойство монохроматичности и направленности более высокого качества, чем получаемое после лучших интерференционных фильтров.

Сложность приборов для фотометрического анализа возрастает с переходом с визуальных фотометров к фотоэлектрическим и да- лес спектрофотометрам. В визуальных фотометрах используется принцип уравнивания освещенности под контролем глаза. Более современными являются фотоэлектрические приборы. Они имеют ряд преимуществ перед визуальными фотометрами: исключается утомляемость глаза при массовых анализах, исчезает субъективная ошибка при измерениях; фототек, возникающий при попадании све- га на фотоэлемент, измеряется стрелочными или другого рода приборами и может быть измерен намного точнее, чем при визуальном определении освещенности, что в итоге повышает точность анализа; *фотохпектроколориметр* в принципе позволяет проводить исследования не только видимой области света.

В лабораториях ветеринарно-биологических учреждений получили широкое распространение фотоэлектрические колориметры типов ФЭК. Первоначально выпускались колориметры ФЭК-М, ФЭК-Н-57. Затем на смену им пришли ФЭК-56, ФЭК-60 и др. Последние два типа имеют источники излучения в видимой и ультра- фиолетовой областях и их правильное назвать *абсорбциометрами*. На всех ФЭК можно осуществлять также *турбидиметрические измерения*. При этом надо иметь в виду, что турбидиметрические методы уступают фотометрическим по той причине, что рассеяние или поглощение света дисперсной фазой зависит не только *от количества частиц*, но и от их *форм, размера и характера*.

Для повышения стабильности взвесей применяют *стабилизаторы*, например - *желатину*. Стабильность взвесей - необходимое условие для правильного проведения исследований. Со времени подготовки исследуемого образца до окончания его измерения, частицы вещества не должны осесть или коагулировать в заметной степени, что может отразиться на точности измерения.

Устройство всех фотометров, хотя и имеет конструктивные различия, принципиально выполнено по единой схеме. Оптический блок фотометра состоит из линз, светорассеивающих пластин, ослабителей света, светофильтров, диафрагм, приемников излучения, в которых поток излучения преобразуется в электрический сигнал, регистрируемый устройствами типа микроамперметра, вольтметра и др. В импульсных фотометрах в качестве регистраторов используют различные электронные приборы, напоминающие осциллографы, пиковые вольтметры.

Фотоэлектроколориметры, в зависимости от метода измерения светового потока, делятся на два типа - *фотоколориметры прямого отсчета* и *фотоколориметры*, работающие *по методу сравнения*. В фотоэлектрических фотометрах применяют различные типы фотопреобразователей, осуществляющих преобразование света в электрический ток. В качестве преобразователей применяют фотоэлементы - с запирающим слоем (вакуумные) и с внешним фотоэффектом (газонаполненные или вакуумные).

Сущность работы фотоэлемента (в частности селенового) состоит в следующем. При воздействии света электроны перескакивают через запирающий слой и попадают в хорошо проводящую металлическую пленку благородного металла. Ток замыкается через гальванометр железной пластинкой и возвращается в полупроводник (слой селена). Таким путем световая энергия преобразуется в электрическую и регистрируется *гальванометром*.

Светофильтры из общего потока света пропускают лишь определенный интервал длины волн. Чем меньше выделенный светофильтром участок спектра, тем избирательнее фотоэлектрический фильтр. Существуют светофильтры *стеклянные, металлостеклянные, пленочные и жидкостные*. Цвет светофильтра соответствует тому участку спектра, который этим светофильтром пропускается.

Выбор светофильтра для проведения количественного исследования производят согласно следующим принципам: 1) для окрашенного раствора выбирается тот светофильтр, цвет которого является дополнительным к цвету испытуемого раствора; 2) если известна спектральная область поглощения испытуемого раствора, то следует использовать светофильтр с максимумом пропускания, близким к максимуму поглощения раствора. Такой подбор светофильтра позволяет получить наилучшую избирательность и чувствительность, а вместе с тем и большую точность (таб. 6).

Фотоколориметр ФЭК-М снабжен тремя стеклянными светофильтрами: зеленым, синим, красным. Длина волны в максимуме пропускания соответственно составляет 530, 415 и 680 нм.

Фототрихроматический колориметр-нефелометр ФЭК-Н-57 применяется для измерения оптической плотности растворов в области спектра 360-650 нм. Прибор снабжен 11 светофильтрами. Из них три светофильтра (№ 9, 10 и 11) используются для нефелометрических измерений, остальные, кроме одного нейтрального, являются узкополосными с максимумами пропускания 360; 413; 453; 508; 536; 584; 610 и 656 нм.

Таблица 6 Выбор светофильтра в зависимости от цвета раствора

Длина волны максимума пропускания (нм)	Цвет светофильтра	Цвет раствора
400-440	фиолетовый	желто-зеленый
450-480	синий	желтый
490-510	зелено-синий	оранжевый
510-560	зеленый	красный
560-575	• желто-зеленый	фиолетовый
575-590	желтый	синий
590-625	оранжевый	зелено-синий
625-750	красный	сине-зеленый

Фотоэлектроколориметр - нефелометр ФЭК-56 предназначен для измерения оптической плотности или светопропускания рас

творов в диапазоне длин волн от 315 до 630 нм. Прибор снабжен узкополостными фильтрами пропускания 315; 364; 400; 434; 490; 540; 582; 620 и 630 нм.

Фотоэлектроколориметр ФЭК-60. Назначение прибора аналогично ФЭК-56. Прибор поставляется с 9 парами светофильтров с №1 по 9, однако по требованию заказчика могут поставляться еще 7 пар светофильтров. Все фильтры узкополостные, имеющие допуск на длину 364; 390; 450; 520; 590; 670; 750; 870; 980; 420; 480; 560; 620; 720; 800 и 930 нм. Две первые светофильтры стеклянные, остальные интерференционные (металло-стеклянные).

Для медицинских целей используются мП к ро кол ори метр фотоэлектрический МКМФ-1 и колориметр медицинский фотоэлектрический цифровой КМФЦ-2, обеспечивающие определение коэффициентов светопропускания (оптической плотности) окрашенных растворов в пробах объемом 0,07-0,5 мл и 2,0 мл (рис.67).

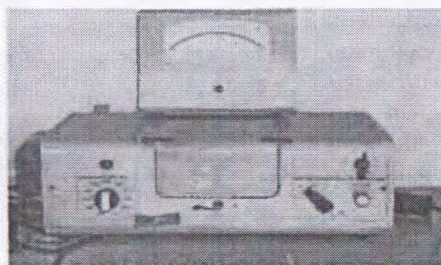


Рис.67 КМК-2, колориметр фотоэлектрический.

Большое распространение получили универсальные фотометрические установки. Эти установки состоят из универсального, базового измерительного прибора и присоединенных к нему функциональных приставок (преобразователей). Характерным представителем универсального фотометра является комплекс БИАИ (биоанализатор). Наибольшее распространение получили следующие приборы БИАИ: колориметр БИАИ-120, флюориметр БИАИ-130, пламенный фотометр БИАИ-140, денситометр БИАИ-170, анализатор ферментативной активности БИАИ-АФАФ-1.

Пламенные фотометры. Принцип их работы основан на измерении интенсивности спектрального излучения веществ, введенных в пламя газовой горелки. Для создания пламени чаще всего используют *пропан, бутан, ацетилен и природный газ*. Исследуемое вещество вводится в пламя горелки в виде аэрозолей.

При определении Са, Mg, Mn, Pb и других веществ используют пламя *ацетиленовых горелок*. Приборы оснащены устройствами дозирования и введения исследуемых растворов в пламя горелки, оптической системой, формирующей луч света, падающий на приемник, электронными блоками усиления сигнала, блоками индикации или регистрации, устройствами поджига горелки и т.д.

Усиление сигнала происходит либо при постоянном токе (ГФМ, ФП-101, ПАЖ-1), либо при переменном (СФП-Г, БИАН-140). В фотометре ФП-101 электрический сигнал формируется устройством таким образом, что его величина становится пропорциональной концентрации исследуемого вещества, и шкала прибора градуирована в единицах концентрации вещества.

Спектрометры. Для измерения оптических плотностей и коэффициентов пропускания образцов в монохроматическом свете, т.е. в очень узком интервале длин волн, применяются *спектрометры*. Спектрометрия широко применяется для изучения спектров поглощения различных веществ с целью изучения их химического строения, состава и для количественного определения веществ в раст. воре.

В практической деятельности лаборатории спектрометры чаще всего используются для количественного определения веществ по методам основанным на законах светопоглощения, которые являются общими для фотокolorиметрических и спектрометрических измерений.

Спектрометрические методы позволяют вести измерения в узкой области спектра - в области максимального поглощения, что увеличивает чувствительность и повышает точность количественного определения. В результате использования монохроматического света зависимость поглощения света от концентрации является более пропорциональной (прямолинейной).

Спектрометры широко применяются в биологических исследованиях. Они используются для количественного определения самых разнообразных биологических соединений: ферментов, витаминов, гормонов, белков и других азотистых соединений, нуклеиновых кислот, углеводов, спиртов, альдегидов, фенолов, кетонов, органических кислот, липидов, пигментов, ряда неорганических веществ (натрия, калия, кальция, железа, цинка, хлора, серы) и др.

В основе спектрометрии лежит регистрация степени ослабления монохроматического пучка света при его прохождении через вещество (закон Бугера-Ламберта-Бера).

Количественный анализ пробы, содержащей одно вещество, включает следующие операции:

2.9. Регистрация полного спектра поглощения вещества, выбор аналитической длины волны;

2.10. Приготовление 6-7 эталонных (стандартных) растворов, охватывающих весь ожидаемый диапазон концентрации определяемого вещества в анализируемых растворах и измерение оптической плотности этих растворов при аналитической длине волны.

Спектрометрия проводится в инфракрасной (ИФ), ультрафиолетовой (УФ) и видимой областях спектра.

Атомарные спектры поглощения изучают с помощью *пламенных спектрометров*. Атомно-абсорбционные методы дают возможность определения практически всех элементов периодической системы и отличаются высокой избирательностью (до 10^{14} г).

Основными узлами спектрометров обычно являются: 1. Источник излучения; 2. Монохроматор, предназначенный для выделения из спектра излучения источника узких спектральных интервалов; 3. Приемник излучения; 4. Отсчетные устройства.

Спектрометры подразделяются на *однолучевые* и *двухлучевые, нерегистрирующие* и *регистрирующие*. Источником света обычно служит водородная лампа (для работы в области спектра 200-320 нм) или лампа накаливания (320-1100 нм). Луч света через систему зеркал попадает на диспергирующую призму, которая разлагает его, образуя спектр. Вращая призму, можно получить на выходе монохроматора свет волн различной длины, затем лучи проходят эталон (образец) и попадают на регистратор светочувствительный слой фотоэлемента. Оценка производится либо с помощью калибровочного графика, либо на основе построения функциональной зависимости между величинами оптической плотности и длины волны.

К *однолучевым регистрирующим* спектрометрам относятся спектрофотометры СФ-4, СФ-4А, СФД-2, СФ-16 и СФ-26.

В *двухлучевых регистрирующих* спектрометрах поток от источника излучения разделяется на два пучка - основной и пучок сравнения (эталонный). В основной пучок устанавливается исследуемый образец, а в пучок сравнения - эталон.

К регистрирующим спектрофотометрам относятся приборы видимого диапазона спектра СФ-8, СФ-10, СФ-14, СФ-18 и инфракрасные спектрометры однолучевые ИКС-12, ИКС-21, а также двухлучевые ИКС-14, ИКС-22, ИКС-29, ИКС-31. Инфракрасные спектрометры со сменными призмами позволяют измерять коэффициент пропускания веществ в области спектра 1-25 мкм и дальше. Они обеспечивают автоматическую запись спектра с высокой точностью и разрешающей силой. Однако при исследовании биологических объектов инфракрасные спектрометры применяются ограниченно из-за сильного поглощения ИК-излучения водой, являющейся основным компонентом живой ткани.

Атомно-абсорбционные спектрофотометры. Принцип их работы основан на измерении величины спектрального поглощения атомами и молекулами исследуемого вещества, находящегося в плазменном состоянии.

В работе приборов используется явление *атомной абсорбции* определенной длины излучения, проходящего через так называемый *атомный пар*. Для его получения применяют *атомизаторы* - устройства, передающие исследуемому веществу порцию энергии, например тепловой, которой достаточно для *эмиссии атомов*. вследствие чего и образуется *атомный пар*.

Анализаторы имеют горелки (газовые, твердые электрические, нагреватели). Источником излучения света является специальная лампа с полым катодом, выполненная из того же металла, для анализа которого она предназначена. При работе лампа испускает линейчатый спектр, характерный для данного металла. Приборы чрезвычайно чувствительны, но дороги и малодоступны для широкого применения.

Люминогрические анализаторы (флюориметры) позволяют определять концентрации веществ по относительной величине возбуждаемого в них свечения. Опыт показал, что почти все молекулы способны либо флюоресцировать сами, либо превращаться во флюоресцирующие соединения после соответствующей химической обработки.

Флюориметрическими методами могут быть исследованы аминокислоты, амины и продукты их обмена, белки, витамины, коферменты и продукты их обмена, ферменты, стероиды, лекарственные и токсические (канцерогены) вещества, а также вещества загрязняющие воздух и воду, неорганические вещества, микроэлементы.

Особое место в люминесцентном анализе занимает метод *флюоресцирующих антител*. Он позволяет решать практически и научные задачи микробиологии и иммунологии при изучении веществ, обладающих антигенными свойствами. Метод основан на том факте, что антитело может присоединять к себе флюоресцирующие красители, не утрачивая своей иммунологической активности и способности соединяться с антигеном.

При наблюдении под люминесцентным микроскопом комплекс *антиген-антитело* обнаруживается по специфической *флюоресценции*. Сущность явления люминесценции заключается в следующем. Многие вещества, нагретые до определенной температуры, излучают свет. *Люминесценция* - особый вид свечения вещества, которое за редким исключением не сопровождается повышением его температуры.

Существует несколько видов люминесценции, классифицируемых в зависимости от метода возбуждения молекул вещества.

Фотолюминесценция - свечение вещества, вызываемое лучистой энергией, падающей на люминесцирующее тело.

Хемилюминесценция - свечение, вызываемое энергией, образующейся при химической реакции.

Электрoлюминесценция - возникает под действием электрического разряда. Чаще всего наблюдается при прохождении электрического тока через разреженный газ.

Рентгенолюминесценция - свечение возникающее под действием рентгеновых лучей.

Катодолюминесценция - свечение вещества, находящегося под воздействием потока электронов.

Триболюминесценция - люминесценция, вызываемая трением.

Люминесценцию разделяют еще по длительности свечения - на **флюоресценцию** и **фосфоресценцию**.

Флюоресценция - это свечение, возникающее мгновенно, в момент возбуждения молекул вещества. С удалением источника возбуждения свечение прекращается.

Фосфоресценция - длительное свечение тел, аккумулирующих энергию и испускающих свечение длительное время и после удаления источника возбуждения.

Физический смысл явления флюоресценции состоит в том, что при поглощении ультрафиолетовой лучистой энергии молекулы вещества переходят в возбужденное состояние, при котором электроны находятся на более высоких энергетических уровнях. Возбужденная молекула не может долго сохранять излишек энергии и возвращается в нормальное состояние путем излучения излишка энергии в виде преобразованной лучистой энергии-флюоресценции.

В лабораториях распространены лабораторный флюориметр - ЭФ-3М, предназначенный для количественного анализа витаминов и других флюориметрических веществ в растворах. Флюориметр БИАН-130 предназначен для анализа адреналина, витамина В₂ в растворах, флюориметр ФБ-1 предназначен для измерения бактериальных тел в вакцинах и диагностикумах.

Рефрактометры. *Рефрактометрия* - совокупность оптических методов анализа веществ, основанных на измерении показателей преломления света в исследуемой среде. Благодаря высокой точности, скорости и простоте измерений методы рефрактометрии нашли широкое применение в биологии.

Методами *рефрактометрии* определяют содержание белков в сыворотке крови, гемоглобина в эритроцитах, нсбелковых тел. Рефрактометры используют для определения чистоты препаратов, анализа раст воров. По показателю преломления определяют влажность рцншчнмх пищевых продуктов, содержание белков в молоке и мо

лочных продуктах, семенах масличных растений, жмыхах, шротах и т.д.

Промышленность России выпускает различные рефрактометры, в т.ч. рефрактометр лабораторный универсальный (РЛ1У), рефрактометр лабораторный, рефрактометры - ИРФ-22, ИРФ-23 и др. (рис. 68).



Рис.68 Рефрактометр УРЛ модель-1.

Поляризаторы. Поляризованный свет отличается от обычного тем, что он колеблется только в одной плоскости, в то время как обычный свет колеблется во всех плоскостях пространства.

Поляризованный свет можно получить, если пропустить луч обычного света через призму Николя, кристаллическая решетка которой задерживает колебания света во всех плоскостях, кроме одной, через которую он проникает на другую сторону кристалла в виде поляризованного света. Призму Николя, служащую для получения поляризованного света, называют *поляризатором*.

Если на пути поляризованного света поставить вторую призму Николя, плоскость поляризации которой совпадает с первой призмой, то поляризованный свет свободно пройдет через вторую призму и осветит пространство позади нее. В случае смещения второй призмы так, что нарушится параллельность плоскостей поляризации, поляризованный свет не сможет полностью пройти через вторую призму и пространство позади нее будет частично или полностью затемнено (в зависимости от степени смещения). Вторую призму, находящуюся на пути поляризованного света, называют *анализатором*.

Если между поляризатором и анализатором, установленными так, что поляризованный свет проходит через анализатор, поместить слой жидкости, не содержащей оптически активных веществ, например, дистиллированную воду, то плоскость колебания поляризованного света не отклонится, и луч пройдет через анализатор так же, как в случае, когда слой жидкости отсутствовал.

Плоскость поляризованного света сдвинется на определенную величину, если при первоначальном положении обеих призм между ними поместить слой жидкости, содержащей оптически активное вещество, например глюкозу. В данном конкретном случае сдвиг произойдет на угол, и свет не сможет пройти через анализатор.

Для того, чтобы свет прошел через анализатор, последний необходимо повернуть на тот же угол так, чтобы плоскость поляризованного света снова совпадала с плоскостью анализатора. Поставив перед анализатором градуированную в градусах шкалу, можно измерить угол отклонения, а вместе с тем и угол вращения плоскости поляризованного света.

При вращении анализатора в поляристорах - П-1818, 1817 и СМ две наружные части поля освещаются или затемняются, в зависимости от угла поворота, а средняя часть поля меняет освещенность в обратном порядке. Показания с оптической шкалы регистрируются при положении, когда средняя часть поля одинаково затемняется с крайним, а границы полей исчезают.

Газожидкостные хроматографы. Газожидкостная хроматография, как и газоадсорбционная, вариант газовой хроматографии - метода разделения летучих веществ, основанного на способности веществ по-разному распределяться между подвижной и неподвижной фазами.

В газовой хроматографии *подвижной фазой является газ, неподвижной - жидкость или твердое тело с адсорбционными свойствами.* Газожидкостная хроматография основана на использовании в качестве подвижной фазы газа, а неподвижной - жидкости.

При *газоадсорбционной хроматографии* в качестве неподвижной фазы применяют твердые тела.

Газожидкостную или распределительную хроматографию рекомендуют как высокочувствительный метод при разделении липидов, в том числе жирных кислот, глицеридов и различных липидов стероидной природы. В сочетании с другими методами (спектрометрией, ультрацентрифугированием и т.д.) газожидкостная хроматография даст возможность широкого спектра биохимических веществ при хроматографическом анализе, что производится на приборе называемом газовым хроматографом, схема которого приведена ниже (рис.69).

Колонку (4) заполняют инертным носителем - измельченным твердым веществом, на который нанесен тонкий слой нелетучей жидкости (жидкая фаза). Смесь, подлежащую хроматографическому разделению (2), вводят в камеру (3), которая находится в начале колонки; здесь смесь быстро испаряется и потоком газоносителя (1) вносится в колонку. При прохождении через колонку компоненты анализируемой смеси распределяются между подвижной и неподвижной фазами в соответствии с их коэффициентами распределения и удерживаются неподвижной жидкой фазой, вследствие чего образуются отдельные зоны веществ в газе-носителе. Зоны последовательно выносятся газом-носителем из колонки и попадают в детектирующее устройство (5), которое тем или иным способом сигнализирует о выходе компонента. Сигнал может быть зарегистрирован самописцем (7). Записанные сигналы детектора называются хроматограммой и имеют вид аperiодической кривой с пиками разной высоты и длительности. Каждый пик характеризует прохождение одного компонента смеси. Время от внесения до выхода ее называется *временем удержания* и зависит от ряда причин, в том числе от температуры, поэтому колонка помещается в термостат (6, рис.69).

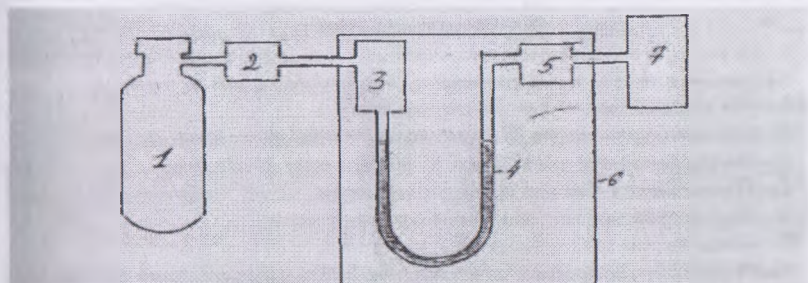
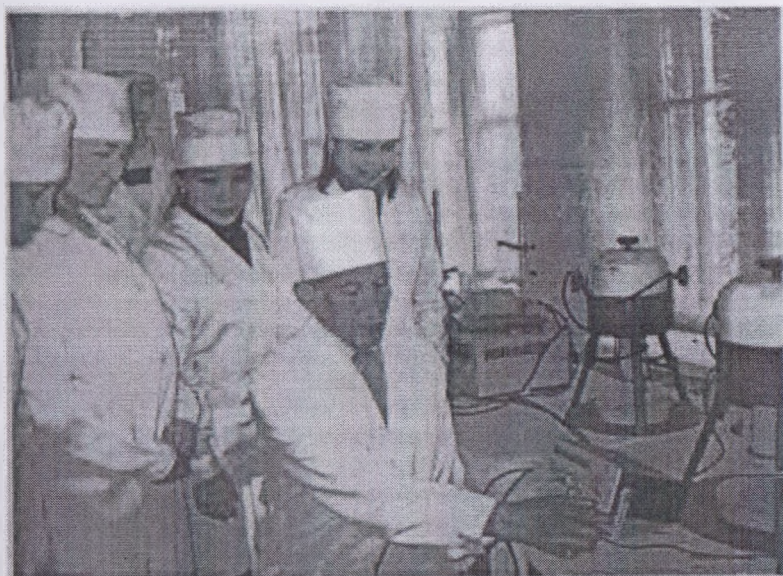


Рис.69 Схема газового хроматографа, где: 1-газоноситель; 2-смесь; 3-камера; 4-колодка с инертным наполнителем; 5-детектирующее устройство; 6-термостат; 7-самописец.



Доцент Махышев Т.А. демонстрирует современные радиометрические приборы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите направления исследований в биологии, при которых используется специальная лабораторная техника?
2. Что такое автоклав (паровой стерилизатор) и для чего он применяется?
3. Для чего используются Биостенд, АНКУМ-1 и др. установки?
4. Что Вы понимаете под приборами Ферментеры, «New Brunswick» (многодисковое устройство), и для чего они предназначены?
5. Охарактеризуйте питательные среды?
6. Какие группы питательных сред в зависимости от консистенции Вы знаете?
7. По характеру ингредиентов какие виды питательных сред могли бы назвать?
8. По назначению какие питательные среды Вы знаете?
9. Назовите основные виды аппаратуры и устройств, применяемых для гистологических исследований?
10. Что такое «Микрогом», какие типы и для чего они используются?
11. Гомогенизаторы и для чего они применяются?
12. Назовите основные типы *встряхивателей* и *перемешивателей*, для чего они используются?
13. Что такое гематология?
14. Назовите приборы, используемые в гематологии?
15. Перечислите основных представителей автоматических анализаторов?
16. Для каких целей применяется кондуктометрический цитометр?
17. Что такое физико-химический метод анализа?
18. Что такое анализаторы?
19. Что такое абсорбциометры, перечислите приборы относящиеся к ним?
20. Что такое нефелометры и турбидиметры?
21. Укажите представителей фотометрических приборов?
22. Лазеры (оптические квантовые генераторы) и для чего они используются?
23. Назовите типы фотоэлектроколориметров?
24. Для чего применяются стабилизаторы?
25. Пламенные фотометры, принцип их работы?
26. Какие светофильтры Вы знаете?
27. Спектрометры и для чего они применяются?
28. Атомно-абсорбционные спектрофотометры, принцип их работы?
29. Для каких целей используются люминометрические анализаторы (флюориметры)?
30. Что такое люминесценция, ее виды?
31. Рефрактометры, какие виды (марки) и для чего они используются?
32. Поляриметры, для чего они применяются?
33. Газожидкостные хроматографы, принцип их работы и для чего они используются?

Глава 5 ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ

5.1 Химические реактивы

Реактивы химические - вещества, используемые в лабораторной практике для осуществления различных химических реакций.

В ветеринарии химические реактивы используются для аналитических и диагностических целей в клинических, ветеринарно-санитарных, гигиенических, экспертных, биохимических и др. лабораторных исследованиях. Методы исследований, применяемые и разрабатываемые в биологической и клинической практике, требуют большого ассортимента химических реактивов, которые должны удовлетворять самым разнообразным требованиям.

Например, для клинических и биохимических исследований необходимы мышечные субстраты для ферментов, сами ферменты, реагенты на специфические группы (SH, NH₂, COOH - группы и др.) и т.п. Для проведения неорганических и органических синтезов, а также при качественном и количественном анализе, в т.ч. при ветеринарно-санитарном контроле в различных производствах, анализе лекарственных средств, при проведении ветеринарных, санитарно-гигиенических анализов пищевых продуктов, воздуха, воды и т.д., используют большое число самых разнообразных химических реактивов высокой степени очистки.

И в большинстве случаев химические реактивы являются индивидуальными веществами, однако довольно часто они имеют сложный состав. Общепринятой классификации химических реактивов не существует, чаще всего их делят на аналитические химические реактивы и все прочее.

Аналитические химические реактивы подразделяют на типовые группы:

1. *Растворяющие* - кислоты и их смеси, щелочи, комплексообразующие вещества, органические растворители и др.

2. *Разделяющие* - групповые или специфические осадители, экстрагирующие, комплексообразующие вещества и др.

3. *Диагностирующие* (специфические) - образующие осадки или окрашенные продукты с анализируемым веществом или *ионом*, а также химические реактивы для приготовления титрованных растворов.

4. *Вспомогательного действия*, применяемые для создания благоприятных условий проведения нужной химической реакции - индикаторы, окислители, восстановители, используемые для перевода элементов в иное валентное состояние, вещества для приготовления буферных смесей и

Ценность и практическое значение аналитических химических реактивов зависят главным образом от их *Чувствительности* и *специфичности*. Чувствительность химических реактивов определяется *чувствительностью* аналитической реакции, т.е. наименьшим количеством или наименьшей концентрацией того вещества (иона), которое может быть обнаружено при помощи данного реактива. Химические реактивы, служащие для обнаружения данного вещества (иона) в присутствии других веществ, называют *специфическими*, однако, строго специфических химических реактивов очень мало, так как почти всегда специфические реактивы обнаруживают способность реагировать с несколькими ионами.

Одним из основных требований, предъявляемых к химическим реактивам, является их *чистота*. Предельное содержание примесей в химических реактивах строго регламентировано техническими требованиями, обусловленными ГОСТом или Техническими Условиями (ТУ).

В зависимости от содержания основного вещества и допустимых примесей для химических реактивов установлены следующие квалификации "химический чистый" ("ХЧ"), "чистый для анализа" ("ЧДА") и "чистейший" ("Ч"). Содержание основного вещества в реактивах квалификации "ХЧ" должно быть более 99 %, "ЧДА" - не менее 99 % и "Ч" - не менее 98

Реактивы "ХЧ" содержат наименьшее количество примесей (0,001-0,00001 %). Повышенные требования к чистоте химических соединений, возникающие с развитием некоторых новых областей науки и техники (радиоэлектроники, производство полупроводников, анализ

микроэлементов и др.) обусловили появление производства так называемых высокочистых веществ, для которых установлены две квалификации "Эталонно чистый" ("ВЭЧ") и "Особо чистый" ("ОСЧ").

Высокочистым веществам присваиваются соответствующие марки, которые обозначаются определенными символами и числом, указывающим на общее содержание допустимых примесей, а после него - числа лимитируемых примесей и максимально допустимое суммарное содержание этих примесей. Кроме того, выпускается большое количество химических реактивов требуемой чистоты и их наборов для конкретных областей применения - индикаторы, наборы для ультрафильтрации, электрофореза, хроматографии, ионообменные смолы, различные виды полимеров и т.д.

В исследовательских и клинических лабораториях широко используют химические реактивы, меченные различными изотопами C^{14} , H^3 , P^{32} и др. Промышленность многих стран выпускают специальные наборы химических реактивов для качественного и количественного определений компонентов биологических жидкостей животных различными способами, в т.ч. с помощью автоанализаторов.

Многие химические реактивы со временем могут изменять свои свойства в результате разложения, увлажнения, окисления и т.п. С целью предотвращения подобных явлений для большинства химических реактивов необходимы определенные условия хранения, низкая температура, тщательно укуренная посуда из темного стекла, хранение в эксикаторах над влагопоглотителями и т.д.

Как правило, химические реактивы меченные изотопами хранят при мин низкой температуре ($-20^{\circ}C$), при их использовании необходимо учитывать время полураспада каждого конкретного радиоизотопа. *Сильнодействующие, взрывоопасные или легковоспламеняющиеся* химические реактивы требуют особых условий хранения.

Научным центром по разработке методики приготовления и использования химических реактивов по СНГ является всесоюзный НИИ химреактивов и особо чистых химических веществ в г.Москве.

5.2. Техника обращения с реактивами

Работающие в лаборатории должны знать основные свойства применяемых ими реактивов, особенно степень их ядовитости и способность к образованию взрывоопасных и огнеопасных смесей с другими реактивами.

Наиболее употребительные реактивы; расход которых может быть значительным, покупаются в крупной расфасовке, в банках или бугылях, содержащих иногда по несколько килограммов вещества.

Мало употребительные и редкие реактивы обычно имеют мелкую расфасовку от 10 до 1г и даже меньше. Наиболее дорогие и редкие реактивы, как правило, хранят отдельно в особых условиях согласно инструкции их хранения и применения.

С целью экономии реактивов (особенно наиболее ценных и дефицитных) готовить растворы нужно в таком количестве, какое необходимо для работы. Приготовление избытка растворов - бесполезная трата реактивов. Раствор, стоящий без употребления обычно портится, кроме того, бутылки, содержащие, ценные растворы, загромождают лабораторию. Твердые реактивы при хранении в банках могут слежаться в плотные комки, которые трудно извлекать. Поэтому, прежде чем брать твердый реактив из банки, нужно (при закрытой пробке) потрясти банку, ударяя ее, например, ладонью по бокам. Если слежавшийся реактив при этом, не рассыпается, тогда, открыв пробку, верхний слой разрыхляют при помощи чистого рогового или фарфорового шпателя или стеклянной палочки. *Металлический шпатель* применять для этой цели не рекомендуется.

Перед взятием реактива из банки нужно осмотреть ее горло и удалить с него все, что может попасть в пересыпаемое вещество и загрязнить его (пыль, парафин, всякие замазки и др.). Очень удобно брать реактивы из банки при помощи фарфоровой ложки, фарфорового шпателя или пересыпать их через воронку для порошков.

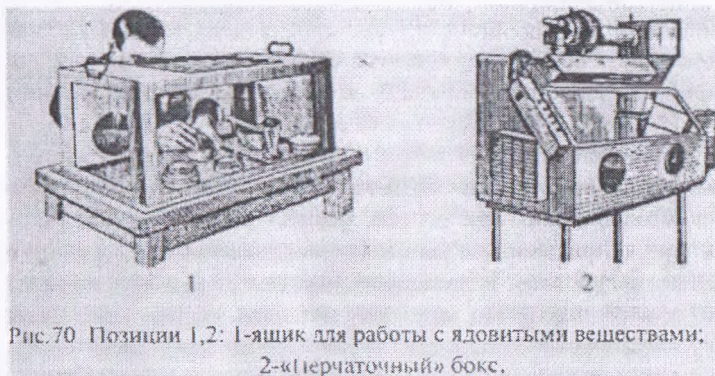
Воронки для порошков бывают нескольких размеров с диаметром широкой части от 50 до 200мм конца от 20 до 38мм, при высоте от 55 до 180мм.

Просыпавшийся на стол реактив (неизбежно при этом загрязняющийся) *нельзя* высыпать обратно в ту же банку, где он хранится.

Работа о сохранении чистоты реактивов - самое главное правило при работе с ними. Если в банке остается очень мало реактива, остатки следует пересыпать в более мелкую тару - это освободит место в шкафу и сократит потери при взятии реактива.

Необходимо следить, чтобы на всех банках с реактивами обязательно были этикетки с обозначением, что находится в банке или надписи, сделанные восковым карандашом для стекла. Место, на котором будет надпись, нужно слегка подогреть хотя бы ладонью руки. По нагретому месту восковый карандаш пишет легче, и надпись получается заметнее. Если на банке с реактивом нет этикетки или надписи, такой реактив применять нельзя, иначе ошибки из-за путаницы назначения реактива могут привести к серьезным, не желательным последствиям. Особую осторожность нужно проявлять при обращении с ядовитыми веществами (рис. 70, позиции 1,2).

Хранение, учет и расходование ядовитых и сильно действующих веществ проводятся согласно официально утвержденной инструкции. Для этого в лаборатории выделяется ответственное лицо, обязанное хранить и вести учет ядовитых веществ согласно инструкции, на его же обязанности лежит ознакомление работающих с правилами обращения с ядовитыми веществами. При неправильном хранении жидких ядовитых веществ, пары их могут загрязнять воздух в помещении и вызвать отравление работающих.



Посуду из-под ядовитых веществ нельзя отдавать на мойку, а следует мыть самому или компетентному лицу, отдельно. Перед тем как насыпать реактив в банку, ее нужно хорошо вымыть и высушить, предварительно подобрать к ней пробку. При взвешивании

сухих реактивов нельзя насыпать их прямо на чашку весов, так как при этом возможна порча весов.

При хранении гигроскопических веществ или таких, которые могут изменяться при соприкосновении с воздухом и влагой, банки, где они содержатся, должны быть герметизированы, для чего пробки их заливают парафином, менделеевской замазкой или сургучом. При обращении с реактивами, хранящимися стеклянной таре большой емкости, требуется особая осторожность, так как эту тару очень легко разбить.

Некоторые реактивы хранятся и продаются в запаянных ампулах разного размера. Такую ампулу вскрывают следующим образом. На расстоянии 1см от конца оттянутой части ампулы очень осторожно делают царапину-надрез напильником или специальным ножом. Полезно место надреза предварительно смочить водой. Когда надрез сделан, обтирают оттянутый конец ампулы чистой ватой и, держа ампулу левой рукой, правой рукой отламывают надрезанную часть быстрым рывком. Если оттянутый конец имеет сравнительно толстые стенки, к царапине нужно прикоснуться раскаленным докрасна концом оттянутой стеклянной палочки или же раскаленной железной проволокой.

Обращаться с ампулами следует очень осторожно, их лучше всего хранить в картонных коробках завернутыми в гофрированный картон или же завернутыми каким-либо мягким материалом!

Реактивы, изменяющиеся под действием света, хранят в желтых или темных склянках, иногда вставленных в картонную коробку, а некоторые реактивы, которые нельзя хранить в стеклянной таре помещают в тару из материалов устойчивых к действию данного реактива! Например, раствор *фтористоводородной кислоты* хранят в сосудах из чистого *парафина*, *церешина*, *эбонита* или *полиэтилена*.

Иногда парафином покрывают внутреннюю поверхность стеклянных бутылей и склянок. Так, например, пергидроль (30 % раствор перекиси водорода) и растворы щелочей лучше всего хранить именно в таких бутылках.

Некоторые реактивы при продолжительном хранении изменяются или даже разлагаются, например, анилин при хранении желтеет. Такие реактивы перед употреблением следует очистить перегонкой (рис.71, позиции а, б) или фильтрованием через адсорбенты (активированный

уголь, силикагель, отбеливающие земли и др.) или другими приемами, в зависимости от свойств вещества.

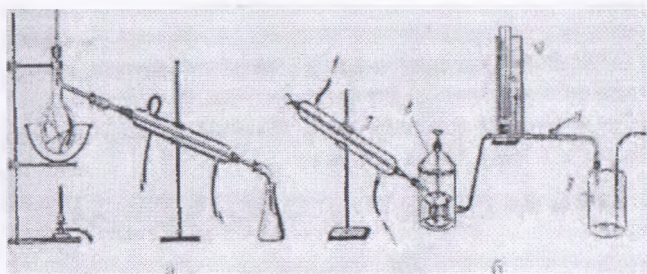


Рис. 71 Позиции а, б | Приборы для перегонки: а - при обыкновенном давлении; б - под вакуумом (1 - колба Клайзена или Арбузова; 2, 4, 6 - пробки; 3 - капилляр; 5 - термометр; 7 - олодильник; 8 - приемник; 9 - предохранительная склянка; 10 - манометр; 11 - трехходовой кран).

Другие виды реактивов обладают способностью самовоспламеняться, к ним относятся белый или желтый фосфор, пирофорные металлы, металлоорганические соединения (этилат алюминия). К огнеопасным реактивам, хранение которых требуют особых условий, относятся *эфир* (диэтиловый, амиловый и др.), *спирты* (метилловый, этиловый, бутиловый и др.), *углеводороды* (бензин, газолин, петролейный эфир, керосин и др.), *ароматические соединения* (бензол, ксилол, толуол), *сероуглерод*, *ацетон* и др.

Нельзя совместно хранить реактивы, способные при взаимодействии взгораться или выделять большое количество тепла. Например, металлический натрий, калий и литий, а также перекись натрия и белый фосфор нельзя хранить с огнеопасными веществами: металлический натрий, калий, литий и кальций, а также фосфор с элементами - бромом и йодом. Бертолетову соль, марганцовокислый калий, перекись натрия, перекись водорода; концентрированные кислоты и другие *окислители* нельзя хранить вместе с *восстановителями* - углем, серой, крахмалом, фосфором и др.

Самовоспламеняющиеся и огнеопасные вещества следует хранить только в соответствующей таре. Совершенно недопустимо смешивать и растирать Бертолетову соль, марганцовокислый калий, перекись натрия и другие окислители с органическими веществами. Очень осторожно следует обращаться с хлорной кислотой, так как пары ее взрываются при соприкосновении с органическими веществами и легко окисляющимися соединениями, например, с солями трехвалентной сурьмы и др. Соли хлорной кислоты, также, способны взрываться иногда даже без видимой причины. Все эти вещества требуют особых условий хранения. В лаборатории не должно быть большого запаса таких веществ.

5.3 Технология и порядок приготовления растворов 5.3.1 Понятия о растворах

В лабораториях чаще всего готовят растворы твердых веществ поэтому остановимся более подробно именно на них.

Если взять одинаковые объемы воды и попробовать растворять в них разные соли, например сернокислый барий, квасцы и хлористый кальций, то сразу бросится в глаза, что сернокислый барий совсем мало переходит в раствор, квасцы растворяются лучше, а хлористый кальций — очень хорошо. Кроме того, можно заметить, что после прибавления к воде некоторого определенного количества соли она уже больше не растворяется, сколько бы ее ни перемешивали.

Таким образом, количество твердого вещества, которое можно растворить в данном количестве воды, имеет предел, зависящий от свойств взятых веществ и от тех условий, в которых происходит растворение. Когда этот предел достигнут, получается *насыщенный раствор*. Концентрация насыщенного раствора называется *растворимостью*.

Следовательно, насыщение раствора каким-либо веществом зависит от его растворимости в данном растворителе при данных условиях. Таким образом, совершенно необязательно, чтобы концентрация насыщенного раствора была бы высокой. Например, растворимость сернокислого кальция (CaSO_4) составляет при комнатной температуре 0,77 г/л. При таком содержании соли раствор будет уже насыщенным.

Во многих случаях *растворимость твердого вещества* можно повысить, если

няются этому правилу. Растворимость их или повышается с повышением температуры или повышается только до определенной температуры, выше которой растворимость уменьшается. Если растворять углекислый натрий, то количество его (пересчитанное на безводную соль, т.е. на Na_2CO_3), приходящееся на 100г. воды в насыщенных растворах при разных температурах, будет следующее:

Температура, °С...	10	20	30	31,9	35,2	40	50	60
Углекислый натрий, г...	12,6	21,4	40,8	46,0	51,0	49,7	47,5	46,5

Как видно, самое большое количество безводного углекислого натрия можно растворить только при 35,2 °С (51,0 г.).

Каждой температуре соответствует определенная растворимость данного вещества. Если охладить насыщенный раствор вещества, растворимость которого с температурой повышается, то растворенное вещество выпадает в осадок в таком количестве, что раствор остается насыщенным при той температуре, до которой он охлажден. Однако в некоторых случаях при медленном охлаждении растворенное вещество не выделяется. Тогда говорят, что раствор пересыщен. Но это очень неустойчивое состояние раствора; достаточно какому-нибудь кристаллику или пылинке попасть в раствор, чтобы избыток соли выпал в осадок.

Плотность раствора отличается от плотности растворителя. «Чистый» раствор кипит при более высокой температуре, чем растворитель. Последним свойством пользуются, применяя солевые бани. Температура замерзания раствора, наоборот, ниже, чем у растворителя.

Большие трудности встречаются при растворении смолистых веществ, так как их размельчить в порошок нельзя. Такие вещества полезно разрезать (если это возможно) на небольшие куски и постепенно вводить в растворитель.

Растворимость газов. Почти все газообразные вещества способны в той или иной мере растворяться в воде или органических растворителях. Некоторые из них, например NH_3 , HCl , жадно поглощаются водой. Другие же газы (кислород, водород и др.) обладают меньшей или незначительной растворимостью в воде, причем она зависит от температуры воды и внешнего давления. Чем выше пар-

циальное давление газа, тем больше он растворяется в воде, и чем выше температура воды, тем меньше растворимость газов. Поэтому воду для удаления растворенных в ней *газов кипятят*.

При взаимном растворении жидкостей различают три случая взаимодействия:

2.11. Жидкости практически *не растворяются* одна в другой, например вода и масло; при смешивании их они всегда отделяются друг от друга;

2.12. Жидкости *растворяются* одна в другой только в *определенных количествах*. Например, если смешать воду и эфир, то после взбалтывания и отстаивания раствор разделится на два слоя. Верхний слой представляет раствор воды в эфире, нижний — раствор эфира в воде, причем при определенной температуре концентрации обоих насыщенных растворов всегда имеют определенные значения. Так, при 20°C в 100 объемах воды растворяется 8,11 объема эфира, а в 100 объемах эфира растворяется 2,93 объема воды;

2.13. Жидкости *растворяются* одна в другой в *неограниченном количестве*. Например, вода и спирт растворяются друг в друге в любом количестве. Так же ведут себя многие кислоты и вода.

При *растворении жидкостей*, как и при растворении твердых тел, наблюдается или выделение тепла или его поглощение.

Следует также отметить, что иногда при смешении жидкостей происходит уменьшение объема; если, например, взять 50 объемов воды и 50 объемов спирта, то получится не 100 объемов смеси, а только 96,3 (так называемое явление *контракции*).

5.3.2 Классификация и концентрации растворов 1

Классификация растворов

По характеру взятого растворителя различают растворы: водные и неводные. К последним принадлежат растворы в органических растворителях, как спирты, эфиры, ацетон, бензол и др. Растворы большинства солей, щелочей и кислот готовятся главным образом водные.

По точности выражения концентрации растворы делят на *приблизительные, точные и эмпирические*.

Заметно различаются процессы *растворения твердых веществ, жидкостей и газов.*

2 Концентрации растворов

Концентрации растворов обычно выражают в массовых (весовых) и объемных (для жидкостей) *процентах, в молях или грамм-эквивалентах*, содержащихся в единице объема раствора, а также *титром и молярностью* (молон – моль/кг).

Концентрации приблизительных растворов большей частью выражают в *массовых процентах*; точные — в *молях, в грамм-эквивалентах*, содержащихся в 1л раствора, или *титром*.

При выражении концентрации в *массовых процентах* указывают содержание растворенного вещества (в граммах) в 100г раствора (но не в 100мл раствора)

Так, если говорят, например, что взят 10%-ный раствор поваренной соли (NaCl), это значит, что в 100г раствора (а не в 100мл его) содержится 10г поваренной соли и 90г воды.

Если известна плотность раствора, то, как указывалось выше, удобнее брать его по объему, а не по массе, причем для вычисления нужного объема можно пользоваться формулой:

$$\text{В данном случае получаем объем, равный: } v = \frac{20}{1,203} = 16,6\text{мл.}$$

Это относится преимущественно к концентрированным растворам; в случае же разбавленных (меньше 1%) получающаяся ошибка незначительна и ею можно пренебречь.

Концентрация раствора, выраженная в *молях*, содержащихся в 1л раствора (но не в 1л *растворителя*) называется *молярностью*. Раствор, содержащий в 1л 1 моль растворенного вещества, называется *одномолярным* или просто *молярным*. *Молем* (грамм-молекулой) какого-либо вещества называют молекулярную массу (молекулярный вес) его, выраженную в граммах; 0,001 моль называют *миллимолем*, этой величиной пользуются для выражения концентрации при некоторых исследованиях.

Пример. Моль серной кислоты равен 98,08г, поэтому молярный раствор ее должен содержать это количество в 1л раствора (но не в 1л воды).

Если концентрация выражена числом грамм-эквивалентов, содержащихся в 1 л раствора, то такое выражение концентрации называется *нормальностью*. Раствор, содержащий в 1 л один грамм-эквивалент вещества, называется *однонормальным* или часто просто *нормальным* (н.).

Грамм-эквивалентом вещества является такое количество его, выраженное в граммах, которое в данной реакции соединяется, вытесняет или эквивалентно 1,008 г водорода (т.е. 1 г-атом). Грамм-эквивалент одного и того же вещества может иметь различную величину в зависимости от той химической реакции, в которой это вещество участвует.

Грамм-эквивалент (E) в реакциях замещения вычисляют путем деления молекулярной массы на основность кислоты или полученной из нее соли, кислотность основания или при окислительно-восстановительных реакциях — на число переходящих электронов (n):

$$E = \frac{M}{N} \text{ — для реакции замещения и } E = \frac{M}{n} \text{ — для окислительно-восстановительных реакций, где:}$$

M — молекулярная масса;

n — число переходящих электронов;

N — основность кислоты или кислотность основания.

Ввиду того, что нормальные растворы для большинства аналитических целей и работ слишком концентрированы, обычно готовят более разбавленные растворы (0,5 н., 0,1 н. и т. д.). При записях нормальность обозначают русской буквой н. или латинской буквой N; перед буквенным обозначением ставят число, указывающее, какая часть грамм-эквивалента (или сколько грамм-эквивалентов) взята для приготовления 1 л раствора. Так, полунормальный раствор обозначается 0,5 н., децинормальный — 0,1 н. и т. д.

Титром называют содержание вещества в граммах в 1 мл раствора. Выражая концентрацию раствора при помощи титра, указывают число граммов вещества, содержащихся в 1 мл раствора. Пусть, например, в 1 л раствора содержится 5,843 г серной кислоты; тогда титр раствора будет равен: $T = \frac{5,843}{1000} = 0,005843 \text{ г/мл}$.

Моляльными называют растворы, приготовляемые растворением одного (или части) моля вещества в 1 кг растворителя. Например, для приготовления одномоляльного раствора NaCl растворяют 58,457 г этой соли в 1 кг воды, приведя массу воды в данных условиях к объему. Следует помнить, что при приготовлении моляльных растворов

расчет идет именно на 1 кг растворителя, а не раствора, как в случае концентрированных или нормальных растворов.

Объемные проценты для выражения концентрации применяют только при смешивании взаимно растворяющихся жидкостей.

Здесь указаны только основные, важнейшие приемы выражения концентраций. При специальных исследованиях могут применяться и другие единицы для выражения содержания вещества.

5.3.3 Техника приготовления растворов

Независимо от того, какие (по точности) готовят растворы, применять следует только чистые растворители. Если растворителем служит вода, то можно применять только дистиллированную или деминерализованную воду, а в отдельных случаях даже кипяченую или специально очищенную дистиллированную воду.

Предварительно подготавливают соответствующей емкости посуду, в которой будут готовить и хранить получаемый раствор. Посуда должна быть чистой. Если есть опасение, что раствор может взаимодействовать с материалом посуды, то посуду внутри следует покрыть церезином, парафином или другими химически стойкими веществами.

Пример Если нужно приготовить 1 л какого-то раствора, то для растворения следует взять посуду емкостью не больше 1,5 л. Если готовят 10 л раствора, то бутылка должна быть емкостью не больше 12—13 л.

Перед приготовлением растворов нужно подготовить по возможности два одинаковых сосуда: один — для растворения, а другой — для хранения раствора. Может случиться, что раствор нужно будет отфильтровать от какого-либо осадка или примесей, не растворившейся в данных условиях.

Для растворения следует применять по возможности чистые вещества. Готовящие растворы обязательно проверяют на содержание нужного вещества и, если это будет необходимо, *поправляют* растворы, т. е. добавляют в них недостающее количество вещества или воды.

Нужно принимать меры для защиты приготовленных растворов от попадания в них пыли или газов, с которыми могут реагировать некоторые растворы. Так, например, следует защищать от диоксида углерода, для этого бутылку со раствором соединяют хлоркальциевой трубкой, заполненной патронной целлюлозой или другим.

Важно помнить при приготовлении растворов, так и при их хранении бутылки или другая посуда обязательно должны быть закрыты предварительно подобранными пробками.

При особо точных и ответственных анализах следует обязательно принимать во внимание возможность выщелачивания стекла и применять, если это допустимо, кварцевую посуду или такую, стекло которой не содержало бы искомый элемент. Так, неизбежна ошибка при определении бора, цинка, алюминия, свинца и некоторых других элементов в посуде из стекла, содержащего эти элементы.

В некоторых случаях растворы следует хранить в атмосфере инертного газа, как азот, или в атмосфере двуокиси углерода. Для этого существуют специальные приспособления или особые бюретки, приспособленные для каждого случая специального титрования.

Для хранения растворов в атмосфере двуокиси углерода в бутылку с раствором вставляют на пробке прибор, изображенный на рис.72. В среднюю расширенную часть его насыпают куски мрамора среднего размера (как для аппарата Киппа), верхний шар заполняют стеклянным волокном. Через боковую воронку в прибор наливают раствор соляной кислоты, разбавленной 1:2. Если из бутылки через тубус выливать жидкость, то над уровнем жидкости создается вакуум, и раствор соляной кислоты перемещается в средний шар. В результате начинается реакция с мрамором и образовавшаяся двуокись углерода поступает в бутылку. Когда в бутылке создается небольшое давление, соляная кислота переместится в нижний шар и выделение газа прекратится.

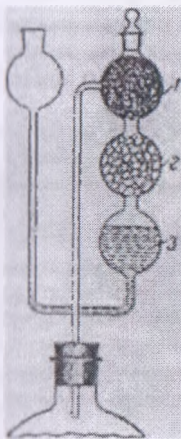


Рис. 72 Приспособление для хранения растворов в атмосфере двуокиси углерода: 1 — стеклянное волокно; 2 — мрамор, 3 — раствор соляной кислоты.

I Расчеты при приготовлении водных растворов

Как нами говорилось выше (стр.166) различают *приблизительные, точные и эмпирические* растворы.

Приблизительные растворы. При приготовлении приблизительных растворов количества веществ, которые должны быть взяты для этого, вычисляют с небольшой точностью. Атомные массы элементов для упрощения расчетов допускается брать округленными иногда до целых единиц. Так, для грубого подсчета атомную массу *железа* можно принять равной 56, вместо точной— 55,847, для *серы* — 32, вместо точной 32,064 и т. д.

Вещества для приготовления приблизительных растворов взвешивают на технохимических или технических весах.

Принципиально расчеты при приготовлении растворов совершенно одинаковы для всех веществ.

Количество приготовляемого раствора выражают или в единицах массы (г, кг), или в единицах объема (мл, л), причем для каждого из этих случаев вычисление количества растворяемого вещества проводят по-разному.

Пример. Требуется приготовить 2,0кг 20%-ного раствора хлористого натрия, предварительно вычисляем требуемое количество соли. Расчет проводят согласно пропорции:

$$\frac{100}{2000} = \frac{20}{x} \quad x = \frac{20 \cdot 2000}{100} = 400\text{г},$$

т.е. если в 100г раствора содержится 20г соли (20%), то сколько ее потребуется для приготовления 2000г раствора?

Расчет показывает, что нужно отвесить 400г соли, тогда воды нужно взять $2000 - 400 = 1600\text{г}$

Если же задано получить 2,0л того же раствора, то в этом случае по справочнику узнают его плотность, умножают последнюю на заданный объем и таким образом находят массу требуемого количества раствора. Так, плотность 20%-ного раствора хлористого натрия при 15°C равна 1,5787 г/см³. Соответственно, 2000 мл составляет: $2000 \cdot 1,5787 = 3157,4 \text{ г}$, т.е.

$$\frac{100}{3157,4} = \frac{20}{x} \quad x = \frac{20 \cdot 3157,4}{100} = 631,48\text{г}.$$

Как видим, количество вещества для приготовления 2,0кг и 2,0л раствора различно (400г и 631,48г).

Расчет, приведенный выше, применим только для приготовления растворов безводных веществ. Если взята водная соль, например $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, то расчет несколько видоизменяется, так как нужно принимать во внимание и кристаллизационную воду.

Пример. Необходимо приготовить 1,5 кг 10%-ного раствора Na_2SO_4 , исходя из $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Молекулярная масса Na_2SO_4 равна 142,041, а $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — 322,195, или округленно 322,20.

Расчет ведут вначале на безводную соль:

$$\begin{array}{l} 100 - 10 \\ 1500 - x \end{array} \quad x = \frac{10 \cdot 1500}{100} = 150\text{г.}$$

По результату, нужно взять 150 г безводной соли. Количество десятиводной соли находят из расчета:

$$\begin{array}{l} 142,04 - 322,2 \\ 150 - x \end{array} \quad x = \frac{150 \cdot 322,2}{142,04} = 340,26\text{г.}$$

Воды в этом случае нужно взять: $2000 - 340,26 = 1659,74\text{г.}$

Так как раствор не всегда готовят с пересчетом на безводную соль, то на этикетке, которую обязательно следует наклеивать на сосуд с раствором, нужно указать, из какой соли приготовлен раствор, например 10%-ный раствор Na_2SO_4 или 25%-ный $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Часто случается, что приготовленный ранее раствор нужно разбавить, т.е. уменьшить его концентрацию; растворы разбавляют или по объему, или по массе.

Пример. Нужно разбавить 30%-ный раствор сернокислого аммония так, чтобы получить 3 л 5%-ного раствора. Расчет ведем следующим образом.

По справочнику узнаем, что плотность 5%-ного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ равна 1,0287 г/см³. Следовательно, 3 л его должны весить $1,0287 \cdot 3000 = 3086,1\text{г.}$ В этом количестве должно находиться сернокислого аммония:

$$\begin{array}{l} 100 - 5 \\ 3086,1 - x \end{array} \quad x = \frac{5 \cdot 3086,1}{100} = 154,305\text{г}$$

Теперь можно подсчитать, сколько нужно взять 30%-ного раствора, чтобы получить 3 л 5%-ного раствора, для чего составляем пропорцию:

$$\begin{array}{l} 100 - 30 \\ x - 154,305 \end{array} \quad x = \frac{100 \cdot 154,305}{30} = 514,35\text{г}$$

Полученную массу раствора можно пересчитать на объем его. Для этого массу раствора делят на его плотность (плотность 30%-ного раствора равна

$$1,6723\text{г/см}^3), \text{ т.е. } \frac{514,35}{1,67235} = 307,56\text{мл} \approx 308,0\text{мл}$$

Учитывая, что при отмеривании могут произойти потери, нужно взять шпатель и внести их до 3л, т.е. добавить к ним $3000 - 308 = 2692$ мл воды.

При же разбавлении проводить по массе, расчет упрощается. Но вообще разбавление проводят из расчета на объем, так как жидкости, особенно в больших количествах, легче отмерить по объему, чем взвесить.

Следует помнить, что при всякой работе, как с растворением, так и с разбавлением никогда не следует выливать сразу всю воду в сосуд. Водой ополаскивают несколько раз ту посуду, в которой произошло взвешивание или отмеривание нужного вещества, и каждый раз добавляют эту воду в сосуд для раствора.

Для всякого исследования очень важно воспитать в себе привычку к точности в вычислениях, когда это необходимо, и пользоваться приближенными цифрами в тех случаях, когда это не повлияет на результаты работы.

Когда нужна большая точность при разбавлении растворов, вычисления проводят по соответствующим формулам.

Приготовление разбавленного раствора. Например, a — количество раствора, $m\%$ — концентрация раствора, который нужно разбавить до концентрации $n\%$. Получающееся при этом количество разбавленного раствора x вычисляют по формуле: $x = \frac{a \cdot m}{n}$, а объем

воды y для разбавления раствора вычисляют по формуле: $y = a \left(\frac{m}{n} - 1 \right)$.

Смешивание двух растворов одного и того же вещества различной концентрации для получения раствора заданной концентрации. Пусть смешиванием a частей $m\%$ -ного раствора с x частями $n\%$ -ного раствора нужно получить 1% -ный раствор, тогда:

$$x = \frac{a(1 - m)}{n - 1}$$

Точные растворы. Для приготовления точных растворов вычисление количеств нужных веществ проводят уже с достаточной степенью точности. Атомные массы элементов берут по таблице, в которой приведены их точные значения.

При сложении (или вычитании) пользуются точным значением слагаемого с наименьшим числом десятичных знаков. Остальные слагаемые округляют, оставляя после запятой одним знаком больше.

чем в слагаемом с наименьшим числом знаков. В результате оставляют столько цифр после запятой, сколько их имеется в слагаемом с наименьшим числом десятичных знаков; при этом производят необходимое округление. Все расчеты производят, применяя логарифмы, пятизначные или четырехзначные. Вычисленные количества вещества отвешивают только на *аналитических весах*.

Взвешивание проводят или на часовом стекле, или в бюксе. Отвешенное вещество высыпают в чисто вымытую мерную колбу через чистую сухую воронку небольшими порциями. Затем из промывалки несколько раз небольшими порциями воды обмывают над воронкой бюкс или часовое стекло, в котором проводилось взвешивание. Воронку также несколько раз обмывают из промывалки дистиллированной водой.

Как правило, при приготовлении точных растворов и перенесении растворяемого вещества в мерную колбу растворитель (например, вода) должен занимать не более *половины* емкости колбы. Закрыв пробкой мерную колбу, встряхивают ее до полного растворения твердого вещества. После этого полученный раствор дополняют водой до метки и тщательно перемешивают.

Молярные растворы. Для приготовления 1л 1М раствора какого-либо вещества отвешивают на аналитических весах *1 моль* его и растворяют, как указано выше.

Пример. С целью приготовления 1л 1М раствора азотнокислого серебра находят в таблице или подсчитывают молекулярную массу AgNO_3 , она равна 169,875. Соль отвешивают и растворяют в воде.

Если нужно приготовить более разбавленный раствор (0,1 или 0,01М), отвешивают соответственно 0,1 или 0,01 моль соли.

Если же нужно приготовить меньше 1л раствора, то растворяют соответственно меньшее количество соли в необходимом объеме воды.

Нормальные растворы готовят аналогично, только отвешивая не *1 моль*, а *1 грамм-эквивалент* твердого вещества.

Если нужно приготовить 0,5н. или 0,1н. раствор, берут соответственно 0,5 или 0,1 грамм-эквивалента. Когда готовят не 1л раствора, а меньше, например 100 или 250мл, то берут 1/10 или 1/4 того количества вещества, которое требуется для приготовления 1л и растворяют в соответствующем объеме воды.

После приготовления раствора его нужно обязательно проверить титрованием соответствующим раствором другого вещества с известной нормальностью. Приготовленный раствор может не отвечать точно той нормальности, которая задана. В таких случаях иногда вводят поправку.

В научно-исследовательских лабораториях иногда готовят точные растворы «по определяемому веществу». Применение таких растворов облегчает расчеты при анализах, так как достаточно умножить объем раствора, пошедший на титрование, на титр раствора, чтобы получить содержание искомого вещества (в г) во взятом для анализа количестве какого-либо раствора.

Расчет при приготовлении титрованного раствора по определяемому веществу ведут также по грамм-эквиваленту растворяемого вещества, пользуясь формулой: $a = \frac{Э_r \cdot T \cdot V}{Э_0 \cdot 1000}$, где:

a — количество растворяемого вещества, г;

$Э_r$ — величина грамм-эквивалента растворяемого вещества, г;

T — титр раствора по определяемому веществу, г/мл;

V — заданный объем раствора, мл;

$Э_0$ — величина грамм-эквивалента определяемого вещества, г.

Пример. Нужно приготовить 2 л раствора марганцовокислого калия с титром по железу 0,0050 г/мл. Грамм-эквивалент $KMnO_4$ равен 31,61, а грамм-эквивалент Fe — 55,847.

Вычисляем по приведенной выше формуле:

$$a = \frac{31,61 \cdot 0,005 \cdot 2000}{55,847} = 5,66012$$

Стандартные растворы. Стандартными называют растворы с р-циями, точно определенными концентрациями, применяемые в колориметрии, например растворы, содержащие в 1 мл 0,1, 0,01, 0,001 м и т. д. растворенного вещества.

Кроме колориметрического анализа, такие растворы бывают нужны при определении pH, нефелометрических определениях и пр. Иногда стандартные растворы хранят в запаянных ампулах, однако обычно все же готовят их непосредственно перед применением.

Стандартные растворы готовят в объеме не больше 1 л, а чаще — меньше. Только при большом расходе стандартного раствора можно

готовить несколько лигров его и то при условии, что стандартный раствор не будет храниться длительный срок.

Количество вещества (в г), необходимое для получения таких растворов, вычисляют по формуле: $a = \frac{M_1 \cdot T \cdot V}{M_2(A)}$, где:

M_1 — молекулярная масса растворяемого вещества;

T — титр раствора по определяемому веществу, г/мл;

V — заданный объем, мл;

$M_2(A)$ — молекулярная или атомная масса определяемого вещества.

Пример. Надо приготовить стандартные растворы $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ для колориметрического определения меди, причем в 1мл первого раствора должно содержаться 1мг меди, второго — 0,1мг, третьего — 0,01мг, четвертого — 0,001мг. Вначале готовят достаточное количество первого раствора, например 200мл.

В данном случае $M_1 = 249,68$; $A_{\text{Cu}} = 63,54$; следовательно, для приготовления 200мл раствора, 1мл которого содержал бы 1мг меди ($T = 0,001$ г/мл), нужно взять: $a = \frac{249,68 \cdot 0,001 \cdot 200}{63,54} = 0,7859$ г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Навеску соли переносит в мерную колбу емкостью 200 мл и добавляют воду до метки. Другие растворы готовят соответствующим разбавлением приготовленного.

Эмпирические растворы. Концентрацию этих растворов чаще всего выражают в г/л или г/мл.

Для приготовления эмпирических растворов применяют очищенные перекристаллизацией вещества или реактивы квалификации ЧДА или ХЧ. Чистое для анализа, или зиса

Пример. Необходимо приготовить 1,5л раствора CuSO_4 , содержащего Cu 20мг/мл. Для приготовления раствора применяют $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Чтобы подсчитать, сколько следует взять этой соли для приготовления раствора заданного объема, подсчитывают, сколько Cu должно содержаться в нем. Для этого объем умножают на заданную концентрацию, т.е.

$$1,500 \cdot 20 = 30000\text{мг, или } 30,0\text{г}$$

После этого, зная молекулярную массу соли, подсчитывают нужное количество ее:

$$\frac{249,68 - 63,54}{x - 30,0} \cdot x = \frac{249,68 - 30,0}{63,54} = 117,8848\text{г}$$

На аналитических весах отвешивают в бюксе точно 117,8848г чистой соли, переводят ее в мерную колбу емкостью 1,5л. Растворение проводят, как указано выше.

Растворы солей

Приблизительные растворы. Растворы солей готовят, как указано выше. Готовый раствор или отфильтровывают, или дают ему отстояться от нерастворимых в воде примесей, после чего при помощи сифона отделяют прозрачный раствор. Полезно проверить концентрацию каждого приготовленного приблизительного раствора. Это легче всего сделать, измерив ареометром плотность и сравнив полученную величину с табличными данными, которые можно найти в справочнике.

Точные растворы. Точные растворы солей чаще всего готовят для аналитических целей, причем обычно нормальной концентрации. Примеры расчетов для таких случаев приведены выше. Следует отметить, что некоторые из точных растворов недостаточно стойки при хранении и могут изменяться под действием света, или кислорода воздуха, или других, преимущественно органических, примесей, содержащихся в воздухе. Такие точные растворы периодически проверяют.

Например, в точном растворе тиосульфата натрия при стоянии часто наблюдается выпадение хлопьев серы. Это является результатом жизнедеятельности особого рода бактерий. Растворы марганцовокислого калия изменяются при действии на них света, пыли и примесей органического происхождения. Растворы азотнокислого серебра разрушаются при действии света. Поэтому большие запасы точных растворов солей, нестойких к хранению, иметь не следует. Растворы таких солей хранят с соблюдением известных мер предосторожности.

От действия света изменяются растворы AgNO_3 , KSCN , NH_4SCN , KI , I_2 , HgI_2 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и др.

3 Растворы щелочей

Приблизительные растворы. Наиболее употребительными растворами щелочей в лабораторной практике являются растворы едкого натра (NaOH). Растворы едкого калия (KOH) готовят редко, растворы же аммиака почти всегда покупают готовыми.

Едкий натр (или едкое кали) имеется в продаже в виде препаратов: технического, чистого и химически чистого. Разница между

ними состоит в процентном содержании NaOH (или KOH), а, значит, также и примесей. Технический NaOH (каустическая сода) содержит значительные количества NaCl, Na₂CO₃, Na₂SiO₃, Fe₂O₃ и т. д. Чистый реактив содержит минимальное количество этих примесей, а химически чистый реактив содержит только следы их.

Технический едкий натр продают отлитым в железные бочки, чистый — пластинчатыми кусками, а химически чистый — в виде палочек или таблеток.

При растворении щелочи происходит сильное разогревание, в особенности в тех местах, где лежат куски ее. Чтобы растворение шло быстрее, раствор следует все время перемешивать стеклянной палочкой.

Применять стеклянную посуду при растворении щелочи не рекомендуется, потому что она может легко разбиться и работающий может пострадать, так как концентрированный раствор щелочи разъедает кожу, обувь и одежду. Если приходится готовить малые количества щелочи, то можно растворять ее и в стеклянной посуде.

Куски щелочи голыми руками брать нельзя, их следует брать тигельными щипцами, специальным пинцетом или, в крайнем случае, руками, но обязательно в резиновых перчатках.

Вначале рекомендуется готовить концентрированные растворы щелочи плотности 1,35—1,45 г/см³, т.е. 32—40%-ные. В подобных концентрированных растворах щелочи многие примеси не растворяются и при отстаивании раствора оседают на дно. Отстаивание концентрированного раствора щелочи продолжается несколько дней (без доступа к нему двуокиси углерода). Отстоявшийся раствор осторожно сливают, лучше всего сифоном, в другой сосуд, а осадок выбрасывают или употребляют для мытья посуды (рис. 73).

После этого определяют ареометром плотность раствора и по таблице находят процентное содержание щелочи. Если нужно приготовить более разбавленный раствор, то разбавление проводят, применяя описанные выше способы расчета.

Концентрированные растворы щелочей сильно выщелачивают! стекло бутылей, поэтому внутренняя часть бутыли должна быть покрыта парафином или смесью церезина и вазелина или же сплавом парафина с полиэтиленом.

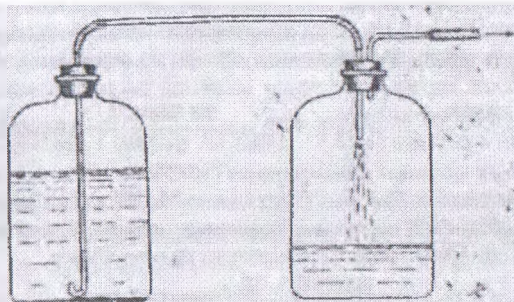


Рис.73 Приспособление для перекачивания отстоявшихся растворов

Обработка бутылей для хранения щелочей особенно важна для аналитических лабораторий, так как предотвращает загрязнение титрованных растворов продуктами выщелачивания стекла.

Точные растворы. Приготовление точных растворов отличается тем, что для них берут химически чистую щелочь, растворяют ее, как указано выше, и определяют содержание щелочи титрованием точным раствором кислоты.

Титр раствора щелочи (т.е. точную концентрацию раствора) лучше всего устанавливать по раствору шавелевой кислоты ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$).

Продажную шавелевую кислоту следует один-два раза перекристаллизовать и только после этого применять для приготовления точного раствора. Это двухосновная кислота, и следовательно, ее эквивалентная масса равна половине молекулярной.

Когда раствор будет готов, берут из него пипеткой 20 мл переливают в коническую колбу, добавляют несколько капель фенолфталеина и титруют приготовленным раствором щелочи до появления слабого розового окрашивания.

Пример. На титрование израсходовано 21,05 мл раствора щелочи. Вычислить его титр и нормальность.

Шавелевой кислоты было взято 0,6223 г вместо теоретически рассчитанной эквивалентной 0,430 г. Следовательно, концентрация раствора ее не точно и ее титр равен $\frac{0,6223}{21,05} = 0,02956$

Чтобы вычислить нормальность раствора щелочи, следует воспользоваться соотношением $N_1 V_1 = N_2 V_2$, т.е. произведение объема на нормальность известного раствора равно произведению объема на нормальность неизвестного раствора. В нашем случае известным является раствор щавелевой кислоты, поварельно, $20 \cdot 0,09873 = 21,05 \cdot x$ или $x = \frac{20 \cdot 0,09873}{21,05} = 0,093805N$

Нормальность раствора щелочи равна 0,093805.

Чтобы вычислить титр, или содержание NaOH в 1мл раствора, следует нормальность умножить на грамм-эквивалент щелочи и полученное произведение разделить на 1000. Тогда титр раствора щелочи будет:

$$T = \frac{0,093805 \cdot 40}{1000} = 0,0037522 \text{ г/мл}$$

В тех случаях, когда требуются особо чистые растворы едкого щелочи, их готовят или из спиртовых растворов NaOH, или из амальгамы натрия.

4 Растворы кислот

Приблизительные растворы. В большинстве случаев в лаборатории приходится пользоваться соляной, серной и азотной кислотами. Эти кислоты имеются в продаже в виде концентрированных растворов, процентное содержание которых определяют по их плотности.

Кислоты, применяемые в лаборатории, бывают технические и чистые. Технические кислоты содержат примеси, а потому при аналитических работах не употребляются.

Концентрированная соляная кислота на воздухе дымит, поэтому работать с ней нужно в вытяжном шкафу. Наиболее концентрированная соляная кислота имеет плотность $1,2 \text{ г/см}^3$ и содержит 11% хлористого водорода.

Разбавление кислоты проводят по расчету, описанному выше.

Пример. Нужно приготовить 1,5л 5%-ного раствора соляной кислоты, используя раствором ее с плотностью $1,19 \text{ г/см}^3$.

По справочнику узнаем, что 5%-ный раствор имеет плотность $1,024 \text{ г/см}^3$, поварельно. 1,5л ее будет весить $1,024 \cdot 1500 = 1536 \text{ г}$. В этом количестве можно содержаться чистого хлористого водорода:

$$\begin{array}{l} 100 — 5 \\ 1536 — x \end{array} \quad x = \frac{1536 \cdot 5}{100} = 76,8$$

Кислота с плотностью $1,19\text{г/см}^3$ содержит 37,23% HCl (находим также по справочнику). Чтобы узнать, сколько следует взять этой кислоты, составляю пропорцию:

$$\frac{100 - 37,23}{x - 76,8} \quad x = \frac{100 \cdot 76,8}{37,23} = 206,29\text{г} \quad \text{или} \quad \frac{206,29}{1,19} = 173,35\text{мл}$$

кислоты с плотностью $1,19\text{г/см}^3$. Отмерив 173,5мл раствора кислоты, доводят объем его до 1л.

Также разбавляют *серную кислоту*. При разбавлении ее следует помнить, что нужно *приливать кислоту к воде, а не наоборот*. При разбавлении происходит сильное разогревание, и если приливать воду к кислоте, то возможно разбрызгивание ее, что опасно, так как серная кислота вызывает тяжелые ожоги. Если кислота попала на одежду или обувь, следует быстро обмыть облитое место большим количеством воды, а затем нейтрализовать кислоту углекислым натрием или раствором аммиака. При попадании на кожу рук или лица нужно сразу же обмыть это место большим количеством воды.

Особой осторожности требует обращение с *олеумом*, представляющим моногидрат серной кислоты, насыщенный серным ангидридом SO_3 . По содержанию последнего олеум бывает нескольких концентраций.

Следует помнить, что при небольшом охлаждении олеум закристаллизовывается и в жидком состоянии находится только при комнатной температуре. На воздухе он дымит с выделением SO_3 , который образует пары серной кислоты при взаимодействии с влагой воздуха.

Большие трудности вызывает переливание олеума из крупной тары в мелкую. Эту операцию следует проводить или под тягой, или на воздухе, но там, где образующаяся серная кислота — H_2SO_4 и SO_3 не могут оказать какого-либо вредного действия на людей и окружающие предметы.

Если олеум затвердел, его следует вначале нагреть, поместив тару с ним в теплое помещение. Когда олеум расплавится и превратится в маслянистую жидкость, его нужно выпести на воздух и там переливать в более мелкую посуду, пользуясь для этого способом передавливания при помощи воздуха (сухого) или инертного газа (азота).

При смешивании с водой *азотной кислоты* также происходит разогревание (не такое, правда, сильное, как в случае серной кислоты), и поэтому меры предосторожности должны применяться и при работе с ней.

В лабораторной практике находят применение *твердые органические кислоты*. Обращение с ними много проще и удобнее, чем с жидкими. В этом случае следует заботиться лишь о том, чтобы кислоты не загрязнялись чем-либо посторонним. При необходимости твердые органические кислоты очищают перекристаллизацией.

Точные растворы. Точные растворы кислот готовят так же, как и приблизительные, с той только разницей, что вначале стремятся получить раствор несколько большей концентрации, чтобы после можно было его точно, по расчету, разбавить. Для точных растворов берут только химически чистые (ХЧ) препараты.

Нужное количество концентрированных кислот обычно берут по объему, вычисленному на основании плотности.

Пример. Нужно приготовить 0,1н. раствор H_2SO_4 . Это значит, что в 1л раствора должно содержаться:

$$\frac{49,039}{10} = 4,9039 \text{ г. серной кислоты.}$$

Кислота с плотностью 1,84г/см³ содержит 95,6% H_2SO_4 и для приготовления 1л 0,1н. раствора нужно взять следующее количество (x) ее (в г):

$$\frac{100 - 95,6}{x - 4,9039} \quad x = \frac{100 \cdot 4,9039}{95,6} = 5,1296 \text{ г.}$$

т.е. объем кислоты будет: $\frac{5,1296}{1,84} = 2,79 \text{ мл}$

Отмерив из бюретки с притертым краном точно 2,8мл кислоты, разбавляют ее до 1л в мерной колбе и затем титруют раствором щелочи и устанавливают нормальность полученного раствора. Если раствор получится более концентрированным, к нему добавляют из бюретки рассчитанное количество воды. Например, при титровании установлено, что 1мл 0,1н. раствора H_2SO_4 содержит не 0,0049г H_2SO_4 , а 0,0051г. Для вычисления количества воды, которое необходимо для приготовления точно 0,1н. раствора, составляем пропорцию:

$$\frac{1000 - 4,9}{x - 5,1} \quad x = \frac{1000 \cdot 5,1}{4,9} = 1041 \text{ мл.}$$

Расчет показывает, что этот объем равен 1041мл и в раствор нужно добавить 1041-1000=41мл воды. Следует еще учесть то количество раствора, которое взято для титрования. Пусть взято 20мл, что составляет $\frac{20}{1000} = 0,02$ от

$(41-0,02) = 41-0,8 = 40,2\text{мл.}$

Исправленный раствор следует снова проверить на содержание вещества, взятого для растворения.

Как правило, точные (или титрованные) растворы следует сохранять в плотно закрытых колбах. В пробку сосуда обязательно нужно вставлять *хлоркальциевую трубку*, заполненную в случае *раствора щелочи натронной известью или аскаритом*, а в случае *кислоты* — *хлористым кальцием или просто ватой*.

Для проверки нормальности кислот часто применяют прокаленный углекислый натрий (Na_2CO_3). Однако он обладает гигроскопичностью и поэтому не полностью удовлетворяет требованиям аналитиков. Значительно удобнее пользоваться для этих целей кислым углекислым калием (KHCO_3), высушенным в эксикаторе над CaCl_2 .

При титровании полезно пользоваться «свидетелем», для приготовления которого в дистиллированную или деминерализованную воду добавляют одну каплю кислоты (если титруют щелочь) или щелочи (если титруют кислоту) и столько капель индикаторного раствора, сколько добавлено в титруемый раствор.

Приготовление *эмпирических*, по определяемому веществу и *стандартных растворов кислот* проводят по расчету с применением формул, приведенных для этих и описанных выше случаев.]

5 Фиксаналы

Для быстрого приготовления точных растворов различных веществ (кислот, щелочей и солей) удобно применять фиксаналы. Это — заранее приготовленные и запаянные в стеклянных ампулах точно отвешенные количества реактивов, необходимые для приготовления 1л 0,1н. или 0,01н. раствора.

Фиксаналы продаются в коробках, содержащих по 10 ампул. На каждой ампуле имеется надпись, указывающая, какое вещество или раствор находится в ампуле, и количество вещества (0,1 или 0,01 г- экв).

Для приготовления точного раствора *вначале* теплой водой смывают надпись на ампуле и *хорошо обтирают* ее. В мерную

колбу емкостью 1 л вставляют специальную воронку с вложенным в нее стеклянным бойком (обычно прилагается к каждой коробке фиксанала), острый конец которого должен быть обращен вверх (рис. 74). Если специальной воронки нет, можно пользоваться обычной химической воронкой, вставив в нее стеклянный боек. Когда боек будет правильно уложен в воронке, ампуле с фиксаналом дают свободно падать так, чтобы тонкое дно ампулы разбилось при ударе об острый конец бойка. После этого пробивают боковое углубление ампулы и дают содержимому вытечь. Затем, не изменяя положения ампулы, ее тщательно промывают дистиллированной водой из промывалки. Для промывки рекомендуется употребить не менее чем шестикратное (по емкости ампулы) количество воды.

Промыв ампулу, ее удаляют, а раствор доливают дистиллированной водой до метки, закрывают колбу пробкой и тщательно встряхивают.

Кроме *жидких фиксаналов*, имеются и *сухие*. При приготовлении из них растворов ампулу вскрывают так же, как описано выше. Нужно лишь заботиться о том, чтобы воронка была *совершенно сухая*. Когда ампула будет разбита, все содержимое ее осторожным встряхиванием высыпают в колбу, ампулу промывают дистиллированной водой.

В СНГ выпускаются фиксаналы: H_2SO_4 ; HCl ; $NaOH$; KOH ; Na_2CO_3 ; $NaHCO_3$; $NaCl$; KCl ; $Na_2C_2O_4$; $H_2C_2O_4$; $K_2Cr_2O_7$; K_2CrO_4 ; $Na_2S_2O_3$; $KMnO_4$; $AgNO_3$; NH_4SCN ; $KSCN$; $K_2C_2O_4$; $NaSCN$; $(NH_4)_2C_2O_4$; I_2 ; $Na_2B_4O_7$; $BaCl_2$.

Фиксаналы рекомендуется применять во всех случаях, когда требуется быстро приготовить точный раствор: они особенно удобны в мало оборудованных лабораториях, в полевых условиях и пр. Щелочные фиксаналы пригодны только в течение определенного срока. Очень старые (2—3-летней давности) щелочные фиксаналы могут оказаться уже неточными в результате загрязнения продуктами выщелачивания стекла. Остальные препараты, в особенности *сухие*, могут храниться неопределенно долгий срок.

6 Некоторые особенности приготовления точных растворов и титрования

Установка титра — одна из ответственных операций лабораторной техники. От правильности приготовления титрованного раствора зависит и результат анализа. Не нужно забывать, что, например, на заводе на основе данных анализа осуществляется контроль за течением технологического процесса, и неправильный анализ может повести к тем или иным осложнениям. Так как каждый анализ почти всегда сопровождается титрованием, каждый исследователь или работник лаборатории должен хорошо освоить технику проведения этой операции.

Нужно помнить несколько правил, относящихся к титрованным растворам.

1 Титрованные растворы должны быть *свежими*. *Длительное хранение их не должно допускаться*, хотя для каждого раствора есть свой предельный срок хранения;

2 *Титрованные растворы при стоянии изменяют свой титр*, поэтому их следует периодически *проверять*. Если же делают особенно ответственный анализ, *проверка титра раствора обязательна*,

3 Титрованные растворы, *на которые действует свет* (растворы AgNO_3 и др.), следует хранить в желтых бутылках или в таких, которые бы *защищали раствор* от действия света- (в плотно прикрываемых шкафах и т.д.);

4 При приготовлении растворов марганцовокислого калия титр их следует устанавливать *не ранее чем через 3—4 дня после приготовления*. То же относится ко всем другим растворам, способным изменяться со временем или при соприкосновении с воздухом, стеклом и пр.;

5 Титрованные растворы *щелочей* лучше всего хранить в бутылках, покрытых внутри парафином, а также защищать их от действия двуокиси углерода воздуха (хлоркальциевая трубка с натронной известью или аскаритом);

6 Все бутылки с титрованными растворами *должны иметь четкую надпись* с указанием вещества, нормальности, поправки, времени изготовления раствора и даты проверки титра;

7. При титровании кислых или щелочных растворов полезно применять так называемый *раствор-свидетель*.

Во время титрования колбу нужно держать левой рукой, а правой рукой управлять краном бюретки, давая стекать жидкости равномерно. При титровании очень большое значение имеет скорость его. Поэтому при повторном титровании одного и того же раствора нужно, чтобы скорость добавления раствора из бюретки была по возможности одинаковой, т. е. в одно и то же время вытскало бы определенное количество жидкости. Положение рук при титровании показано на рис. 75.

Для перемешивания титруемого раствора очень удобно применять магнитные мешалки. В этом случае титрование можно вести как в обычной конической колбе, так и в специальных, приспособленных для титрования темноокрашенных жидкостей (см. рис. 76).

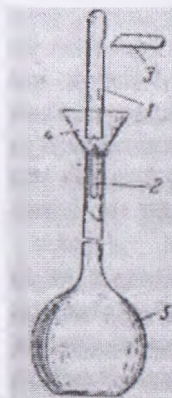


Рис. 74 Прибор для приготовления растворов из фиксанала: 1 — ампула; 2 — боек; 3 — остроконечная палочка для пробивания ампулы; 4 — воронка; 5 — мерная колба.

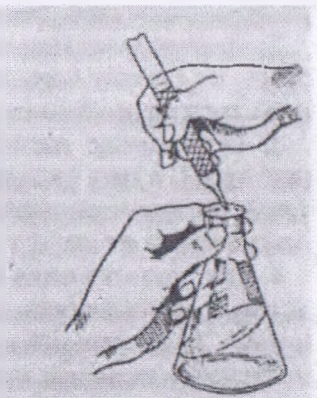


Рис. 75 Положение рук при титровании.

При аналитических работах большое внимание нужно уделять расчетам. Они не будут казаться трудными, если с самого начала работы усвоить понятия, которые лежат в основе всех расчетов, т. е.

ности о титре, нормальности и грамм-эквиваленте и о связи между ними.

Например, если взята какая-нибудь навеска нужного вещества, то титр (Т) при отовленном растворе будет равен навеске (а), деленной на объем (V) раствора:

$$T = \frac{a}{V} \text{ или, если } V=1000\text{мл, } T = \frac{a}{1000}, \text{ т. е. } a=T \cdot 1000.$$

Нормальность можно вычислить, если известна навеска (а) и грамм-эквивалент (E) растворимого вещества (т.е. $N = \frac{a}{E}$, если объем равен 1000мл).

Если же раствор готовят в другом объеме, меньшем или большем, чем 1000мл, навеску рассчитывают на 1л, и тогда формула для вычисления нормальности примет вид: $N = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot E}$.

Эта формула позволяет рассчитывать нормальность раствора из взятой навески независимо от его объема.

Между *титром, грамм-эквивалентом и нормальностью* существует простая зависимость.

При работе с нормальными растворами задача всегда сводится вначале к определению нормальности неизвестного раствора, а затем к определению количества неизвестного вещества, содержащегося в растворе. Таким образом, основной расчетно-аналитической формулой при всех объемных определениях будет $N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$, т.е. произведение нормальности известного раствора на объем известного раствора при достижении конца реакции всегда равно произведению нормальности неизвестного раствора на объем последнего.

Это произведение показывает число эквивалентов, прореагировавших веществ. Отсюда можно определить нормальность неизвестного раствора N_2 , которая будет равна $2) N_2 = \frac{N_1 \cdot V_1}{V_2}$.

Когда величина N_2 известна, применяют общую формулу для определения нормальности по навеске (а): $3) N_2 = \frac{a \cdot 1000}{E \cdot V}$.

Поскольку задачей аналитика является определение величины

(а). из этой формулы находят: 4) $a = \frac{N_2 \cdot V \cdot E}{1000}$.

Или, подставив значение N_2 из формулы (2), получим:

$$a = \frac{N_1 \cdot V_1 \cdot V \cdot E}{V_2 \cdot 1000}, \text{ где:}$$

N_1 —нормальность известного раствора;

V_1 —объем известного раствора, пошедшего на титрование;

V_2 —объем определяемого раствора;

V —объем пробы неизвестного раствора;

E —грамм-эквивалент искомого вещества.

Приведенные формулы позволяют проводить все расчеты без поправок на нормальность, так как принимается, что она может быть выражена любым целым или дробным числом. Главное во всяком расчете найти количество эквивалентов, при умножении которых на величину грамм-эквивалента всегда получится количество искомого вещества.

Пример. Пусть была взята навеска 1,5г руды, содержащей железо. После ее растворения и разбавления полученного раствора до 100мл в мерной колбе для титрования методом *перманганатометрии* каждый раз берут по 10мл анализируемого раствора

Раствор KMnO_4 — 0,0495н. На титрование пошло: 11,2; 11,1; 11,0; 11,1мл раствора KMnO_4 . Берем среднее 11,1мл.

Нормальность раствора $11,1 \cdot 0,0495 = 10 \cdot N_2$, откуда $N_2 = \frac{11,1 \cdot 0,0495}{10}$

Количество Fe в 100мл раствора (грамм-эквивалент Fe в данном случае равен 55,85): $a = \frac{N_2 \cdot V \cdot E}{1000} = \frac{11,1 \cdot 0,0495 \cdot 100 \cdot 55,85}{10 \cdot 1000} \text{ г} = 0,30687 \text{ г}$

Чтобы выразить содержание железа в руде в процентах, правую часть равенства умножают на 100 и делят на взятую навеску руды, т.е.

$$a = \frac{0,30687 \cdot 100}{1,5} = 20,46\% \text{ Fe.}$$

7 Расчеты при титровании с помощью весовых бюреток

При титровании с помощью весовых бюреток следует применять специально приготовленные растворы с известным содержанием вещества

Пример. Надо приготовить раствор щавелевой кислоты с содержанием $0,0045\%$ в 1 г раствора. В 1 кг такого раствора будет содержаться $0,0045 \cdot 1000 = 4,5\text{ г}$ щавелевой кислоты. Следовательно, воды нужно взять $1000 - 4,5 = 995,5\text{ г}$. Воду можно отвесить на техникохимических весах или можно взять определенный объем воды, который при данной температуре будет занимать $995,5\text{ мл}$.

По справочнику находим, что, например, при 20°C плотность воды равна $0,99823\text{ г/см}^3$. Нужный объем вычисляем из соотношения: $\frac{995,5}{0,99823} = 997,2\text{ мл}$.

Точно отмеривают этот объем и растворяют в нем $4,5\text{ г}$ щавелевой кислоты. Расчет показывает, что 1 г такого раствора содержит $0,1\text{ мг-экв}$.

Таким образом, если при титровании, например щелочью, будет израсходовано $11,5\text{ г}$ раствора щавелевой кислоты, это будет соответствовать: $11,5 \cdot 0,1 \cdot 0,04 = 0,046\text{ г}$ щелочи (NaOH) или $a = \frac{11,5 \cdot 0,1 \cdot 40}{1000} = 0,046\text{ г}$.

Для вычисления количества вещества пригодна та же формула, которую применяют при пользовании объемной бюреткой, но с той разницей, что вместо величины объема в нее входит величина массы израсходованного титрованного раствора.

8 Растворение жидкостей

Водные растворы жидких веществ, преимущественно органических, в лабораториях готовят не так часто. Важнейшими жидкостями, растворы которых, иногда приходится готовить, являются метиловый и этиловый спирты, ацетон и некоторые другие.

Ввиду того, что отвешивание рассчитанного количества жидкости достаточно сложно, чаще всего вместо весовых количеств берут определенные объемы жидкостей. После сливания отмеренных объемов жидкостей раствор перемешивают.

Приготовленные растворы проверяют на содержание растворенного вещества или по плотности, или по молекулярной рефракции.

9 Растворение газов

В лабораториях чаще всего приходится готовить *растворы аммиака*, пользуясь для этого аммиаком из баллонов для жидких или сжатых газов. Для этого подготавливают установку, состоящую из

баллона с аммиаком, предохранительной склянки (типа двугорлой склянки Вульфа или соответственно оборудованной одногорлой склянки) и большой бутылки с дистиллированной водой.

Баллон соединяют с предохранительной склянкой лучше всего при помощи толстостенной вакуумной резиновой трубки или при помощи обычной резиновой трубки, обмотанной изоляционной лентой. Отводную трубку предохранительной склянки соединяют при помощи обычной резиновой трубки со стеклянной трубкой, опущенной почти до дна бутылки с дистиллированной водой. Газообразный аммиак выпускают из баллона очень осторожно, чтобы не создалось большое давление. Периодически раствор следует перемешивать той же стеклянной трубкой, через которую подается аммиак. Плотность получаемого раствора проверяют при помощи *ареометра* для жидкостей *легче воды*. Когда будет достигнута нужная плотность раствора, прежде всего закрывают вентиль баллона с аммиаком, а затем уже разбирают установку.

10 Индикаторы

Индикаторами называют вещества, применяемые при объемно-аналитических определениях и в некоторых других случаях для определения конца реакции. Момент окончания реакции определяют или по изменению окраски (Например, метилового оранжевого), или же по исчезновению, или появлению ее (например, фенолфталеина).

Применять один и тот же индикатор во всех случаях титрования нельзя: это может повести к ошибкам. Поэтому нужно точно придерживаться указаний, какой индикатор применять в каждом отдельном случае. Если в методике анализа сказано, что в качестве индикатора берут метиловый оранжевый, то его и следует брать, не заменяя, например, лакмусом.

Индикаторы готовят обычно в виде разбавленных *водных, спиртоводных или спиртовых* растворов.

Изменение окраски индикатора зависит от изменения концентрации ионов водорода (рН), причем каждый индикатор меняет окраску только в определенных интервалах рН. Индикаторы при меняют также для определения реакции растворов (фильтровальная бумага, пропитанная соответствующим индикатором). Во всех случаях определения реакции раствора при помощи индикаторной бумаги не следует опускать ее в раствор. Надо взять маленькую каплю жидкости при помощи или тонкого капилляра, или тонкой стеклянной палочки и захваченную жидкость наносить на индикаторную бумагу.

При титровании темноокрашенных жидкостей встречаются большие трудности, так как часто невозможно установить момент изменения окраски обычных индикаторов. В таких случаях полезно применять так называемые титровальные палочки (рис.77). Тонкий слой жидкости позволяет легче заметить изменение окраски, особенно если разглядывать его на фоне белой, предпочтительнее баритовой (бланфиксовой), бумаги. Метод работы очень простой: палочку погружают в исследуемую жидкость, после каждой добавки раствора из бюретки палочку вынимают и о результате титрования судят по окраске тонкого слоя жидкости, оставшегося на палочке.

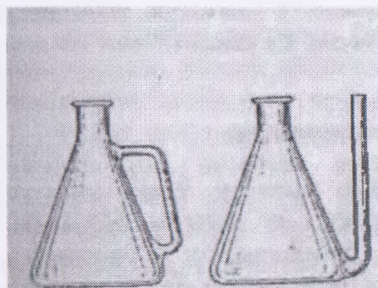


Рис.76 Колбы с отводной трубкой для титрования темноокрашенных и непрозрачных растворов.

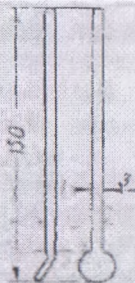


Рис.77 Титровальные палочки

И этих же случаях можно пользоваться способом капель. На очень чистую белую фарфоровую или эмалированную дощечку наносят очень малое количество титруемой жидкости (на кончике капилляра) так, чтобы образовалась мельчайшая капля. Изменение цвета раствора хорошо заметно, если капельки помещать в ряд.

И настоящее время для титрования темноокрашенных жидкостей применяют хемолуминесцентные рН-индикаторы. Так, диметилнафтэйдридин (6-диметиламино-1,2-бензофен-азин) растворяют в спирте и несколько капель индикатора добавляют в титруемый раствор. При облучении последнего ультрафиолетовым светом при рН 3,2—3,8 наблюдается переход флюоресценции от лиловой к оранжевой.

Люминол (гидразид 3-аминофталевой кислоты) трудно растворяется в спирте. Применяют 0,01%-ный раствор люминола в спирте. Раствор его в присутствии перекиси водорода при рН больше 8 светится в темноте. Титрование кислот щелочами в присутствии этого индикатора следует проводить в темной комнате или в камере.

Этоксиякридон растворим в спирте и уксусной кислоте. Его растворы флуоресцируют в ультрафиолетовом свете. Переход цвета флуоресценции от зеленого к синему происходит при рН 1,3—3,2.

Для титрования темноокрашенных жидкостей применяют также специальные колбы (рис.76). Они отличаются от обычных тем, что имеют боковые отводные трубки небольшого диаметра, позволяющие наблюдать цвет окрашенного раствора в сравнительно тонком слое.

11 Автоматическое титрование

Для аналитических работ большое значение имеет автоматизация процессов титрования. Это важно по многим причинам: 1) устраняется индивидуальная ошибка работающего; 2) ускоряется процесс титрования; 3) представляется возможным автоматически проводить запись кривых титрования, что во многих случаях имеет существенное значение.

Естественно, что при автоматизации процессов титрования особое значение приобретает *индикация*, т.е. определение *конца титрования*. Имеющиеся в настоящее время аппараты для автоматического титрования чаще всего приспособлены для потенциометрического титрования, позволяющего обходиться без цветных индикаторов. Обычно такие аппараты состоят из двух частей (рис.78): электронного устройства и приспособления для перемешивания. Величину рН измеряют с помощью вспомогательного, серебряного, платинового или других электродов, что зависит от объекта исследования.

Автоматический титратор (рис. 78, позиция 1) с поршневой бюреткой имеет высокую точность титрования.



Рис. 78 Приборы для автоматического титрования:
1 — с поршневой бюреткой; 2 — с обычной бюреткой.

Импульсный титратор (рис. 78 поз. 2) работает от сети переменного тока, причем бюретка его может быть емкостью до 50 мл. В этом случае точность отсчета по бюретке составляет 0,1 мл.

Чтобы начать титрование, достаточно нажать кнопку. Стеклокран бюретки откроется автоматически и закроется только в точке перехода. Точность отсчета по бюретке составляет $\pm 0,05$ мл. Раствор во время титрования перемешивается магнитной мешалкой, составляющей часть прибора; число оборотов ее можно регулировать. Измерительная цепь контролирует электрохимические изменения, происходящие при титровании, и управляет сервомеханизмом подачи, который дозирует добавляемый раствор, логарифмически изменяя дозу до эквивалентной точки. Вследствие того, что аппарат работает на принципе измерения pH, его можно применять для титрования не только прозрачных, но и мутных растворов. Продолжительность титрования в среднем не превышает 50 сек.

Автоматически можно проводить:

- а) Кислотно-основное титрование:*
- б) окислительно-восстановительное по методам: перманганатометрии, иодометрии, броматометрии, периметрии, ванадатометрии и пр.:*

- а) *аргентометрическое титрование;*
- б) *комплексометрическое титрование и др.*

12 Неводные растворы

Неводными называют растворы, в которых растворителем служат органические вещества — спирты, эфиры, бензол и др. Обычно органические растворители употребляются для растворения органических жидких и твердых веществ, например масел, жиров, смол и т.д., и реже — неорганических веществ, как, например, некоторых солей, щелочей и минеральных кислот.

В настоящее время органические растворители применяют в практике аналитической химии для так называемого *неводного титрования*. Известно, что многие неорганические вещества растворяются в органических растворителях. Для неводного титрования готовят растворы с нормальной концентрацией подобно тому, как для обычного титрования. Естественно, что свойства растворов в органических растворителях, применяемых для аналитических целей, отличаются от свойств водных растворов, так как поведение неорганических веществ в растворах прямо зависит от примененного растворителя.

При приготовлении растворов в органических растворителях расчеты проводят в зависимости от назначения раствора. Если он нужен не для аналитических целей, концентрацию растворенного вещества можно выражать в процентах, в граммах на литр и в молях органического вещества, т. е. так же, как и для водных растворов.

Растворители, в зависимости от цели и назначения раствора, применяются или химически чистыми, или в виде технических препаратов. Иногда химически чистые препараты могут быть получены из технических путем очистки.

Очень многие органические растворители, применяемые в лаборатории, огнеопасны, и обращение с ними должно быть таково, чтобы исключалась возможность воспламенения. В лаборатории *не разрешается держать большой запас таких растворителей*, их нужно иметь столько, сколько требуется для работы.

К *огнеопасным* относятся: диэтиловый эфир, спирты, ацетон, сероуглерод, бензол, бензин, петролейный эфир и др.

К огнебезопасным относятся хлорпроизводные, как четыреххлористый углерод, дихлорэтан, трихлорэтилен и т. п.

Почти все органические растворители вредно действуют на здоровье, а поэтому необходимо избегать вдыхания воздуха, содержащего их пары. Поэтому с органическими растворителями нужно работать под тягой, чтобы не загрязнять воздух помещения их парами.

Также совершенно недопустимо выпаривать органические растворители на лабораторных столах, не принимая каких-либо мер для улавливания их паров. Если по какой-либо причине улавливать пары нельзя, то выпаривание нужно вести только под тягой.

Следует помнить, что органические растворители дороги, их нужно использовать экономно и рационально, по возможности избегая лишних потерь. Для растворения применяют в большинстве случаев сухие органические растворители, т. е. такие, которые не содержат воды.

13 Растворение в органических растворителях

Растворение веществ в органических растворителях несколько отличается от растворения в воде. Во-первых, если растворяют в летучих растворителях (диэтиловый эфир, ацетон, петролейный эфир и т. д.), нужно принимать меры к тому, чтобы они не улетучивались; во-вторых, если растворяют в сухих (безводных) растворителях, нужно предупредить попадание в растворитель влаги из воздуха. Исходя из этих соображений, растворение ведут при соблюдении определенных мер предосторожности.

Если вещество легко растворяется, то операцию можно вести в сосуде с притертой пробкой. Вначале в сосуд насыпают растворимое вещество, а затем добавляют растворитель. Пробку закрывают и сосуд несколько раз встряхивают. Если же растворение идет медленно и притом для ускорения его необходимо постоянное перемешивание, то раствор готовят в специальном приборе с механической мешалкой (рис. 79, позиция а).

Разберем случай растворения какого-нибудь органического вещества в органическом растворителе, например растворение ацетилцеллюлозы (эфирцеллюлозы) в ацетоне.

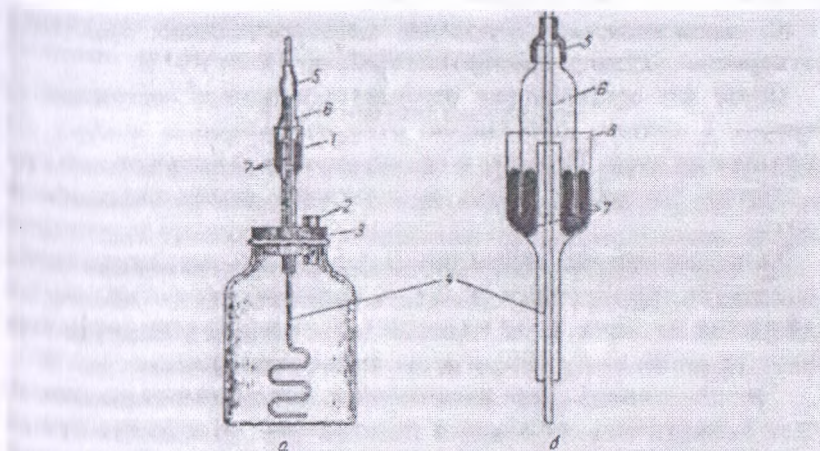


Рис. 79 Схema прибора с ртутным затвором для растворения в органических растворителях: а – прибор; б – ртутный затвор: 1 – ртутный затвор; 2 – люк; 3 – пробка; 4 – мешалка; 5 – предохранительный колпачок; 6 – внутренняя трубка; 7 – ртуть; 8 – корпус ртутного затвора.

К широкогорлой банке подбирают соответствующую корковую пробку, в которой просверливают два отверстия: одно в центре, а другое, пошире, ближе к краю. Центральное отверстие служит для закрепления в нем ртутного затвора; во второе вставляют широкую стеклянную трубку с надобранной к ней резиновой пробкой. Ртутный затвор (рис. 79, позиция б) служит для того, чтобы не дать испаряться ацетону, через широкую трубку (люк) вводят растворяемое вещество.

Во внутреннюю трубку ртутного затвора вставляют мешалку того или иного типа. Вставив корпус ртутного затвора 8 в пробку, через внутреннюю трубку 6 пропускают стержень мешалки, после чего на наружный конец мешалки надевают стеклянный предохранительный колпачок 5. Верхний конец мешалки закрепляют в шкиве и проверяют, не вытаскивается ли мешалка из стороны в сторону при вращении шкива. Добившись правильного отвесного положения мешалки, в трубку ртутного затвора наливают ртуть до уровня, показанного на рис. 79, позиция б. При неправильном закреплении мешалки она может или сдвинуть ртутный затвор или переломиться сама. Мешалки бывают самых

разнообразных видов, их легко изготовить из стеклянной палочки, без помощи стеклодува (рис.80, позиции 1, 2, 3).

В тех случаях, когда не приходится опасаться улетучивания растворителя и можно работать без ртутного затвора и пробки, монтаж прибора значительно облегчается.

Нагревание часто ускоряет растворение, но его можно применять не всегда. Для растворения при нагревании собирают прибор, состоящий из колбы и обратного холодильника.

Подлежащее растворению вещество вносят в колбу, затем туда же наливают растворитель, присоединяют к колбе обратный холодильник и (в зависимости от взятого растворителя) нагревают на водяной или воздушной, или другой подходящей бане.

Очень важен порядок введения вещества и растворителя. Если вещество представляет собой тонкий порошок, то вначале в колбу наливают растворитель, а затем небольшими порциями вносят вещество, каждый раз перемешивая раствор. Если же вначале насыпать порошок, а потом налить растворитель, то первый сразу же может набухнуть, образуя слипшийся ком, растворение которого потребует много времени и труда.

Как правило, после окончания растворения полученный раствор следует обязательно профильтровать, чтобы отделить все посторонние нерастворившиеся вещества.

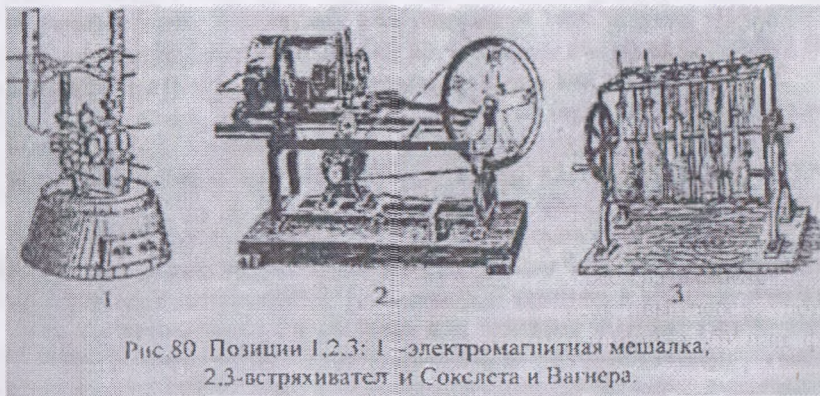


Рис 80 Позиции 1,2,3: 1 - электромагнитная мешалка, 2,3-встряхиватель и Сокслета и Вагнера.

В тех случаях, когда растворение должно идти при низких температурах, устраивают искусственное охлаждение льдом или водой. Банку или другой сосуд, в котором проводится растворение, помещают в эмалированную или металлическую кастрюлю; между стенками кастрюли и сосудом прокладывают в трех-четырех местах пробки так, чтобы сосуд в кастрюле был укреплен неподвижно; кастрюлю укрепляют по возможности прочно и в нее наливают воду или кладут лед. В первом случае можно даже устроить непрерывную циркуляцию воды. Для этого в кастрюлю опускают резиновую трубку, соединенную с водопроводным краном, кастрюлю наполняют водой и закрывают кран. Затем устанавливают сифон для стока воды, и когда вода начнет убывать, вновь открывают водопроводный кран, регулируя подачу воды таким образом, чтобы вода была постоянно на одном уровне.

Итак, следует иметь ввиду и учитывать следующее:

1. *Все водные растворы следует готовить только на дистиллированной воде.* При приготовлении водных растворов солей заданной концентрации нужно учитывать также кристаллизационную воду.

2. *Приготовляя точные растворы, нельзя наливать в мерную колбу сразу все нужное количество воды.*

3. Мерные колбы калиброваны на определенный объем лишь при температуре, указанной на колбе. Поэтому точный объем жидкости можно получить только при стандартной температуре.

4. Так как приготовить растворы точно заданной концентрации трудно, то прежде чем пользоваться раствором, надо установить его концентрацию или поправку на нормальность.

5. *Необходимо наклеивать этикетки (или делать надписи специальным карандашом) на сосудах с растворами.*

6. *Все растворы следует готовить только в хорошо вымытой посуде.* Надо заботиться о том, чтобы приготовленные растворы не загрязнились каким-либо образом.

7. *Растворы, которые могут портиться от действия света, как марганцовокислый калий, азотнокислое серебро и др., нужно хранить только в темных склянках.* Для некоторых веществ можно употреблять желтые склянки, для других же сосуды необходимо оклеивать черной бумагой, но не покрывать стекло черным лаком: лаковая пленка всегда немного пропускает свет. Если черной бумаги нет, бутылку или другой сосуд следует оклеить плотной бумагой и бумагу покрыть черным лаком.

8. Растворы щелочей нужно хранить так, чтобы на них не действовала двуокись углерода. Для этого в пробку вставляют хлорканцисевую трубку, наполненную натронной известью или другим I вердым поглотителем двуокиси углерода.

9. Растворы щелочей следует готовить вначале очень концентрированными и разбавлять их до нужной концентрации только *после отстаивания и фильтрования*.

10. Надо быть осторожным с растворами, которые могут «редно действовать на кожу рук, одежду или обувь.

11. Все растворы нужно проверять. Точные растворы — путем установки титра, приблизительные — по плотности или иным путем.

12. Растворы (за исключением точных) после приготовления следует обязательно профильтровывать. Это относится одинаково к водным растворам, и к растворам в органических жидкостях.

13. При приготовлении растворов в органических жидкостях надо применять только чистые растворители и, когда нужно, — безводные. Если растворитель чем-либо загрязнен, его следует перегнать или очистить от примесей каким-либо Другим способом.

14. Не следует путать пробки от склянок, содержащих разные реактивы, во избежание загрязнения последних и правильно промывать осадки растворов (рис. 81, позиции 1,2,3).



Рис 81 Позиции 1,2,3: 1-устройство для промывания серии осадков; 2-устройство для промывания осадков растворами; 3- сливание жидкостей с осадка на фильтр.

Выполнение всех правил и требований обеспечит объективные результаты и позволит сэкономить время исследователя и химические средства, т.е. материалы.

5.4 Красители и бактериологические краски

5.4.1 Красители

Красители - вещества, которые при соединении с различными материалами или биологическими субстратами придают последним окраску, т.е. способность к избирательному поглощению лучей света видимой части спектра.

В ветеринарии наиболее широкое применение красители нашли в гистологии и цитологии - для окраски и распознавания микроструктурных компонентов тканей и клеток. Помимо того, красители применяются в биохимических исследованиях в качестве индикаторов для определения концентрации водородных ионов, в качестве цветных реактивов при различных биохимических анализах и т.п. Красителей широко применяют в гистохимии, где используется метод образования красителей прямо в гистологическом срезе из веществ, специфически реагирующих с определенными субстратами (белками, углеводами, ферментами и т.д.).

Например, для гистохимического выявления белков содержащих триптофан, гистидин и тирозин, срезы обрабатывают раствором бисдиазосоединения, в результате чего молекулам белка присоединяется диазокомпонент со свободной диазогруппой, образуя *азокраситель*, для усиления окраски которого проводят реакцию с каким-либо ароматическим амином или фенолом и получают в местах локализации триптофан, гистидин и тирозинсодержащих белки, ярко окрашенные бисазокрасителем. Красители находят широкое применение в различных отраслях промышленности.

Номенклатура красителей не является рациональной химической и строится на основании цвета и некоторых других свойств красителей, а также методов их применения. Названия красителей имеют много синонимов, причем неодинаковых в разных странах.

Единой рациональной классификации красителей нет. Наиболее широко применяются техническая и химическая классификации.

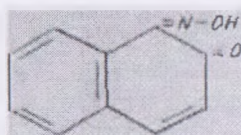
Первая принята, главным образом, в текстильной промышленности и основана на способах применения красителей. По этой классификации все красители делятся на 3 группы: красители *прямо, окрашивающие ткань*, при погружении в красильную ванну (*прямые или субстративные красители*), красители *окрашивающие ткань после ее обработки протравками* (солями металлов, танином), которые закрепляют краски на волокне (*протравные краски*) и наконец, так называемые *кубовые красители*, образующиеся на волокне в ходе процесса крашения, например, в результате окисления бесцветных, растворимых в воде продуктов восстановления красителей (*лейкоосновани*) в плохо растворимые красители.

Наиболее общая химическая классификация делит все красители, также, на 3 группы - *кислые, основные и нейтральные*. *Кислые* красители содержат в своих молекулах такие функциональные группы, как SO_3H , COOH , благодаря которым обладают свойством кислот. *Основные* красители содержат амино-имино - и другие группы, которые придают красителям свойства основания. *Нейтральные* краски не содержат группировок такого ряда и поэтому не обладают свойствами ни кислот, ни оснований.

Такая классификация определяет характер взаимодействия красителей с окрашиваемым материалом. Кислые и основные красители взаимодействуют с ионизированными группами окрашиваемого материала, имеющим заряд противоположного знака. Они образуют с ними соли, вследствие чего окраска оказывается прочной. Наоборот, нейтральные красители обладают большим сходством с некоторыми веществами и поэтому окрашивают эти вещества.

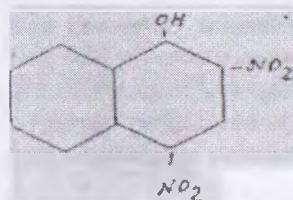
По принадлежности к определенным классам органических соединений *красители* подразделяются на ряд групп:

Нитрозокрасители содержат в своем составе $\text{NH}=\text{O}$ -группу, однако существуют в изомерной форме хинооксидов. Например, *нафтоловый зеленый*:



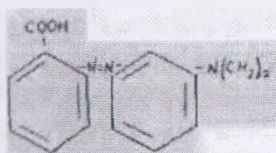
Нафтоловый зеленый

Нитрокрашители - содержат нитрогруппы в качестве хромофоров и оксигруппу в качестве ауксохрома. Например, *нафтоловый желтый* (2,4 - динитро - 1 - нафтол), который применяется в гистологии и гистохимии для изучения локализации белков:

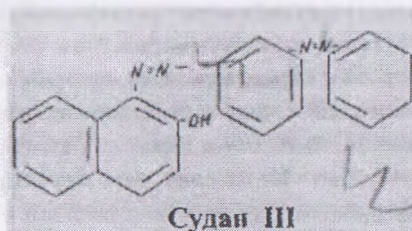


Нафтоловый желтый

Азокрасители - наиболее многочисленная группа красителей, содержащие в своем составе одну (моноазокрасители), две (бис - азокрасители) или несколько (полиазокрасители) - N = N групп. Например, *метиловый красный*, применяемый для витальной окраски и в качестве индикатора pH, *Судан III* - гистологический краситель на жиры:

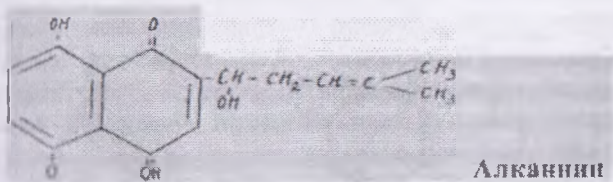


Метиловый красный



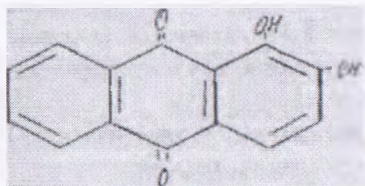
Судан III

Нафтохиноновые красители, например *алканнин* природный темно-красный протравный краситель, получаемый из *Alcanna tinctoria*, применяется и как индикатор.



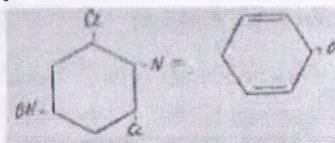
Алканнин

Антрахиноновые красители содержат хиноновую структуру антрохинона. Например, *алазарин* - протравный краситель, при окраске в присутствии солей образует лаки, в присутствии ионов Fe^{3+} - окрашивает в красный, а ионов - Fe^{2+} в сине - фиолетовый цвета.



Алазарин

Хинонимиповые красители - производные хинонимина и хинондимина. Например, 2,6 дихлор-фенолиндофенол - *индофеноловый краситель*, применяется для определения витамина С, используется в гистологии, дает метахроматическую окраску.



2,6 Дихлор-фенолиндофенол

Тионин-тиазиновый основной краситель, применяется в гистологии, дает метахроматическую окраску; *галлоцианин* - оксазиновый слабокислый краситель, применяется в форме хромового лака в гистологии для выявления нуклеиновых кислот; *нейтральный красный* - азиновый краситель, применяется как индикатор для определения pH и для витальной окраски.

Ди-и Триарилметановые красители. Производные метана, два или три атома водорода в молекуле которого замещены ароматическими радикалами (арилами), один из них имеет хиноидную структуру. Наибольшее распространение имеют трифенилметановые красители. Например, парарозанилин (парафуксин) - триаминотрифенилметан, применяется в гистохимии в форме лейкопарофуксинсернистой кислоты для выявления альдегидных группировок: *фенолфталеин*, *метилловый зеленый* и др.

К этой же группе красителей относят *ксангеновые* красители, например, *тиронит*, применяющийся в гистохимии нуклеиновых ки

флот, а также акридиновые красители, например, применяемые в флуоресцентной микроскопии - акридиновый оранжевый.

Полиметиновые красители - содержат в своей структуре цепь из нечетного числа атомов углерода с сопряженными двойными связями, ограниченную на концах атомами кислорода, азота или серы. Например, тинациано или 1.1 - диэтил, 2.2 - хинокарбоцианин - ио- дид, применяемый в фотографии для получения пластинок, чувствительных к красному свету.

Каротиноидные красители. К ним относят каротин, биксин, применяемые для покраски масла, маргарина и др.

Помимо перечисленных, существуют другие классы красителей, имеющие то или иное различие в технике крашения и применяемых в гистологической практике (азометиновые, индигоидные, оксиоке- товые, полициклические, фталоцианиновые, сернистые и другие красители).

5.3.2 Бактериологические краски

Окраска микроорганизмов - способ выявления микроорганизмов, используемый при микробиологической диагностике инфекционных болезней и для изучения морфологии микроорганизмов с помощью микроскопии в видимом свете.

Окраска микроорганизмов относится к *интохимическим* реакциям, происходящим между компонентами микроба и красителя. Все красители, используемые для окраски микроорганизмов, можно разделить на две основные группы - *основные* и *кислые*. Основные красители содержат *красящий катион* и *бесцветный анион*, кислые - состоят из *красящего аниона* и *бесцветного катиона*. Наиболее активны основные красители. Это обусловлено тем, что в обычных средах бактерии несут отрицательный поверхностный заряд, а внутри них содержатся вещества кислой природы (ДНК и РНК).

Так как красящая часть основных красителей несет положительный заряд, этот тип красителей обладает большим сходством со структурой микробной клетки, чем кислые, которые способны окрашивать клетку лишь при низких значениях рН. При обычных значениях рН кислые красители слабо фиксируются клеткой и легко удаляются из нее при отмывании. Поэтому кислые красители используются при так называемой

негативной окраске - окрашивается фон препарата, на котором видны неокрашиваемые микробы.

Кроме кислых и основных существуют и *нейтральные Красители*, представляющие собой смесь кислых и основных красителей, в которой катион и анион обладают красящими свойствами. Следовательно, такой краситель способен окрашивать клеточные элементы, характеризующиеся как ацидофилией, так и базофилией. Примером нейтрального красителя является краска Гимзы, применяемая для окраски *спирохет* и *простейших*. Следует отметить, что белковые структуры клетки при одних условиях могут быть окрашены кислыми, а при других - основными красителями, что обусловлено *амфотерностью белков*, т.е. их способностью вести себя как кислоты или основания в зависимости от pH среды.

Нин¹ упоминаются следующие красители: метилсинева, метилтиопин (синие краски), основной фуксин, сафранин и эозин, (красные), Бисмарк-браун или везувин (коричневая), метилгрют (зеленая), метилвиолет, генцианвиолет, кристаллвиолет (фиолетовые). Из них только эозин - кислая краска. Она применяется для некоторых специальных целей. Все эти краски продаются в виде аморфных или кристаллических порошков, из них уже готовят красящие растворы (рис. 82).



Рис. 82 Красящие растворы

Приготовление красящих растворов. Исходным материалом почти для всех необходимых рабочих красок является *насыщенные спиртовые растворы*, которые следует иметь в запасе и сохранять в склянках с

притертыми пробками. Насыщенные спиртовые растворы готовят следующим образом: Юг сухой краски насыпают во флакон с притертой пробкой, наливают 100мл 96° спирта ректификата и дают настояться в течение нескольких дней, каждый день взбалтывая раствор. Из таких насыщенных растворов готовят спиртоводные растворы, пригодные для окраски микробов.

Наиболее часто употребляются следующие растворы: *Карболовый фуксин* (фуксин Циля) - 10л насыщенного спиртового раствора фуксина и 909 мл 5% раствора карболовой кислоты.

Разведенный фуксин - 10 мл карболового фуксина и 90 мл дистиллированной воды.

Щелочная метиленовая синька - 30мл насыщенного спиртового раствора синьки, 100мл дистиллированной воды и 1 мл 1 % раствора щелочи.



Лаборанты при подготовке химических реактивов

Важным компонентом при выполнении микробиологических работ является вода. В лабораториях применяется дистиллированная вода нейтральной реакции.

Для нейтрализации воды в две колбы наливают по 200мл исследуемой воды и в каждую из них добавляют по 1-2 капли 1% раствора нейтральрота в дистиллированной воде. При рН воды 5,4-5,5 (кислая реакция) возникнет свекловично-красная (рубиновая) окраска. Тогда в одну из колб прибавляют по каплям, тщательно перемешывая 1% раствор углекислой соды до получения отчетливо различаемой разницы в окраске по сравнению с водой в другой (контрольной) колбы. Показателем нейтральности среды будет появление заметного оранжевого *оттенка*. Если через 10-30 сек. цвет не изменится до первоначального, нейтрализацию можно считать законченной.

Для окраски микробов лучше всего применять воду, имеющую рН 6,8-7,0.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое химические реактивы и для чего они применяются?
- 2 В ветеринарии, для каких целей они используются?
- 3 Какие типовые группы аналитических химических реактивов Вы знаете?
- 4 Назовите все квалификации химических реактивов?
5. Для чего используются меченые изотопы химических реактивов?
- 6 Что должны знать работающие в Лаборатории?
- 7 На какие группы-классы делятся химические реактивы?
- 8 Как вы понимаете такие понятия как наиболее, мало и редко употребляемые реактивы?
- 9 Почему и как производится экономия реактивов?
- 10 Опишите порядок обращения и использования реактивов?
- 11 Как производится хранение и учет и расходование ядовитых, сильно действующих и других химических веществ, используемые в лабораторном деле?
- 12 Растворы, и что вы понимаете под растворимостью?
- 13 Какие сочетания взаимных растворимостей жидкостей Вы знаете?
- 14 По характеру растворителя и по точности выражения концентрации какие растворы бывают и различают?
- 15 По концентрации растворов как их «выражают»?
- 16 Что такое молярность и миллимоль?
- 17 Что вы понимаете под нормальностью раствора?
- 18 Охарактеризуйте грамм-эквивалент вещества.

19. Обоснуйте понятие титр и молярность раствора.
20. Что представляют собой приблизительные растворы?
21. Что такое точные растворы и как их готовят?
22. Дайте пояснение эмпирическим растворам.
23. Фиксаналы и их применение.
24. Какие особенности титрования Вы знаете?
25. Индикаторы, для чего они применяются?
26. Что такое неводные растворы?
27. Какие отличия органических растворителей от воды (в качестве растворителя)?
28. Перечислите основные правила при приготовлении растворов.
29. Что такое красители, для чего они используются в лабораторной практике?
30. Назовите группы красителей по общей химической классификации?
31. Какие красители более прочные по химической классификации?
32. Перечислите основных представителей красителей по принадлежности к классам органических соединений?
33. Для чего применяется нитрокрасители?
34. Для чего используются азокрасители?
35. Для чего применяется каротиноидные красители?
36. Для чего производится окраска микроорганизмов?
37. Что такое илгохимическая реакция?
38. Назовите наиболее употребительные красители?

Глава 6 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Лабораторные животные - различные виды животных, специально разводимые в условиях лаборатории или питомников для экспериментальных целей или производственной практики. Лабораторных животных используют в целях диагностики болезней, моделирования различных физиологических и патологических состояний, изучение лечебно-профилактических и химических факторов, производства биологических препаратов - диагностических сывороток, вакцин, культур, тканей и др.

К лабораторным относятся животные различных систематических групп: *простейшие, черви, членистоногие, иглокожие, амфибии, птицы, млекопитающие*. Однако, чаще всего, лабораторных животных подразделяют на *позвоночных и беспозвоночных*.

6.1 Позвоночные лабораторные животные

История использования животных с научной целью берет свое начало с V века до нашей эры. На первых порах оно было редким и случайным, почти всегда ограничивалось одомашненными спутниками человека. В последующем, на животных стали изучать строение и функции различных органов живых организмов. В частности, известны наблюдения древнегреческого естествоиспытателя Диогена (5 век до н.э.), который, вскрывая трупы животных, установил разные функции предсердий. Позднее анатомию и физиологию изучали на животных Аристотель, К.Гален, У.Гарвей и др. XVII век стал свидетелем рассвета экспериментальной биологии, который вскоре, однако угас вплоть до начала XIX века.

Еще немногим более 100 лет назад опыты проводились на домашних или на диких животных, которых можно было легко выловить в природе. Выбор вида животного был ограниченным и случайным. В то время еще не существовало понятия "лабораторные животные".

Понятие "лабораторные животные", как особая их категория, сложились лишь к концу XIX века. К тому времени, биология из чисто описательной науки вступила в область эксперимента. От одомашненных животных биологи обратились к диким, особенно к тем, которые без

приглашения человека стали добровольными его спутниками. Это были *крысы и мыши*, затем начали использовать *кроликов и морских свинок*.

Чрезвычайная приспособленность крыс и мышей позволила ос- тановить на них выбор, как на животных, которых можно легко со- держать в неволе. Сравнительно скоро они стали размножаться в домашних условиях, причем их свойства изменились в выгодном для биолога направлении. Животные этих видов по природе всеядны, жизнеспособны и плодовиты, невелики по размерам и через несколько поколений жизни в неволе становятся ручными. Все эти преимущества делают содержание крыс и мышей дешевым и удобным. Эти млекопитающие не являются высокоспециализирован- ными животными, и поэтому крайне полезны в исследованиях, имеющих относительные отношения к человеку.

Перечисленные и некоторые другие виды, используемые в на- стоящее время не столь интенсивно, стоят в первом ряду среди ла- бораторных животных. Такой их выбор не был случайным. При- способившись к созданным человеком условиям среды и источникам питания, они поселились в непосредственной близости к человеку, стали в буквальном смысле слова царапать в дверь его лаборатории. И человек открыл для них двери лаборатории в расчете на помощь в его быстро развивающихся исследованиях.

Несколько иначе сложилась история превращения в лабораторных животных *морских свинок*. На своей родине, в Южной Америке они были настоящими домашними животными, подобно домашней птице в Англии. Обладали большими размерами, чем мыши и крысы, наделенные более специализированными физиологическими функциями, они были все же достаточно малы, здоровы и плодовиты, чтобы благоденствовать и приносить пользу в условиях неволи. Оказалось также, что они обладают и особыми преимуществами, которых лишены крысы и мыши, и по некоторым своим свойствам приближаются к человеку. Такова, например, высокая восприимчи- вость их к туберкулезу, бруцеллезу, потребность к аскорбиновой кислоте и Т. д.

Широкое применение *кроликов* в лабораторном деле обусловлено их размерами и широкой распространенностью в качестве домашних

животных, разводимых ради меха и мяса, поэтому дешевых и легко доступных. Однако, будучи достаточно плодовитыми и хорошо приспособленными травоядными, кролики являются более специализированным видом животных.

Введение в практику новых лабораторных животных имеет свои трудности. Оно может быть обусловлено необходимостью проведения большой предварительной работы по адаптации, поддержанию и разведению нового для лаборатории вида, а также по установлению его основных характеристик.

Поэтому неудивительно, что в настоящее время, когда использование лабораторных животных возросло до значительных размеров, соотношение различных видов животных довольно постоянно во всех странах мира. Количественно почти всюду мыши

намного превышают все другие виды животных, и на их долю приходится около 70% от общей потребности позвоночных лабораторных животных. Второе место в большинстве стран, занимают крысы – на их долю приходится около 13%. На третьем месте стоят морские свинки – 9%. Наконец, последнее место занимают кролики, куры, земноводные и прочие позвоночные животные (птиц – 3%, кроликов 2% и прочих — 1%).

Интерес исследователей к грызунам обусловлен еще тем, что они имеют малые размеры, высокую плодовитость и короткий период жизни. За несколько месяцев жизни в организме грызуна можно проследить почти все процессы, которые у человека протекают годами. Средняя продолжительность жизни белых мышей 1,5-2, куры 2-2,5 года, морских свинок 6-8, кроликов 4-9 лет.

Всего в биологических исследованиях используются до 250 видов животных. Одни виды постоянно разводят в лабораториях и питомниках для научных исследований (белые мыши, белые крысы, морские свинки, кролики, хомяки, собаки, обезьяны и др.). Других периодически отлавливают для эксперимента (полевки, песчанки, суслики, амфибии, рыбы и др.). Имеется группа лабораторных птиц (куры, голуби, канарейки, перепелки и др.). Часть биологических экспериментов проводят на сельскохозяйственных животных (овцы, свиньи, крупный рогатый скот, лошади, верблюды и др.).

В зависимости от цели применения лабораторных животных различают несколько направлений работы. В первую группу обычно включают вопросы диагностики. Сюда относится использование животных для диагностики болезней, обычно путем прививки исследуемого материала от человека или животного другому под опытным животному и наблюдения последствий этой прививки. Например, можно провести прививку молока морским свинкам для диагностики туберкулеза, бруцеллеза.

Ко второй группе целевых назначений относится использование лабораторных животных для научно-исследовательских работ. В эту категорию включаются все виды научно-исследовательской работы - от весьма разнообразных теоретических исследований до повседневных испытаний токсичности, фармакологических, лечебных свойств новых лекарственных соединений и т.д.

Некоторые авторы различают отдельную группу (третью) для онкологических исследований. Для чего в настоящее время используются в большем количестве мыши, крысы. Причем, большая часть мышей, крыс принадлежат к инбридным линиям или к линиям с хорошо изученными свойствами, поскольку необходимость в таких линиях для онкологических исследований была признана гораздо раньше, чем для исследований в других областях науки.

Для целей преподавания (четвертая) применяются самые разнообразные животные, но их число относительно невелико. Бюджет любого учебного учреждения недостаточен для того, чтобы обеспечить необходимое число демонстрации и опытов по выработке у студентов необходимых навыков.

Очень много лекарств и лечебных препаратов до получения разрешения на клиническое их применение, проходят испытания на животных. Соответственно с этим пятая категория - биопроба включает такие области применения лабораторных животных, как титрование антител в иммунных сыворотках, определение в растворах биологически активных веществ (например, инсулина), определение активности вакцин и многих других показателей. Большинство таких биопроб стандартизовано, и проведение их предписывается правилами фармакологии и фармацевтики.

Снабжение лабораторными животными в достаточном количестве и того качества, которое отвечает современным возрастающим требованиям, становится довольно сложной технологической проблемой. Много животных требуется для проведения онкологических, радиобиологических исследований, для испытаний токсичности новых химических соединений.

Химики постоянно предлагают все новые и новые соединения, о биологическом действии которых на человека известно еще меньше. Биологическое исследование нового соединения состоит в испытании его на возможную токсичность. В отношении лечебных и некоторых других препаратов, в содержание биологического исследования входит также качественная и количественная оценка некоторых других фармакологических свойств. Исследования такого рода могут и должны быть проведены не на людях, а на животных.

Но ни один вид животных нельзя считать копией человека. Определенное сходство в ряде черт, особенно среди млекопитающих, может иметь место, однако оно не подчиняется каким-либо общим правилам, и применение результатов опыта, полученных на животных к человеку, в известной мере, всегда является искусственным. Например, если пшеничную муку для улучшения ее качества обработать препаратом "аган", то в ней образуется вещество, крайне токсичное для щенков и кроликов и безвредное для морских свинок. Токсично ли это соединение для человека - неизвестно. Тем не менее, по соображениям безопасности его больше не применяют в мукомольной промышленности.

6.2 Беспозвоночные лабораторные животные

Помимо позвоночных животных в лабораториях находят применение также многие беспозвоночные - *простейшие, гельминты, членистоногие (насекомые, клещи)* и др. Цели и методы использования их в качестве лабораторных животных весьма разнообразны. Незаменимыми объектами для разнообразных лабораторных исследований издавна служат простейшие. Быстрота их размножения, малые размеры, простота и удобства содержания в условиях лаборатории делают простейших самыми дешевыми экспериментальными моделями.

Разработаны методы замораживания и длительного хранения некоторых видов простейших (трипаносом, лейшманий, токсоплазм и др.) в жидком азоте. Этот метод позволяет создавать криобанки (холодобанки) штаммов простейших, что удобно при использовании их в качестве лабораторных животных. Способность многих видов простейших размножаться бесполом путем является предпосылкой получения чистых линий простейших организмов - клонов, которые служат незаменимым объектом для генетических, иммунологических и других исследований.

При постановке экспериментов с простейшими следует учитывать не только их вид, штамм или изолят, но нередко и принадлежность к определенной генетической линии. Большое значение при лабораторном содержании имеет знание жизненного цикла развития простейшего и отдельных стадий этого цикла. При работе с простейшими значительное влияние оказывают биотические и абиотические факторы окружающей среды.

В качестве лабораторных животных из простейших широко используются саркодовые, а среди них паразитические амёбы - *Entamoeba histolytica* (возбудитель амёбиоза у человека), *E. Invadens* (возбудитель амёбиоза некоторых рептилий), а также свободноживущая амёба (*E. Moshkowskii*), представляющая морфологический двойник дизентерийной амёбы. *E. Histolytica* и *E. Invadens* в культуре являются удобными объектами для цитологического анализа действия противоамёбных препаратов. Зараженные *E. Histolytica* крысы, хомячки, коты и другие лабораторные животные являются моделями для изучения вопросов патогенеза, иммунитета и химиотерапии заболеваний, вызываемых паразитическими амёбами.

Мелкие свободно живущие амёбы группы *Fimax* служат лабораторной моделью при разработке проблем паразитизма, среди них обнаружены виды, способные вызывать тяжелые заболевания человека и животных (первичный амёбный менингоэнцефалит и др.). Амёбы видов *Naeglria fowleri*, *Acanthameba culbertsoni* и другие используются в культуре клеток для изучения их взаимодействия с тканями и клетками млекопитающих. На культурах этих амёб проводят поиск эффективных химиотерапевтических препаратов и дезинфекционных средств, а на экспериментальных моделях (зара-

женных животных) изучают механизмы патогенеза, иммунитета и др.

Крупные амебы (*Ameba proteus*, *Chaos*, *Pelomyxa* и др.) используются при цитогенетических и других исследованиях, в частности при анализе наследственной изменчивости, возникновения и частоты мутации. В микрохирургических опытах получены ядерно-цитоплазматические гибриды - гетерокарионы, на которых изучают явления трансплантационной несовместимости, эпигенетической изменчивости и т.д. На этих объектах проводят разнообразные наблюдения по воздействию ионизирующего и ультрафиолетового излучений, химического мутагенеза.

Разнообразные исследования проводятся на лабораторных культурах паразитических жгутиковых (*Flogellata*) - трихомонад, лямблий, трипаносом, лейшманий и др. На этих простейших изучают особенности механизмов антигенной изменчивости, первичные реакции взаимодействия с клетками и их цитопатическое действие. Широко используются в биохимических исследованиях близкие к промастиготным формам лейшманий, жгутиковые *Critidia fasciculata* и *Strigomonas oncopelti* из кишечника нааскомых. Эти культуры служат моделями при изучении состава нуклеиновых кислот, различных органелл, зоофлагеллят и др. Жгутиковые (трипаносомы, лямблий и др.) широко используются при лабораторном моделировании взаимоотношения паразита и хозяина.

Имеются новые данные о культивировании разных групп возбудителей класса Sporozoa, приготовлении с их помощью вакцин, антигенов для серологических и аллергических реакций, о взаимоотношениях организма паразита и хозяина на клеточном и молекулярном уровнях, механизмов действия химиотерапевтических препаратов, изучения экологии возбудителей и т.д. Получены культуры возбудителей малярии человека, что дает возможность приготовления противомаларийных вакцин. Экспериментальные исследования проводятся также на возбудителях малярии грызунов и особенно малярии птиц.

К лабораторным животным стали относить и различные виды инфузории. Свободноживущие и паразитические ресничные (Ciliata), включая *Balantidium coli* - возбудителя балантидиоза, используются для

биохимических, физиологических, цитологических, экологических исследований, при изучении действия проникающей радиации и других физических и химических факторов, а также при разрешении других проблем, имеющих общепаразитологические и медицинские значения.

Инфузорий представляют собой классические объекты для цитогенетических исследований, включая генетический анализ при изучении некоторых проблем изменчивости и наследственности. Инфузорий служат удобными объектами при токсикологических исследованиях, а также при изучении биологического эффекта действия ультрафиолетовых лучей, проникающей радиации и других факторов. В последние годы некоторые виды инфузорий нашли широкое применение в экспериментах по молекулярной биологии, в частности генной инженерии. Для содержания инфузорий *in vitro* разработаны разнообразные по составу среды - от самых простых, в виде настоев трав и листьев, до сложных синтетических с заранее определенным химическим составом.

На различных паразитических *червях - гельминтах* изучают многие вопросы действия химиотерапевтических препаратов, некоторые вопросы, связанные с биологией гельминтов и т.д. Наблюдения проводят на гельминтах, паразитирующих у человека и животных. Гельминтов, извлеченных из организма хозяина, отмывают подогретым до температуры 38°C раствором Рингера и помещают в специальные сосуды, позволяющие регистрировать их движение, питание, изменения в состоянии кутикулы и т.д.

Во многих лабораториях мира в качестве лабораторных животных используют различных *членистоногих*, таких как *плодовая мушка*, *пчелиная моль*, *клоп* и др. Стандартными лабораторными культурами являются *кровососущие насекомые* и *клещи*, которыми широко пользуются в различных паразитологических лабораториях.

Необходимым условием использования в эксперименте членистоногих является проверка исходной природной популяции (родоначальника лабораторной культуры) на чистоту линии - отсутствие естественной зараженности возбудителями болезней, поскольку кровососущие членистоногие имеют определяющее значение в качестве переносчиков и хранителей возбудителей многих *трансмиссивных*

инфекций, лейшманиозов, малярии и др. Для определения степени участия какого-либо вида членистоногих в переносе возбудителей инфекций или его истинной роли в эпидемиологии и эпизоотологии необходимо проведение экспериментальных исследований с кровососущими членистоногими и возбудителями болезни.

В лабораторных *инсектариях кровососущих членистоногих* содержат в специально смонтированных колбах, пробирках, садках. Аргасовых и *иксодовых клещей* используют для длительного сохранения возбудителей *спирохетов, риккетсиозов, арбовирусных инфекций*

6.3 Генетическая характеристика лабораторных животных

При разведении лабораторных животных проводят контроль по Генетическим, Экологическим и морфологическим признакам, а также по состоянию здоровья.

Генетически - лабораторных животных подразделяют на *нелинейных* и *линейных* (гомозиготных).

Нелинейных животных разводят на основе случайных скрещиваний и в силу этого они обладают высокой степенью гетерозиготности. Нарастание инбридинга у этой группы лабораторных животных допускается не более 1,0% на поколение.

Линейные животные - совокупность особей одного вида, которые не менее 20 поколений размножались путем близкородственных скрещиваний (инбридингом) типа *брат x сестра*. Линейные животные пользуются в экспериментальной практике во многих областях биологии и медицины. Результаты исследований, выполненные на линейных животных, являются сопоставимыми и могут быть повторены в любое отдаленное время и в другом научном центре. На них проверяют ответные реакции организма на различные биологические, физические, физические и химические факторы, стрессовые ответы в зависимости от генотипа животного и т. д.

Теоретической основой создания линий лабораторных животных явилось учение Йогенсена (1903г.) о "чистых линиях", согласно которому любую популяцию можно расчленить инбридингом на ряд линий, отличающихся *фено- и генотипически*. Основные отличия линейных животных от нелинейных заключаются в том, что они *гомозиготны* и

генетически *однородны*. Линейные животные характе ризуются определенными биологическими признаками, не передающимися по наследству из поколения в поколение. Например, мышам линии А/НЕ, ДВА-2, СЗН/СП свойственно спонтанное возникновение опухолей молочных желез, А/НЕ и ВАЛВ/С - опухолей легких, АКР и С-58 - лейкомии.

Известны линии линейных животных с повышенной чувствительностью или резистентностью к бактериальным и вирусным агентам, проникающей радиации, химическим соединениям и т. д. На основе инбридных линий получены другие варианты линейных животных. Среди них выделяют *конгенные (койзогенные)* и *мутантные* линии. *Конгенные линии* - это инбридные линии животных, различающихся только в одном локусе. На них возможно изучать эффект одного или группы тесно связанных генов. Выведено около 100 таких линий мышей. *Мутантные линии* и *стоки* часто несут гены вызывающие различные аномалии организма, аналогичные наследственным заболеваниям человека.

Практически к любой наследственной болезни человека можно подобрать модель с подобной патологией среди мутантов лабораторных животных. Обычно одна и та же линия животных разводится одновременно в нескольких лабораториях. Линейные животные этих лабораторий будут сублиниями исходной линии.

В настоящее время известны около 700 инбридных линий и сублиний, конгенных линий и мутагенных стоков мышей, 170 линий крыс, 20 линий морских свинок, 70 линий хомяков, 6 линий песчанок и т. д. Каждая линия имеет свои особенности в наборе генов, реактивности на различные антигенные и стрессовые факторы. Все линейные животные каждые 2 года проверяются на гомозиготность обычно методом трансплантации кожи. За животными с персаженной кожей ведется наблюдение в течение 150-300 дней.

Приживание трансплантов в 100% случаев является критерием *гомозиготности* линии. При нарушении генетической однородности в линии транспланты отторгаются. Дополнительными методами проверки на гомозиготность являются контроль по генам оь раски, по форме костей черепа, биохимические и цитогенстические исследования. Восстановление генетического стандарта линии, утратившей гомозиготность, достигается удалением из племенного ядра животных с признаками гетерозиготности или заменой всего племенного ядра животными той же линии из других научных центров.

Линейные лабораторные животные очень чувствительны к неблагоприятным факторам внешней среды. Поэтому условия содержания их как в питомниках, так и в периоды эксперимента должны быть лучше, чем нелинейных животных. Средняя продолжительность жизни линейных животных в большинстве случаев меньше, чем нелинейных, что необходимо учитывать при организации экспериментов с длительным сроком наблюдений.

Многообразие линейных животных поддерживается в соответствующих коллекциях при научных учреждениях. Наиболее крупные коллекции линейных мышей содержатся в США в Джексоновской лаборатории, в отделении генетики научно-исследовательской лаборатории экспериментально-биологических моделей АМН России и в других странах.

Таким образом, с генетической точки зрения следует различать 3 класса животных:

- 1 Несибридные животные (беспородные), т.е. более или менее гетерозиготные и генетически неоднородные;
- 2 Инбридные, т.е. гомозиготные и генотипически однородные;
- 3 Гибриды первого поколения, т.е. гетерозиготные, но генетически однородные животные.

Животные *первой группы* жизнеспособны и выносливы, но будучи генетически неоднородными, нежелательны для исследователя по причине большой изменчивости фенотипических признаков, тогда как индивиды *второй группы* - менее выносливы и более чувствительные к незначительным колебаниям внешней среды, а *третьей* - объединяют в себе свойства животных обеих предыдущих групп, но на практике это бывает не всегда.

Инбридинг (родственное скрещивание) сыграл большую роль в создании ряда лучших пород сельскохозяйственных животных. Однако использование инбридинга в широких масштабах приводит, как правило, к ряду отрицательных последствий как снижение плодовитости, продуктивности, ослабление конституции. Поэтому распространение в животноводстве искусственного осеменения, многократное уменьшение количества используемых производителей создаст угрозу стихийного распространения инбридинга, и особенно среди крупного рогатого скота.

Хотя увеличение потомства от лучших производителей желательно как один из эффективных методов повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, но распространение инбридинга может вызвать отрицательные последствия, значительно превосходящие его положительные эффекты. Вопрос о последствиях и допустимости инбридинга до 18в. интересовал людей лишь в отношении их самих.

С давних времен у большинства народов и племен земного шара браки между близкими родственниками, типа брат-сестра, отец-дочь, мать-сын, дядя-племянница, двоюродный брат - двоюродная сестра и др. считались вредными и запрещались, а иногда даже сурово наказывались. Примером может служить трагедия "Енлик - Кебек" Шакарима, которые были убиты, т.к. был нарушен закон, который существует у казахов с давних времен, запрещающий брак среди родственников до седьмого поколения.

C. Sterh приводит данные ряда исследователей, доказывающие, что в США, Франции, Японии, Швеции в 20-50 гг. XX века в потомстве от браков двоюродных братьев и сестер мертворожденность, смертность в раннем возрасте и распространенность физических и психических дефектов были в 1,5-3,5 раза выше, чем в потомстве от неродственных браков.

6.4 Основы разведения лабораторных животных

Животные, предназначенные на племя, должны быть здоровыми, полноценными по своей конституции и достигшими определенного возраста. Порода, масть и т.п. имеют значение только при определенных требованиях опытов. Самок, дающих малочисленный или нежизнеспособный приплод, из группы племенных исключают.

Молодняк, предназначенный на племя, с момента отсадки от матери переводят в группу ремонта, с особым кормлением, уходом и содержанием. Всех племенных животных регистрируют в специальном журнале или на карточках.

Кролики. Крольчат, выделенных на племя, содержат по 2-3 головы в клетках, самок и самцов отдельно. Соотношение самцов и самок должно равняться 1:8-1:10. Первая случка самок производится в возрасте шести месяцев. При случке подсаживают самку к самцу, а не наоборот. Беременность продолжается 28-32 дня. Во время беременности самки содержатся в клетке по одной. Количество родившихся крольчат достигает 1-12. Под самкой оставляют столько крольчат, сколько она может прокормить (сообразуясь с ее молочностью), но не более 6-8 голов (рис. 83, позиции 1,2,3,4,5,6).

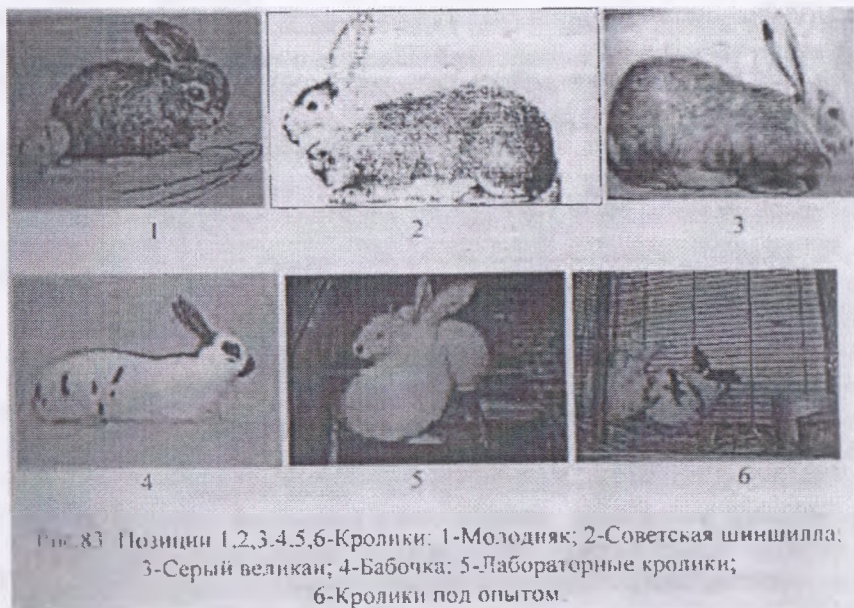


Рис. 83 Позиции 1,2,3,4,5,6-Кролики: 1-Молодняк; 2-Советская шиншилла, 3-Серый великан; 4-Бабочка; 5-Лабораторные кролики; 6-Кролики под опытом.

Крольчата рождаются слепыми. Прозревают они на десятый день после рождения. Молоком крольчата питаются до 20 дней, затем начинают поедать корм матери, так что в этот период нужно ставить в клетку дополнительный мягкий корм. Их отсаживают от самки в месячном возрасте, лучше всего в 2-3 приема, сперва более упитанных, а затем остальных. Крольчат клеймят и рассаживают по 2-3, сообразуясь с их массой, характером и полом. Живая масса отсаженного молодняка (как и взрослых) зависит от породы.

Повторная случка самок допускается не ранее чем по истечении 1-1,5 месяцев после родов. Племенная служба кроликов длится до 2- 3 лет. В зимние месяцы самкам дают отдых.

Морские свинки. Животные допускаются к случке в возраст не менее 9 месяцев, а-самцы - 6 месяцев, при массе самок 540г, а самцов - 630г.

У свинок применяется так называемая вольная случка. В свободную клетку вначале помещают самца, а через день к нему подсаживают четырех самок. Животных содержат вместе до появления явных признаков беременности у самок, после чего последних рассаживают по одной в клетку. Беременность у свинок продолжается два месяца, а лактация - один месяц. Родятся обычно 2-3 детеныша с открытыми глазами. Через 2-3 часа после рождения они уже бегают по клетке. Молодняк в 30-дневном возрасте отсаживают в общие клетки по 4-6 голов.

При выращивании молодняка (как и в отношении взрослых свинок) следует уделять особое внимание его кормлению и содержанию, так как эти лабораторные животные по сравнению с другими, обладают меньшей устойчивостью к неблагоприятным условиям (сквозняк, сырость и пр.), поэтому, в частности, клетки со свинками нельзя ставить близко к окнам. Племенная служба свинок длится 2, реже 3 года. В год свинки дают от 3 до 5 пометов (рис. 84, позиции 1,2,3).

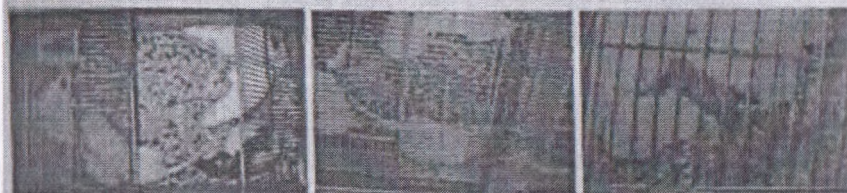
Белые крысы и мыши. Племенные *мыши* содержатся семьями по 5-6 самок и по одному самцу в одной клетке, где происходит так же случка и выкармливание молодняка. Самцы и самки *крыс* содержатся также вместе, но только в клетках больших размеров - в одной клетке по 10-12 самок и по 2-3 самца. Самки после появления признаков беременности удаляются из общей клетки и сажаются по две в одну клетку, где они приносят потомство и выращивают его (рис.85, позиции 1,2,3,4,5,6,7).



1 2 3
Рис.84 Позиции 1,2,3 - Морские свинки различных мастей в лабораторных условиях.



1 2 3 4



5 6 7

Рис 85 Позиции 1,2,3,4,5,6,7 - Крысы: 1-серая - пасюк; 2 - шиншилловая; 3 - мускусная кенгуровая; 4 - белая крыса; 5,6,7 - лабораторные.

Мыши дают хорошие пометы с годовалого возраста, но не более 4-5 пометов. *Крысы* за свою производственную службу дают около 5-6 пометов, после чего выбраковываются, как и мыши.

Половая зрелость у мышей и крыс наступает в возрасте около 3-4 месяцев. В течение года они могут дать 4-7 пометов по 5-9 детенышей. Масса зрелых мышей достигает: у самок - 18-19г. у самцов 19-22г. масса крыс: самок-155-170г. самцов - 190-230г. Беременность у мышей длится

18-25 дней, у крыс 16-22 дня. Детеныши рождаются слепыми, у мышей массой около 1,5г, у крыс - около 5г. Глаза открываются у мышей в возрасте 12-14 дней, у крыс - между 14 и 17-м днем. Мыши и крысы начинают самостоятельно кормиться на 18-й - день жизни. Отсадка от самок у тех и других производится по достижении 25-30-дневного возраста. Масса молодняка в этот период равен у мышей 8-10, а у крыс 45-48г.

Отсаженный молодняк мышей помещают в клетки по 20-25 голов, а крыс при возрасте детенышей около трех недель высаживают в большие клетки по 5-6 самок вместе с потомством, где их содержат 7-10 дней. По истечении этого срока самок удаляют в общие для взрослых клетки до следующей беременности (рис.86, позиции 1,2,3,4,5,6).

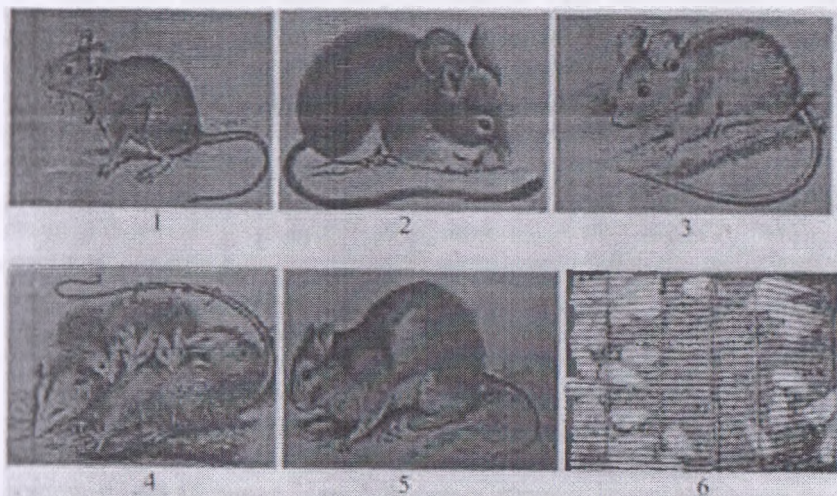


Рис.86 Позиции 1,2,3,4,5,6 - Мыши: 1-полевая; 2-домовая; 3-древесномышь; 4-желтоногая сумчатая, с детенышами; 5-африканская; 6-лабораторные

Различные маточники и специальные перегородки для гнезда в клетках у беременных животных всех видов являются излишними и лишь затрудняют обслуживание. Вместо маточников достаточно бывает перед родами помещать в клетки чистое сено в необходимом количестве, из которого сами животные устраивают себе гнездо и в этих условиях хорошо вскармливают потомство. Маточник необходим лишь для кроликов в зимнее время, если клетки находятся на открытом воздухе.

При приеме новых животных в питомник и выдаче животных под опыт, обращается внимание на состояние их здоровья и физическое развитие. При внешнем осмотре учитывается состояние шерстного покрова: у здоровых животных шерсть густая, плотно прилегает к телу, глянцевитая; у больных и ослабленных - она взъерошенная, матовая, часто грязноватая. У больных крыс и мышей есть, кроме того, очень характерный признак - посинение ушей и хвоста.

Общее состояние здорового животного бодрое, взгляд живой, естественные отверстия чистые, аппетит хороший. Иногда у внешне здоровых животных на коже появляются поражения с очаговыми выпадениями волос, что наблюдается при авитаминозах и заболеваниях грибкового происхождения. Поэтому всех животных с плешинами биркуют впрямь до выяснения истинной причины заболевания.

Кроме состояния здоровья, при приеме животных важно определить их живую массу. Крупных животных взвешивают в переносном ящике и на простых настольных весах. Для мышей и крыс лучше всего иметь весы без разновесов.

Температуру тела животных, когда в этом возникает необходимость, измеряют в прямой кишке. При гибели животных в питомнике проводят обязательное их вскрытие, а при подозрении на инфекцию - и бактериологическое исследование.

Если животные поступают в питомник из хозяйства, неблагополучного или подозрительного по заболеваниям, их выдерживают положенный срок в карантине, но не менее двух недель, только после этого они могут быть допущены в общее стадо или под опыт.

6.5 Кормление и содержание лабораторных животных

6.5.1 Кормление лабораторных животных

Одним из основных вопросов проблемы *рационального кормления* лабораторных животных является точное выяснение качественного и количественного состава корма, в котором нуждаются лабораторные животные разных видов и скормливание которого должно иметь силу закона.

В лабораторных условиях кормление животных всецело определяется тем, что им дают. В отличие от других диких животных, которых содержат не в такой строгой и гигиенической неволе, лабораторные животные не могут сами восполнять недостатки в корме. Это положение не меняет дела даже в тех случаях, когда поедание приплода (крысы) или испражнений - капрофагии (кролики) - являются установившейся инстинктивной привычкой животных данных видов.

Виды отличаются друг от друга по своим *потребностям в кормлении*. Потребности крыс и мышей в качественном отношении достаточно сходны, что позволяет скормливать им одни и те же продукты, но это исключение. Общее же правило таково, что животные каждого вида нуждаются в особом режиме кормления. Потребности в питании различны в каждый период жизни животного. Быстрый рост, беременность, период грудного кормления и даже температура окружающей среды ниже оптимальной связаны с усиленным питанием животных.

То же самое справедливо при наличии у них некоторых инфекций и инвазий. Все животные предпочитают поедать одни корма и неохотно поедают другие или отказываются от них. Расстройства здоровья вследствие неправильного кормления может быть вызвано общей количественной недостаточностью или избытком в нем определенных *ингредиентов*. Количественная недостаточность кормления влечет задержку роста молодых животных, потерю массы взрослыми и понижение сопротивляемости к заболеваниям.

Тем не менее, умеренное ограничение общего потребления корма не только не оказывает вредного влияния, но и удлиняет производительный и общий период жизни животных, повышает сопротивляемость их к некоторым инфекциям. Животные, которые наедаются досыта, оказываются в худшем состоянии по сравнению с теми животными, кормление которых несколько ограничено. В *неполноценном рационе грубо нарушено равновесие* между его основными компонентами (белками, углеводами, жирами; клетчаткой и т. д.), с недостаточным или избыточным содержанием дополнительных веществ (витаминов, минеральных солей).

Однако, следствием неполноценного кормления не обязательно является смерть или серьезное заболевание. Не обязательно также и раннее проявление указанных последствий. Например, умеренная недостаточность в рационе витамина Е может не обнаружиться в течение двух-трех поколений и лишь впоследствии неблагоприятно *in* развиться на плодовитости животных. Избыток углеводов при относительной недостаточности белков приводит животных к ожирению, которое, несмотря на их здоровую внешность, впоследствии может также понизить их плодовитость.

Размножение, особенно столь плодовитых животных как мыши и крысы, связано с очень высокими требованиями к кормлению. Рацион удовлетворительный для поддержания здоровья, нормального роста и среднего уровня плодовитости, может оказаться недостаточным в условиях интенсивного размножения. Потребностью в различных рационах характеризуются животные не только разных видов, но и разных пород одних и тех же видов и даже одной и той же породы, находящиеся в разных условиях среды.

Ингредиентами диеты для лабораторных млекопитающих являются зерна злаковых и бобовых растений, листва и трава, молоко и молочные продукты, семена масличных растений, рыба, мясо, кости, дрожжи, различные экстракты, витамины, минеральные соли и кода. Основные калорийные потребности удовлетворяются злаковыми и бобовыми, а дополнительным источником белков служат молоко, рыба и мясо.

Выбор кормовых ингредиентов определяются потребностями животного, наличием местных ресурсов в достаточном количестве и взаимной совместимостью ингредиентов, если они даются животным в смеси. Некоторые составные компоненты рациона при смешивании нежелательным образом реагируют друг с другом. Так, например, добавление рыбьего жира к корму для мышей, который затем прессуется в брикеты и хранится в течение некоторого времени может разрушить витамин Е. В процессе приготовления брикета смесь подогревают, что также способствует изменению ее состава.

Корм может оказаться источником некоторых инфекций, в особенности микробов из группы сальмонелл и яиц глистов. Комбинированный корм для гнотобионтов с известной микрофлорой стерилизуется автоклавированием, что создает дополнительные возможности для взаимодействия составляющих его ингредиентов.

При составлении рациона для лабораторных животных необходимо исходить из ряда условий: потребность животных данного вида, предельно допустимые количества ингредиентов и их соответствие оптимальным условиям питания в периоды повышенной потребности, например, во время беременности, возможное несоответствие между действительным составом диеты и суммой исходных ингредиентов и т. д.

Большую роль в рационе играют витамины, которые доставляются животным в молоке, рыбьем жире, зеленых кормах (морковь, трава и др.). Особенно необходимо молоко мышам, кормящим крысам и другим животным. Часть молока, вводимого в рацион, желательнее давать в виде ацидофилина (ацидофильная простокваша). Ибо последний представляет хорошее профилактическое средство от многих заболеваний, в особенности кишечных инфекций, а также улучшает развитие животных.

В рацион крыс, помимо указанного, обязательно включается мясо. При отсутствии его, витаминов и солей наблюдается поедание крысами друг друга. Мясную часть рациона крыс можно восполнять мясом кошек и других животных, использованных для опытов (только не после опытов с инфекциями и другими опасными для крыс заболеваниями).

Из зерновых кормов готовится смесь из расчета: овса - 50%, проса - 20%, ячменя - 15%, пшеницы - 10%, подсолнуха или конопли - 5%. Рыбий жир рекомендуется давать в указанной дозе с хлебом или зерновым кормом. Его заменяют томатным соком и облученными дрожжами, которые даются поочередно (через день) вместе с зерновым кормом. Корнеплоды (морковь) лучше готовить в протертом виде. Мел употребляется кусковой. Соль кладется в кашу. Молоко, лучше в чистом виде (или разбавленное кипяченой водой), наливается в поилки. Крупа скармливается в виде каши. Витаминные корма и корнеплоды используются зимой, а летом их заменяют и-пеной травой (табл. 7).

Соотношение концентрированных кормов в рационе крыс: овес- 70%, отруби или жмых-30%. Крысам мясо дается только в вареном виде.

Свинкам целесообразно давать томатный сок или кислую капусту, чем рыбий жир, так как последний не содержит витамина С. Кислую капусту перед скармливанием промывают водой. Ее рекомендуется давать поздней весной, когда корнеплоды становятся уже недоброкачественными. Соотношение концентрированных кормов в рационе свинок - овес-50%, ячмень - 10%, отруби - 25%, жмых - 15%. Отруби с целью лучшей поедаемости для всех животных запаривается кипятком (табл. 8).

Таблица 7 Суточные кормовые нормы для мышей и крыс племенного стада(в г)

Виды кормов	Взрослые		Ремонтные		Молодняк		Подсос	
	Мыши	Крысы	Мыши	Крысы	Мыши	Крысы	Мыши	Крысы
Рыбий жир	Од	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1		
Томатный сок	0,3	0,5	0,3	0,5	0,1	0,3		
Облученные дрожжи	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3		
Люцерновая мука	0,5		0,5		0,2			
Корнеплоды	1,0	6,0	1,0	5,0	0,5	4,0		2,0
Трава	4,0	10,0		10,0	0,5	5,0		2,0
Кон концентрированный корм	8,0	15,0	7,0	15,0	5,0	13,0	2,0	6,0
Крупа	2,0	5,0	1,5	3,0	1,0	3,0	0,5	2,0
Хлеб белый	2,0	18,0	1,5	16,0	1,0	12,0		4,0
Молоко	6,0		5,0		4,0		2,0	8,0
Мясная мука	0,5	10,0	0,4	8,0	0,3	6,0	0,2	4,0
< оно	2,0	5,0	2,0	5,0	1,0	3,0	0,5	1,0
Соль	Од	0,2	0,1	0,2	0,005	0,2		
Костная мука	0,3	0,6	0,3	0,6	од	0,6		
Кусковой мел	0,3		0,3		0,3			

Рыбий жир дается в указанной дозе или заменяется томатным соком и облущенными дрожжами. При сочетании беременности с лактацией норма для взрослого кролика увеличивается соответственно на 30%. Концентрированный корм состоит из 70% овса и 30% отрубей. Для кроликов-самцов рекомендуется корма богатые белками (чечевица, горох). Вскармливание животных может проводиться различными методами, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

В некоторых колониях животных на каждый день недели составляют *свое меню*, которое, несомненно, представляет интерес для животных и вероятно еще больший интерес для людей, занятых их разведением. В условиях больших колоний такой метод кормления связан с огромной затратой утомительного труда.

Таблица 8 Суточные кормовые нормы для морских свинок и кроликов племенного стада (в г)

Виды кормов	Возрастная группа					
	Взрослые		Молодняк		Подсос	
	Свинки	Кролик	Свинки	Кролик	Свинки	Кролик
Томатный сок	0,8	0,3	0,5	0,4		
Рыбий жир	0,3	0,4	0,1	0,3		
Облущенные дрожжи	0,3	0,4	0,1	0,3		
Корнеплоды	80	200	70	120	35-40	
Грива	500	800	350	500	50	150
Концентрированные корма	45	140	35	80	20	40
Молоко			10		5	50
Сено	50	150	30	100		60
Соль	0,3	0,5	0,2	0,2		
Костяная мука	0,2	0,5	0,1	0,5		
Квашенная капуста	20		10		5	
Крупа			5		3	

Другим методом является скармливание животных *клеякой смесью*, приготовленной из порошковых ингредиентов с добавлением к ним воды и превращенных в пасту. Порцию свежей пасты ежедневно кладут в каждую клетку. Однако, если пасту не держать в специальных кормушках, она неизбежно будет загрязняться калом и подстилкой. К тому же паста является превосходной средой для бактерии и грибов и быстро прокисает.

Различают помещения *зимние и летние, постоянные и временные* (так называемые выгулы). В каждом виварий обязательно должно быть карантинное помещение для вновь поступивших и изолятор для заболевших животных (при работе с искусственно зараженными животными всегда предусматривается постройка специально устроенных изоляторов). Для ухода за животными после сложных операций в современных вивариях устраивают, так называемые *клиники*, где животным создают особенно благоприятные условия и где они находятся под постоянным наблюдением.

Клинические помещения могут также использоваться для длительного содержания животных, требующих специального ухода. В случае необходимости при устройстве клиник предусматриваются как общие, так и одиночные палаты. Обязательно должны быть специально оборудованные помещения, позволяющие проводить санобработку, как вновь поступивших животных, так и назначенных на операцию или используемых в длительных экспериментах, требующих соблюдения определенных санитарно-гигиенических условий (условно-рефлекторные опыты и др.).

В ряде случаев совершенно необходимо иметь в виварии специально оборудованную *дезинфекционную камеру*, позволяющую быстро обрабатывать зараженные клетки, спецодежду сотрудников и подсобный инвентарь. Должно быть предусмотрено *помещение для вскрытия павших животных и хранения трупов*. Виварий оборудуются кухней с раздаточной, мойкой и складскими помещениями для хранения продуктов и запасного инвентаря (рис.87).

Необходимо уделять большое внимание вентиляции виварий. Обычные методы вентиляции простым отсасыванием воздуха из помещения для животных, как правило, оказываются недостаточными. Для удаления газообразных продуктов распада выделений животных, устраивают приточно-вытяжную вентиляцию. Помещения виварий должны иметь водостойчивый, например, каменный или цементный пол со сточными канавами и надежными трапами, что позволит быстро производить уборку струей воды из гибкого шланга, подключенного к водопроводу. Чтобы можно было обмывать и дезинфицировать стены, их облицовывают кафельной плиткой.

Следует отдать предпочтение относительно небольшим помещениям для животных. В них меньше шума, который беспокоит животных, их легче вентилировать и поддерживать в них чистоту, наконец, они представляют меньшую опасность в инфекционном отношении. По форме помещения для животных должны быть скорее удлиненными, а не квадратными, чем достигается более экономное использование пространства (рис. 87).

Впрочем, в некоторых случаях более удобны квадратные помещения, при этом в центре комнаты остается достаточно места для работы. Так, например, в комнате размером 2,5x5,0 м с одной или двумя дверями, стеллажи с клетками удобно разместить вдоль длинных стен. Возможно также размещение стеллажей в центре комнаты с доступом к ним с двух сторон, однако, такое расположение стеллажей менее экономично.

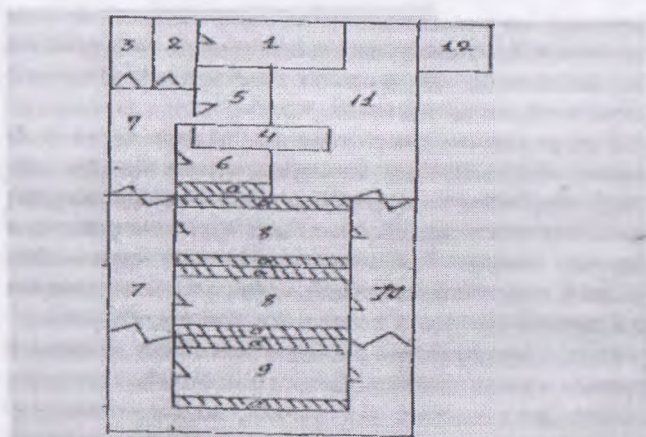


Рис. 87 План вивария для лабораторных животных

Чистые служебные помещения: 1 - прихожая, туалет, душевые; 2 - кухня; 3 - кормокухня с недельным запасом кормов; 4 - стерилизационная; 5 - склад подстилочных материалов; 6 - склад клеток; 7 - чистый коридор. **Помещения для животных:** 8 - подопытные животные; 9 - разведения животных; а - стеллажи. **Грязные служебные помещения:** 10 - грязный коридор; 11 - моченная; 12 - трупы и мусоросжигалка.

Практика показывает, что в виварий должно быть четыре изолированных секций. *Первая секция* предназначена для животных, еще не взятых в опыты. Это секция для размножения животных и, возможно, для поступающих извне (карантин), ее удобно называть *секцией здоровых животных*. *Вторая* - предназначена для *подопытных животных*. Сюда поступают животные из первой секции и остаются здесь на все время опыта. Они не должны возвращаться в секцию здоровых животных. Эту секцию можно назвать *секцией подопытных животных*. В *третьей* секции хранятся корма, чистая подстилка, чистые и запасные клетки и другой инвентарь. *Четвертая* - предназначена для *чистки* клеток, грязной подстилки, трупов павших животных и т.д. Чистые клетки и другие предметы оборудования возвращаются на склад, откуда их доставляют для использования в ту или другую секцию для животных.

Большое внимание следует уделять сообщению-связи между названными секциями. В идеальном случае чистый и грязный пути циркуляции животных, кормов и инвентаря нигде не должны пересекаться. В помещении для животных целесообразно устраивать две двери, одну из них для доставки чистых клеток, кормов и т.д., другую для удаления грязных клеток. Таким образом, поток кормов и инвентаря все время идет в одном направлении от чистого к грязному. Клетки и другие предметы оборудования после использования и чистки возвращаются в чистые секции лишь после стерилизации. Если устройство отдельных чистых и грязных переходов оказывается невозможным, тогда одним и тем же переходом можно пользоваться с разной целью в разное время дня. Например, для движения грязных материалов - по утрам, а для чистых - во второй половине дня, после тщательного мытья и дезинфекции.

Наиболее удобная для работы удлиненная форма комнат для животных с пристеночным (а) и центральным (б) размещением стеллажей (В) для клеток и водопроводной раковины (Г). Пристеночное размещение стеллажей, помимо удобства для работы, экономичнее центрального (рис.88).

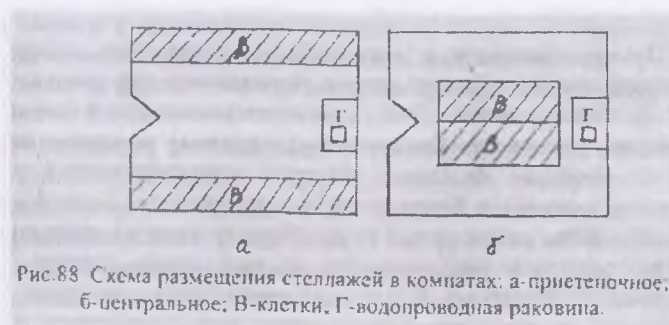


Рис.88 Схема размещения стеллажей в комнатах: а-пристеночное; б-центральное; В-клетки, Г-водопроводная раковина.

До сих пор обсуждение касалось помещений для животных в самой общей форме, без относительно того, предназначаются ли они для мышей, морских свинок, крыс или других животных. За немногими исключениями, все такие помещения должны быть пригодны для всех видов лабораторных животных. Дорогостоящий и благоустроенный питомник или виварий не строится на 1-2 года, а виды животных, которые в нем содержатся, в разные годы могут быть разными. В помещении, которое в этом году используется для мышей, в будущем году могут находиться кролики, и такая перемена должна происходить без серьезной перепланировки.

6.5.3 Клетки, стеллажи и другой инвентарь для лабораторных животных

В настоящее время имеется огромный ассортимент *клеток* в отношении их размеров, конструктивных особенностей и материалов.

Мы еще далеки от идеальных стандартных клеток для каждого вида животных и, возможно, никогда не будем иметь их, как бы не стремились к этому конструкторы и изготовители. То же самое можно сказать и о кормушках.

Стеллажи независимо от того, свисают ли они с потолка, ирикрепленцы ли к стене или смонтированы на колесах, во всех случаях должны обладать одной общей конструктивной особенностью, а именно подвижными полками, что даст возможность расстояние между ними регулировать по желанию. "Гибкость" - необходимая особенность большинства современных благоустроенных питомников и вивариев. По этой причине система неподвижных полок, кото-

рая удобна сегодня, может оказаться серьезным препятствием завтра.

Сплошным полкам следует отдать предпочтение перед металлическими и деревянными решетчатыми полками, так как такая их конструкция исключает возможность попадания пыли и мусора с одного ряда полок на другой. В интересах поддержания чистоты следует избегать углов и пазов, к которым трудно или невозможно подойти с пылесосом или тряпкой.

Об оптимальной величине клеток имеются разные суждения. Несмотря на то, что очень большая клетка не только занимает слишком много места и может оказаться даже менее удобной для животных, все же общая современная тенденция направлена на увеличение размеров клеток. Количество животных в клетке, также, отражается на результатах некоторых опытов. Клетки простой конструкции при всех обстоятельствах, предпочтительнее более сложных, они дешевле, лучше чистятся и дольше служат.

Имеется значительный выбор материалов для устройства клеток. *Деревянные клетки* обладают хорошими теплоизолирующими свойствами, что особенно важно для мышей, для которых температурный режим - 37°C. Поддерживать такую температуру во всем помещении невозможно. Наряду с этим дерево - легкий, дешевый и звукопоглощающий материал, его можно стерилизовать химически, кипячением или горячим паром. Удобна также *просмоленная фанера*.

Гальванизированное железо очень прочно, довольно дешево, но с трудом поддается обработке, довольно тяжело, а гальваническое покрытие рано или поздно поддается механическим или химическим воздействиям. Вполне приемлемы, также, *стальная проволока или железные листы*, покрытые другими способами, но они менее прочны. *Свободный от примесей алюминий* легкий и прочен, но он дороже оцинкованного железа и разрушается под влиянием некоторых химических соединений. *Нержавеющая сталь* исключительно прочна и легко чистится, однако, его недостатком является не только высокая стоимость, но и прочность.

Клетка, которая может прослужить 10-20 лет, может, стать серьезной помехой уже через 5 лет, так как к этому времени ее конструкция может оказаться устаревшей. Поэтому, умеренный срок службы клетки, пожалуй, нужно рассматривать как ее преимущество. *Стекло - тяжелый материал*, изготовленный из него инвентарь, может служить довольно долго.

Все большим вниманием пользуются *пластмассы*. *Стекловолокно* очень легко и прочно, хорошо моется и довольно дешево, однако, оно обладает одним серьезным недостатком - на краях клеток в результате износа пластмассы выступают кусочки стеклянного волокна, которые могут вызвать дерматит рук у обслуживающего персонала.

Кроме того, неплотные пластмассы под влиянием тепла деформируются, поэтому изготовленные из них клетки нельзя обрабатывать автоклавированием или кипячением. В некоторых пластмассах мелкие грызуны без труда прогрызают дыры, особенно если они в состоянии дотянуться до верхнего края клетки и найти для зубов точку опоры. Таким образом, ни один из материалов, из которых в настоящее время изготовляют клетки, не свободен от тех или иных недостатков.

Для *содержания собак* обычно используют либо большие железные клетки (размером 100х80х 100см и больше), либо специально построенные кабины (площадью около 2м²) с решетчатой передней стенкой, в которой имеется надежно запирающаяся дверь. В виварий эти кабины должны быть облицованы кафельной плиткой выше человеческого роста и иметь площадь около 5м². Пол в кабинах делается слегка наклонным, что позволяет моче без задержки стекать в сточную канаву. В каждой кабине на пол кладется высокий решетчатый настил, выравнивающий кривизну пола и позволяющий легко вымывать экскременты струей воды. Все кабины должны иметь этикетку с номером и кличкой собаки.

Для *содержания кошек*, которые очень плохо переносят неволю и быстро гибнут в обычных небольших клетках, целесообразно устраивать большие вольеры (350х700см и более) на 15-20 кошек. Внутри таких вольеров каждая кошка должна иметь индивидуальную кабину для сна (40х40х30см), так называемое *дупло*. В вольере необходимо поставить ящик с опилками и установить инфракрасные излучатели, чтобы кошки могли обогреться.

Для содержания кроликов используются клетки разных образцов размером не менее 50-70х40-50см, которые размещаются в 3 этажа на специально устроенных стеллажах (в питомниках удобны клетки 110х60х80 см). Как клетки, так и стеллажи рекомендуются изготовлять из металла, т.к. дерево легко загрязняется и трудно поддается дезинфекции. Для изготовления решетчатых клеток для кроликов очень удобен алюминий, а стеллажи могут быть сделаны из простого железа, покрытого водоупорной краской (рис. 89).

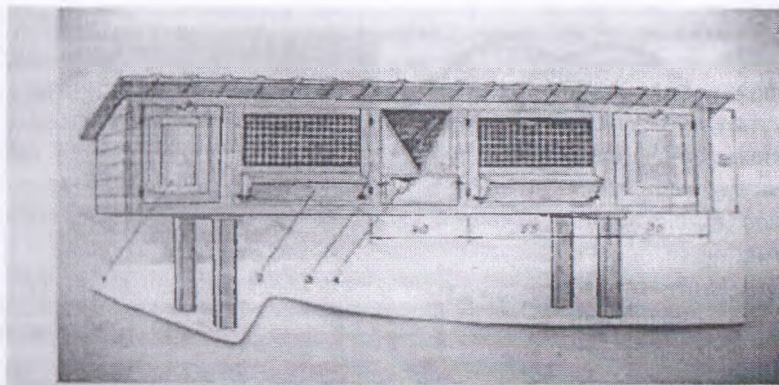


Рис 89 Двухместная клетка-шел для кроликов: 1-гнездо; 2-открывающаяся кормушка; 3-ось кормушки; 4-открывающаяся полка.

Морских свинок можно содержать в кроличьих клетках или клетках специального образца (65-90х55-60х40 см), имеющих 2 отделения.

Для содержания более *мелких животных* (крыс, мышей) обычно применяются сетчатые клетки с дверцей из металлических прутьев или другого материала меньшего размера (30-50х40-25 см). Эти клетки экономно устанавливаются на стеллажах, образуя так называемые батареи. Каждая клетка имеет выдвижной поддон, позволяющий быстро производить уборку. В одной клетке в зависимости от вида лабораторных животных можно содержать не более 15 мышей, 10 крыс, 1 кролика, 5 морских свинок и 5 хомяков (рис.90).

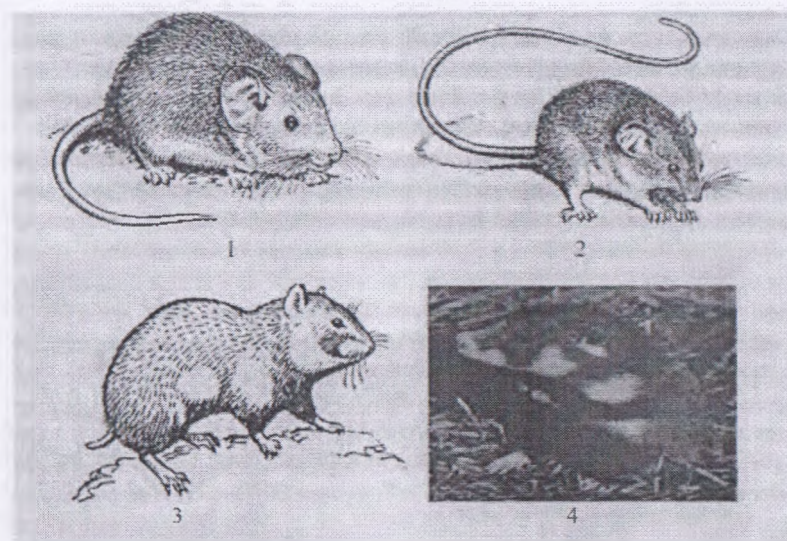


Рис. 90 Позиции 1,2,3,4-Хомяки. 1-закавказкий мышевидный хомячок; 2-Туркменский мышевидный хомячок; 3-лесной хомяк; 4-обыкновенный хомяк.

Для длительного *содержания лягушек* используются неглубокие цементированные бассейны или ванны с проточной водой. В них обязательно должны быть сделаны настилы или отмели из песка и камня, позволяющие лягушкам сидеть на мелководье и выбираться на сушу. Нужно постоянно контролировать чистоту воды и своевременно отсаживать больных животных.

При *организации аквариумов* для содержания и разведения *рыб* следует учесть, что многие породы пресноводных рыб плохо переносят водопроводную воду, которая может содержать избыток хлора и ряд коагулянтов, добавляемых к воде для освобождения ее от взвесей. Поэтому в крупных городах при устройстве больших аквариумов часто вместо водопроводной воды используют воду из артезианских колодцев, давая ей нагреваться в отстойниках, где она дополнительно насыщается кислородом.

В *террариумах*, предназначенных для содержания *рептилий*, учитывают особую требовательность этих животных в отношении температурного режима, условий освещения и влажности. Целесообразно в террариумах создавать известный градиент в температуре, освещенности, а также распределении воды и суши, чтобы животные сами

могли выбрать для себя так называемую *зону комфорта*, т.е. условия наилучшего существования.

Условия, необходимые для содержания диких животных, могут быть настолько разнообразны, что необходимо, при постройке вивариев, знать конкретно с каким видом животных придется иметь дело.

Планируя виварий, надо стремиться наиболее рационально разместить помещения в разных этажах здания и не допустить ошибок в расположении самого вивария по отношению к другим зданиям *с учетом розы ветров*. Следует учесть, например, что содержание собак в городах, особенно в летнее время, сопряжено с большими трудностями, т.к. их лай в самом виварии и, особенно в выгулах, может беспокоить людей, живущих в соседних домах.

Поэтому виварий всегда желательно строить в более уединенном месте, а при отсутствии такой возможности его следует помещать не в подвальном этаже, а под самой крышей здания. Лай собак в чердачных помещениях почти не мешает жизни города, и распространение неприятных запахов уменьшается.

Виварий оснащается инвентарем для чистки, мытья горячей водой клеток и помещений и их дезинфекций, а также кормушками и поилками, ведрами и кастрюлями для приготовления (мытье, измельчение, варка) и раздачи кормов, весами для животных и кормов, халатами и полотенцами для обслуживающего персонала, термометрами, запасом дезинфицирующих средств, аптечкой. В больших *питомниках* необходима печь для сжигания трупов, мусора и навоза от больных животных.

Лучшим подстилочным материалом для клеток служит мягкий торф, менее пригодно сено, древесные опилки, лузга зерновых продуктов.

При кормлении лабораторных животных необходимо выполнять следующие требования. Количество кормов должно быть *достаточным*, но не чрезмерным, *не допускать испорченных и залежавшихся кормов*. Корма должны содержать витамины в достаточном количестве (при

отсутствии свежих кормов давать дрожжи, рыбий жир, иногда витаминные препараты). Кормить животных следует 2-3 раза в день, кормящих же самок и молодняк не менее 3 раз. Помещать корма следует в хорошо очищенные и продезинфицированные кормушки (кипячение после мытья).

Переход от одного вида корма к другому производить постепенно во избежание у животных *кишечных расстройств*. Воду дают при исключительно сухом фураже (например, при отсутствии в суточном рационе корнеплодов), а также перед родами - самкам. В клетки с грызунами кладут прутья или куски дерева, в особенности в периоды роста зубов. Рекомендуется для мелких животных использовать комбинированные корма в виде кормовых брикетов, что обеспечивает правильное единообразное и экономичное кормление. Контроль за качеством и достаточностью кормления осуществляется периодическим взвешиванием выборочных групп животных.

Правильная постановка дела в вивариях требует исключительно внимательного отношения к кормлению животных. Обычно, Министерство здравоохранения в специальном приказе совместно с Министерством сельского хозяйства (Департаментом ветеринарии) определяют специальные нормы кормления (с учетом витаминного состава кормов), обеспечивающие лучшие результаты разведения разных видов и пород лабораторных животных.

Все виварии находятся под наблюдением органов ветеринарной службы, регулярно осуществляющей обязательные противоэпизоотические мероприятия и обеспечивающей своевременную помощь всем заболевшим животным.

Микробиологический виварий обладает существенными особенностями, обусловленными необходимостью пользоваться одновременно большим количеством мелких особей, отличающихся восприимчивостью к инфекционным заболеваниям. Получать животных из мелких, кустарного типа хозяйств опасно, т.к. можно занести в виварий инфекции. Помещение для клеток должно состоять из комнат, легко изолируемых в случае выявления массовых заразных заболеваний. Кроме того, необходимы отдельные помещения для подготовки кормов, хранения и запаса их, для изоляции подозрительно-инфекционных животных, вместе с их клетками.

Рекомендуется в питомниках оборудовать защищенную от *дождя* площадку для летнего содержания в клетках кроликов и морских свинок. Особое внимание уделяется помещениям для заражаемых разными инфекциями подопытных животных, требующих изолированного содержания (коридорная система или даже отдельные входы извне). Инфицируемые животные содержатся в индивидуальных клетках малого размера (кроме массовых опытов на очень мелких животных при одновременном заражении их одинаковой культурой).

Необходимо устранить возможность не только распространения инфекций внутри помещений виварий, но и выхода их за его пределы. Это обеспечивается глубоко продуманной для каждого виварий системой изоляции (отдельный обслуживающий персонал, запрещение входа другим лицам, частая смена спецодежды и пр.), режимом содержания и кормления зараженных животных, тщательной дезинфекцией всего инвентаря.

Разведение животных должно удовлетворять потребностям лаборатории в животных с закрепленными в их потомстве наиболее полезными для экспериментальных целей свойствами организма, поэтому в вивариях необходима квалифицированная селекционно-племенная работа, в т.ч. по выведению чистых линий.

Большие хозяйства следует разделять на обособленные части, находящиеся под обязательным и регулярным ветеринарно-санитарным наблюдением. Необходимо ежедневный и самый внимательный осмотр животных с соблюдением всех мер предосторожности от возможного распространения инфекции: частое мытье рук или обтирание их смоченным в дезрастворе полотенцем; дезинфекция чашек весов, термометров и других соприкасающихся с животными предметов; осмотр больных и подозрительных в этом отношении животных лишь после осмотра здоровых; немедленное удаление всех больных и подозрительных в заражении в изолятор и т.д. Всех поступающих в хозяйство или в виварий животных выдерживают в карантинном помещении *не менее двух недель*.

При разведении лабораторных животных лечение не допускается. Ликвидация возникшего заболевания достигается выдержкой в карантине вновь поступающих животных, своевременным установлением диагноза и

удалением больных. Для этой цели в питомниках лабораторных животных имеются контрольно-диагностические лабораторий.

7. 6 Использование лабораторных животных

Основными условиями при выборе лабораторных животных являются:

1) восприимчивость намеченного животного к изучасмому микроорганизму (когда возбудитель мало известен, опыты ставятся на том виде животных, у которого данное заболевание встречается в естественных условиях);

2) удобства и безопасность в работе и в содержании;

3) доступность и дешевизна животного.

Выбор животного и методы постановки опытов. Предназначенное для опытов здоровое животное должно быть восприимчиво к изучасмому возбудителю. Следует особенно остерегаться того, чтобы в опыт не было взято животное, ранее заражавшееся изучасмой инфекцией, находящееся в инкубационном периоде заболевания или являющееся бациллоносителем.

Перед опытом обязательно метят соответствующим образом всех отобранных животных. Для этого чаще всего используют различные краски: насыщенный раствор пикриновой кислоты, 0,5% раствор генцианвиолета или фукцина, карболовый раствор фукцина и т.д. Обычно одну краску наносят на разные места тела животного по заранее составленной схеме. Мечения путем высригания шерсти следует избегать, особенно при длительно протекающих опытах. Применяют также металлические номерки, прикрепляемые на ушах или лапках (например у птиц), остригание коготков и др. (рис. 91).

При отборе животных для опытов обращают внимание, помимо здоровья, на их массу, возраст и пол. Иногда требуется подбор по мастям. Если по характеру исследования важен учет температуры тела, то животных перед началом опыта термометрируют в течение трех дней для выявления средних температурных показателей (табл.9).

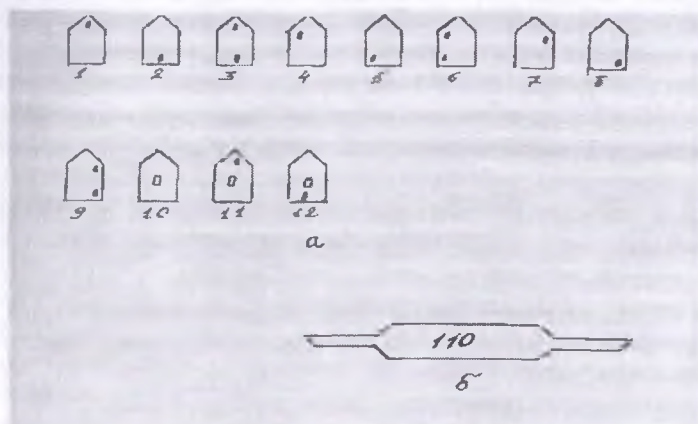


Рис.91 Схема мечения мышей и крыс (а); бляшка с номером (б).

Таблица 9 Некоторые биологические данные лабораторных животных

Биологические показатели	Мыши	Морские свинки	Кролики	Крысы
Масса при рождении	1-1.5 г	45-140(60)	50-60	4-5
Температура тела, °С	37.9-39.2	37.3-39.5	38.3-39.9	37.5-39.3
Частота дыхания в мин.	136-136	100-150	50-152	120
Частота пульса в мин.	120-180	130-190	120-150	
Возраст наступления половой зрелости	5-8 нед.	8-12 нед.	5-12 мес.	3-4 мес.
Масса взрослого животного	20-25 г.	800-1000 г.	2500- 3500 г.	155-230 г.
Сезон спаривания	Круглый год	Круглый год	Май - сентябрь	Круглый год
Число пометов в течение года	4-5	3-5	2-4	4-7
I Продолжительность беременности (дней)	18-24	58-72	28-36	20-25
Численность приплода	4-12(6-8)	1-5	3-12	5-9
Ежегодный приплод от I самки	35	12-15	8-12	20-50
II Продолжительность жизни (год)	1.5-2	6-8	4-9	2-2.5

Иногда перед опытом требуется специальная подготовка животных: поддержание на определенной диете, применение средств, нейтрализующих желудочный сок и т.п. В некоторых опытах имеет большое значение создание для животного определенного режима и обстановки содержания, что не следует забывать.

6.6.1 Способы введения материала в животный организм

Для исхода заражения решающим фактором является способ введения материала животному. Известен факт, что в естественных условиях заражение кишечными инфекциями легче всего происходит через ротовую полость с пищей или водой. Другим фактором успешного заражения служит выбор дозы прививаемого материала, его чистота и подготовка (в твердом или жидком виде и т.п.).

Способов введения исследуемого материала очень много, но чаще всего заражения производят: *под кожу* (впрыскивание жидкостей и вшивание твердых частичек в кожный карман), *внутримышечно*, *внутривенно*, *через рот*, *через дыхательные пути*, *в мозг и под твердую мозговую оболочку*, *в переднюю камеру глаза и в конъюнктивный мешок*, *путем подсадки здорового животного к больному*. В зависимости от характера опыта, иногда прибегают и к другим способам заражения.

Для облегчения введения исследуемого материала *животных фиксируют*, применяя различные доски (размеры досок: для кроликов - длина 60см, ширина 40см; для свинок - длина 46см, ширина 27см, которых обивают сверху цинковой жестию), станки-держатели или специальные ящики - боксы. В некоторых случаях животное держит помощник, но иногда исследующий выполняет всю процедуру один, например, при работе с мышами.

Для удержания различных мелких животных широко применяются *специальные ящики - станочки*. Размеры ящика соответствуют виду животного. В таком ящике удобно производить заражение в вену уха, внутричерепное, в глаз, через рот, через нос; его легко приспособить для заражения в вену хвоста (крысам), для чего достаточно повернуть животное хвостом к отверстию в передней стенке ящика.

Размеры ящика для кроликов следующие: длина - 40см, ширина 15см. Передняя стенка состоит из двух половинок с круглым вырезом диаметром около 5см, куда зажимается шея животного. Нижняя половина закрепляется неподвижно, а верхняя может подниматься или опускаться в пазах. Для закрепления в нужном положении в ней имеются отверстия, куда вставляется деревянный или железный гвоздь. Высота половинок: нижней - 9см, верхней - 6,5см.

В задней стенке ящика имеется отверстие с проходящей сквозь него планкой, к которой прикреплена дощечка по размеру ящика так, чтобы ее можно было передвигать. Дощечка фиксирует животное внутри ящика. Для закрепления ее в нужном положении в планке делается отверстие, в которое можно вставить гвоздь. Верхняя крышка открывается на петлях или передвигается в пазах (последнее удобнее).

Помимо ящика существует и другие способы фиксации. Кроликов и свинок помощник обычно держит на столе, у себя на коленях или на руках в нужном положении. Крыс удерживают руками или пинцетом (последнее хуже) за кожу затылка и в области корня хвоста. Мышей фиксируют за кончик хвоста и за кожу затылка, слегка растягивая животное по длине.

При отсутствии помощника мышей может держать сам работающий, для чего берут мышь правой рукой за хвост, кладут ее на ровную поверхность и позволяют животному вытянуться в длину. Затем большим и указательным пальцами левой руки быстро и крепко схватывают его за кожу затылка, поворачивают левую руку ладонью вверх и, держа мышь растянутой, прижимают ее хвост и левую заднюю конечность к ладони третьим, четвертым и пятым пальцами. Таким образом, освобождается правая рука.

Собакам, кошкам и некоторым животным перед заражением завязывают рот тесемками. У кошек тесемки держатся плохо, поэтому им предварительно вставляют в рот карандаш или палочку. Иногда собак и кошек фиксируют, привязывая их к доске, как и кроликов.

При некоторых опытах приходится прибегать к обезболиванию хлороформом или хлоралгидратом (хлоралгидрата 10,0+ морфия 0,05+ воды дистиллированной 100,0 мл; дозы: собаке-3-4 мл, свинке и кролику - 1-2 мл на 1 кг живой массы).

Перед заражением место инъекции подготавливают по правилам хирургии: шерсть выстригают, бреют или выщипывают, кожу дезинфицируют 70% раствором спирта или настойкой йода (при кожном способе заражения для дезинфекции лучше применять спирт без других химических веществ). Инструменты стерилизуют кипячением в воде не менее 10 минут. Шприцы кипятят в разобранном виде, причем на дно стерилизатора кладут слой ваты, марли или чистой мятой бумаги.

Заражение под кожу. Кожу животного захватывают в складку двумя или тремя пальцами и прокалывают иглой шприца. Материал вводят медленно. Затем опускают складку, накладывают на иглу вату, смоченную дезинфицирующим раствором, и быстро извлекают иглу. Если введенный материал просачивается наружу, место укола прижигают каким-либо нагретым предметом или заклеивают ватой с коллодием.

Для заражения путем вшивания кусочков органов или тканей, кожу надрезают скальпелем или лезвием безопасной бритвы, отделяют ее тупой стороной скальпеля и в образовавшийся карман вводят кусочек материала. Край разреза сшивают обычным хирургическим способом и ранку заклеивают липким пластырем.

Внутрикожное заражение. Материал в количестве 0,1-0,2 мл вводят тонкой иглой в толщу кожи, иглу держат концевым срезом вверх и под острым углом очень плавно - медленно вводится материал. Если игла введена правильно, на месте инъекции образуется характерный пузырек.

Накожное заражение. Осуществляется путем втирания материала шпательем или стеклянной палочкой в неповрежденную или предварительно скарифицированную кожу. При втирании соблюдают осторожность (иногда манипуляция выполняется под прикрытием стеклянной воронки). Животное оставляют фиксированным до тех пор, пока материал совершенно не высохнет.

Внутримышечное заражение. Материал инъецируют в толщу мышц, перед этим необходимо несколько извлечь поршень шприца, чтобы убедиться, не попала ли игла в кровеносный сосуд (тогда в шприц будет поступать кровь).

Внутривенное заражение. Чаще всего материал инъецируют в *яремную вену*, а кроликам, собакам и кошкам - в *ушную вену*. На месте укола удаляют шерсть. Перед инъекцией помощник сдавливает красную вену уха ближе к его корню, вследствие чего вена набухает (для лучшего наблюдения иногда полезно натереть место укола ксилолом или пощелкать по нему пальцами). Затем прокалывают кожу и стенку вены иглой (конец иглы поворачивают срезом вверх) по направлению к корню уха, отнимают пальцы, сжимающие вену, и вводят материал медленным плавным нажатием поршня.

Если на месте укола появляется вздутие, это означает, что игла не попала в вену. Закончив введение, прижимают вену по месту укола, извлекают иглу, прикрыв ее стерильной ватой, и тотчас же зажимают этой ватой место инъекции, чтобы предупредить кровотечение. Если это не удастся, кровоточащее место прижигают нагретым шпателем или некоторое время держат ухо зажатым между пальцами.

Крысам и мышам материал впрыскивают в *боковые вены хвоста*. Предварительно хвост опускают в подогретую воду (около 50°C) или распаривают ватным тампоном, смоченным горячей водой, что ведет к набуханию вены. Помощник держит мышь (крысу) и сдавливает корень хвоста, а экспериментатор вводит очень тонкую иглу в вену в области нижней трети хвоста почти параллельно поверхности кожи. После этого помощник перестает давить на корень хвоста. *Свинкам и крысам* материал инъецируют через *яремную* или *бедренную вену*, а свинкам иногда непосредственно в *полость сердца*.

Для введения в *яремную вену* или *сердце* животное фиксируют за лапки на специальном станке или доске спиной вниз, а помощник удерживает его в неподвижном состоянии, прижимая рукой живот (для введения материала в яремную вену ее предварительно отсепа- ровывают, а после инъекции на кожу накладывают швы).

При **внутрисердечном введении** нащупывают толчок сердца на 1-2 см выше мечевидного отростка и чуть влево от грудины вкалывают иглу, чтобы попасть в сердце через межреберный промежуток. Если игла введена правильно, в шприце показывается кровь. Материал вводят осторожно, в объеме не более 1, 5-2 мл.

Птицам материал впрыскивают *в вену внутренней поверхности крыла*. если она плохо видна, нужно выщипать перья.

Внутрибрюшинное заражение. Животное удерживают за задние лапки головой вниз (при этом внутренние органы отходят к диафрагме). Заражение производят в задней части живота, сбоку от срединной линии. Сначала оттягивают кожу и прокалывают ее иглой под острым углом, затем, повернув шприц под прямым углом, толчкообразным движением прокалывают брюшную стенку, причем ощущается как бы провал иглы в полость живота.

Игла, применяемая для внутрибрюшинного введения, а также при заражении в полость сердца, должна быть тупой или, еще лучше, острый конец ее спиливают напильником.

Заражение через рот (per os). Введение материала осуществляется примешиванием его к корму, закладыванием животному в рот или же вливанием непосредственно в желудок через зонд. В последнем случае в рот предварительно вставляется в поперечном положении звенник из толстой проволоки или из гладко оструганной дощечки с несколькими отверстиями (звенник лучше всего иметь в виде клина, что позволяет снимать его у разных по величине животных).

Заражение через дыхательные пути возможно в нескольких вариантах: *распылением* материала в плотно закрытой банке, куда сажают животное; *введением* материала в трахею или бронхи из шприца через прокол стенки трахеи; *вливанием* в нос из пипетки после местного обезболивания (1-2 капли раствора новоканна в нос). Имются и другие варианты.

Заражение в мозг или под твердую оболочку. При заражении в мозг разрезают кожу в области затылочного бугра выше глазной впадины и сбоку от срединной линии. Затем продельвают отверстие в затылочной кости сверлящими движениями толстой иглы шприца или проколом простой канцелярской кнопкой (стерильной). В образовавшееся отверстие вводят иглу шприца с материалом.

При заражении под твердую мозговую оболочку кролика или свинку привязывают к доске за лапки спиной вверх. Помощник держит голову кролика сзади, оттягивая его уши назад. Освобожденную от волос кожу разрезают по срединной линии черепа на 3-8 см вверх от задней глазной

линии. Кожную рану расширяют крючками (или вскорасширителем), надкостницу надрезают крестообразно и отсепаарывают сбоку от медиальной линии черепа. *Трепан (специла)* ставят на обнаженную костную поверхность в углу, образованном срединной линией и линией, соединяющей наружные углы глаз, несколько отступя от срединной плоскости, чтобы не поранить продольный венозный синус. Осторожно пропиливают кость, острым крючком удаляют костную пластинку и останавливают кровотечение. Через края раны обычной хирургической иглой на иглодержателе проводят 3-4 шелковые стерильные нити, но не завязывают их. После этого прокалывают иглой шприца твердую мозговую оболочку, тотчас же, опустив шприц горизонтально, продвигают иглу вбок и наружу под оболочку и медленно впрыскивают материал. Удалив иглу, вынимают расширитель, осушают дно раны стерильной ватой и завязывают нитки. Рану высушивают (поверх нее желательна наложить ватку, смоченную коллодием).

Заражение через глаз достигается путем вливания материала из пипетки в конъюнктивальный мешок или инъекции его в переднюю камеру глаза.

Контактное заражение. Кроме описанных способов, иногда практикуется заражение путем подсадки здорового животного к больному (или больного к здоровому) на определенный период времени.

6.6.2 Содержание и исследование животных во время опытов

Условия содержания животных во время опытов зависят от характера выполняемой работы и материала, который исследуется. При экспериментах с особо опасными инфекциями режим содержания должен быть очень строгий. Особенно тщательно следует продумывать постановку опытов в условиях производства, где заражение экспериментальных животных может производиться лишь с разрешения соответствующих вышестоящих организаций и администрации хозяйства и с соблюдением условий, препятствующих распространению инфекции на животных производственного стада.

Для опытов с особо опасными инфекциями отводят специальное надлежаще оборудованное помещение, достаточно удаленное от производственных построек. Вход в него для лиц, не имеющих отношения к опыту, *запрещается*.

Кроме помещений для животных и производства опытов заражения, необходимо иметь переднюю, где входящие меняют свою обычную одежду и обувь на рабочую (халаты, фартуки, перчатки, резиновые сапоги и др.), а также душ, умывальник с дезрастворами, коврики для дезинфекции обуви, шкафы для хранения одежды и других предметов. Все, что приходит в соприкосновение с зараженным материалом, из помещения не выносится, а подвергается обеззараживанию на месте. В окнах устраиваются сетки от мух и других насекомых, а в самих помещениях с ними ведется планомерная борьба, как с грызунами. *Сточные воды* подлежат дезинфекции.

Животных, находящихся под опытами, помещают в стеклянные банки или железные клеточки, которые можно легко дезинфицировать и содержать в чистоте и помимо того, предотвращающие побеги животных и загрязнение их дикими крысами. Все отбросы и остатки корма уничтожаются на месте, лучше всего сжигаются.

На каждой клетке (банке) вывешивается табличка с указанием номера опыта и животного, его вида и примет. Надписи делаются таким образом, чтобы они могли стереться. Кроме того, клетки должны иметь свою нумерацию.

Во время опыта, в соответствии с его условиями, в помещении соблюдаются определенные *световой, температурный и другие режимы*. За состоянием здоровья животных ведется постоянное наблюдение - *мониторинг*, желательно одним и тем же лицом. Одновременно регистрируются и все клинические исследования.

Для измерения температуры у животных - *термометрии* - применяются специальные термометры или приспособляют имеющиеся. Так как температура тела в прямой кишке может колебаться в зависимости от глубины продвижения термометра, рекомендуется на термометр надевать резиновое колечко, дающее возможность вводить термометр на определенную глубину. Термометры после каждого животного дезинфицируются. Температура тела измеряется ежедневно и только в определенные часы.

Животные, находящиеся под опытами, регистрируются в особом журнале, куда заносятся все сведения о них.

Методы взятия крови. *Кролики*. Кровь берут при помощи шприца из *ушной вены* или *из сердца*. Способ взятия крови из сердца ют же, что и у свинок (см. ниже). Кролику удобно вводить иглу в третье межреберное пространство на расстоянии 3мм от левого края грудины. У взрослого кролика берут не более 25-30мл, после чего ему вводят под кожу подогретый физиологический раствор в двойном количестве.

Для полного обескровливания у кролика сначала делают продольный разрез на передней стороне шеи, отсепааровывают сонную артерию и накладывают на нее две лигатуры. Затем перерезают артерию между лигатурами, захватывают пинцетом лигатуру, наложенную на центральный конец сосуда, и вводят последний в стерильную пробирку. Далее маленькими ножницами надрезают стенку артерии позади лигатуры. Через образовавшееся отверстие кровь сильной струей поступает в пробирку. Можно предварительно ввести в артерию стеклянную канюлю и брать кровь через нее.

Морские свинки. Кровь у свинок чаще всего берут из *сердца*. Свинку фиксируют спиной вниз руками или на столике. На месте операции выстригают шерсть и смазывают кожу раствором йода. Игла для взятия крови должна быть по возможности тупой. У левого края грудины нащупывают пальцами толчок сердца и вкалывают в это место иглу, направляя ее слегка внутрь (к срединной линии) и вперед на глубину 1,5-2 см.

Таким образом, последовательно, прокалывают грудную клетку и мышцу сердца. Попадание иглы в полость сердца узнается по особому сопротивлению мышцы к толчку, ощущаемому пальцем. Если игла введена правильно, в шприц начинает толчками поступать кровь, поднимая его легкий стеклянный поршень (шприц Люэра). При неудачной пункции в шприце появляется красноватая пенящаяся жидкость: в этом случае иглу необходимо быстро вынуть, а животному дать возможность отдохнуть. У свинок весом 500г берут не более 10мл крови. После этого животному под кожу апрыскивают физиологический раствор в двойном количестве.

В случае гибели животного кровь можно получить после быстрого вскрытия грудной полости и рассечения сосудов или его стенки. Небольшое количество крови у свинок можно взять из ушной вены с дорзальной стороны уха путем прокола иглой или острием скальпеля. Вену при этом лучше всего отсепарировать.

Белые крысы и мыши. У этих животных кровь обычно берут из хвоста. При этом рекомендуется предварительно опустить последний на несколько минут в нагретую до 50°C воду или обернуть в ватку, смоченную горячей водой, после чего надрезают кончик хвоста. Животное фиксируется путем привязывания к доске или непосредственно руками помощника. Взятие крови возможно также шприцем из сердца и из бедренной вены. У мышей для взятия крови иногда отрезают большой палец задней конечности и вскрывают проходящий в этом месте кровеносный сосуд.

Собаки и кошки. Кровь у собак и кошек берут из ушной, яремной или бедренной вены.

При полном обескровливании животных следует учитывать, что количество крови в организм составляет в среднем около 5-8% общей массы тела.

Вскрытие животных. После гибели животного или когда его по окончании опыта убивают тем или иным способом, необходимо вскрыть труп. Из многочисленных способов умерщвления животных чаще всего применяются следующие: хлороформирование, воздушная эмболия (например, у кроликов и собак вводят воздух в ушную вену шприцем с иглой), электрический ток (к концам обычного провода прикручивают по иголке, одну из которых вкалывают под кожу в области корня хвоста, а другую в области затылка, затем провод соединяют со штепсельной розеткой, и животное моментально погибает).

Труп мелкого животного перед вскрытием опускают в какую-либо дезинфицирующую жидкость для уничтожения паразитов и смачивания шерсти. *Труп более крупного животного* увлажняют ватным тампоном. Только после этого с животного снимают шкуру или его вскрывают с частичным отсепарированием се. Вскрывать животных следует, по возможности, вскоре после их гибели, пока не наступило загнивание трупа.

Вскрытие производится на специальном столе, обитом жестью с пропаянными швами или покрытом цементной плитой и имеющем отверстие для стока жидкости в подставляемое ведро. Более крупных животных вскрывают непосредственно на столе или на досках, приспособленных для укрепления - фиксации - животного. Крыс, мышей и свинок лучше всего вскрывать в ванночке, на дне которой находится толстый слой воска для прикрепления животного иглами. После вскрытия воск перстапливают или ванночку помещают в автоклав.

Для *бактериологического вскрытия* употребляют стерильные инструменты. Одновременно готовят питательные среды, пипетки Пастера, металлический шпатель для прижигания места взятия материала для посева, предметные стекла, спиртовку, спички, вату, стерильную ступку с пестиком, банки с фиксирующими и консервирующими жидкостями (для гистологических целей - формалин, спирт, для бактериологических целей - 30-40% раствор глицерина).

Фиксированный тем или иным способом труп вскрывают следующим образом. Сначала разрезают шкуру по срединной линии от тазовых костей до головы и отделяют ее от трупа в стороны. Затем по задней границе грудной клетки расскают поперек мышцы живота. Далее вскрывают грудную клетку продольными боковыми разрезами по направлению вперед и образовавшийся лоскут с грудной костью откидывают вперед.

Из *обнаженного сердца и легких* делают *посевы на питательные среды*, мазки на предметных стеклах и, если необходимо, собирают кровь в пастеровские пипетки, которые затем запаивают. После этого приступают ко вскрытию живота по белой линии, соблюдая тот же порядок, т.е. первоначально производят посевы, делают мазки, затем берут кусочки органов для бактериологического исследования, помещая их в 30 % раствор стерильного глицерина. В завершение следует патологоанатомическое исследование органов и собиранне материала для гистологических и других целей.

Все наблюдения, сделанные во время вскрытия, а также результаты исследования подробно протоколируются, как и весь опыт в целом.



Доцент Уризбекова Д.С. в виварии.

Использованный труп или его остатки уничтожают, лучше всего путем сжигания. Трупы мелких животных обеззараживают в автоклаве. При особо опасных инфекциях вскрытие и уничтожение трупов требует соблюдения максимальных мер предосторожности.

Все животные, использованные для опыта, регистрируются в особом журнале, где отмечают способ уничтожения, дата и фамилия лица, выполнявшего работу.

Контрольные вопросы

1. Что такое лабораторные животные?
2. Для чего используются лабораторные животные?
3. Назовите в зависимости от цели применения лабораторных животных направления работы - исследования?
4. Кто относится к позвоночным лабораторным животным?
5. Кто относится к беспозвоночным лабораторным животным?
6. Какие виды простейших беспозвоночных наиболее широко используются и почему?
7. Как подразделяют лабораторных животных генетически?
8. Что такое линейные и нелинейные животные?

9. Каким заболеваниям и факторам внешней среды высоко чувствительны лабораторные животные?
10. С генетической точки, какие классы лабораторных животных Вы знаете?
11. Что такое инбридинг, какова его роль?
12. Принципы отбора лабораторных животных на шлемя?
13. Допускается ли лечение при разведении лабораторных животных?
14. Значение полноценного рационального кормления лабораторных животных?
15. Основные виды кормов, используемые для кормления лабораторных животных?
16. Обоснуйте наиболее прогрессивный метод скармливания кормов рациона?
17. Что такое капрофагия и её значение?
18. Что такое Виварий, какие типы вивариев знаете?
19. Что такое Питомник, для чего он используется?
20. Что такое клиническое помещение и для чего оно используется?
21. Какие подстилочные материалы используются для лабораторных животных?
22. Перечислите основные условия при выборе лабораторных животных для работы?
23. Для чего и как метят лабораторных животных?
24. Укажите способы введения «материала» в животный организм?
25. Как производится заражение через кожу, через глаз, через мозг, при внутри-сердечном введении, опишите?
26. Как производится взятие крови у лабораторных животных?
27. Как производится вскрытие лабораторных животных?
28. Какими способами умерщвляют подопытных животных?
29. Как обеззараживают или утилизируют трупы использованных животных?
30. Как ведется документация?
31. Для чего и почему они используются в качестве лабораторных животных?
32. Назовите главные причины - факторы, обуславливающие заболевания лабораторных животных?

Глава 7 БОЛЕЗНИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

В связи со спецификой условий содержания в виварий лабораторные животные проявляют повышенную восприимчивость к заболеваниям. Опасность заразных заболеваний возрастает при организационных и технических упущениях в содержании, как - скученности, недостаточном и неправильном кормлении, несоответствующем назначению инвентаре (особенно клеток), несоблюдении основных мер профилактики и пр.

Стандартизация лабораторных животных по микробиологическому статусу обусловила их деление на две группы - *конвенциональные* (обычные) и *гнотобиотические* (с известной микрофлорой) животные.

По рекомендации ВОЗ (1973г.) конвенциональные животные при разведении должны подвергаться микробиологическому контролю - мыши, крысы, хомяки, морские свинки и кролики на сальмонеллез, туберкулез, псевдотуберкулез, листериоз, лептоспирозы, пастерел-лезы, пневмококкоз, *Bordetella bronchiseptica* (за исключением кроликов), дерматомикозы, лимфоцитарный хориоменингит, на все виды эктопаразитов, гельминтов; дополнительно мыши, крысы и морские свинки - на *Streptobacillus moniliformis*, мыши и крысы на микоплазмозы, мыши - на *Corinebacterium murium*, стрептококки группы А, вирус оспы, кролики - на *Treponema cuniculi*.

К гнотобиотическим лабораторным животным относятся без-микробные, моно-и ди-или поликонтамированные животные и животные без специфических патогенных факторов или возбудителей, которые широко используются при проведении важных экспериментов.

Для успешной работы и достижения цели необходимо знать наиболее распространенные болезни среды лабораторных животных. Так как они очень чувствительные и с повышенной восприимчивостью ко многим заболеваниям инфекционного характера - вирусного, бактериального и микозного происхождения, инвазионного-протозойного, гельминтозного, арахноидного начала, а так же на ряд заболеваний незаразной этиологии. Следует отметить особую чувствительность мышей и свинок.

7.1 Инфекционные болезни

7.1.1 Вирусные болезни

Лабораторные животные чаще болеют такими вирусными болезнями как *инфекционный ринит*, *инфекционный стоматит*, *миксоматоз* и др.

Инфекционный ринит (заразный насморк)- возбудитель вирус парагриппа-2, бактерии бронхосептикус, стафилококки, пастереллы. Более подвержены кролики всех возрастов. Источником заражения являются больные животные, перезаражения происходит аэрогенным путем. Возникновению и распространению болезни predisполагают факторы условий содержания - сквозняки, резкие колебания температуры среды обитания, сырость, повышенное содержание пыли, пуха, аммиака в вивариях.

Инфекционный стоматит («мокрая мордочка»)- возбудитель вирус, болеют в основном молодняк лабораторных животных (больше всего крольчата), источник заражения - больные животные. Возникновению и распространению способствуют антисанитария, перепады температуры, повышенная влажность, скученное содержание и т.д.

Миксоматоз - возбудитель вирус. Основные переносчики болезни - насекомые (комары, москиты), эктопаразиты (вши, блохи, клещи), механически переносить могут птицы, животные, человек, благоприятствует инфицированность кормов, предметов ухода, ослабленность организма.

Для вирусологической диагностики вирусных инфекций используется *вирусологические, серологические и биологические* методы исследования.

7.1.2 Бактериальные болезни

Болезни лабораторных животных бактериального происхождения имеют более широкий диапазон и представляется такими распространенными заболеваниями как пастереллез, листериоз, туберкулез, псевдотуберкулез, колибактериоз, сальмонеллез, пневмококкоз, стафилококкозы, плеввропневмония и др.

Пастереллез (геморрагическая септицемия) - возбудитель пастерелла, грамотрицательная палочка; болеют кролики, свинки, крысы и мыши, восприимчивые КРС, свиньи, овцы, гуси, куры. Источником инфекции являются в основном больные, переболевшие (бациллоносители) животные, загрязненные корма, предметы ухода и т.д. Распространителем болезни могут быть и люди (через одежду, обувь), птицы и грызуны. Заражение - в принципе через органы дыхания, не исключаются и другие пути. Причина недоброкачественные корма, нарушения в технологии содержания и ухода.

Сальмонеллез - поражает всех лабораторных животных, а также грызунов, свиней, овец, телят, лисиц, песцов, нутрий, поросят, птиц (утки, голуби и др) и человека, более больше болеют белые мыши, кролики и молодняк. Возбудитель - микробы паратифозной группы - сальманеллы (*Salmonella* Breslau, Gartneri, Suipestirper и др). Источником заражения служат больные животные и бациллоносители, загрязненные корма, инвентарь, вода, подстилка, от молока коров (бациллоносителей) и т.п. Предпосылка - нарушения условий содержания, ухода, кормления и водопоя, антисанитарное состояние вивариев и питомников.

Стафилококкоз. Возбудитель - стафилококк (гноеродный). Стафилококки относятся к семейству *Micrococcaceae*, роду *Staphylococcus*, является возбудителями гнойных воспалительных процессов и осложнений (фурункулы, карбункулы, абсцессы, флегмоны, панариции, пневмония, остеомиелит, сепсис и др.), могут вызвать пищевую интоксикацию. Основным источником распространения больные животные. Причинами, предрасполагающими возникновению болезни антисанитарные условия содержания, скученность, травмы, покусы, минеральная недостаточность.

По характеру проявления признаков различают септикемию (тифодермию), блуждающую пиемию, мастит и общую септицемию.

Колибактериоз. Возбудитель - кишечная палочка; предшественник сальмонеллезом: болеют лабораторные животные, мыши, свинки, чаще крольчата (молодняк). Источник - больные животные, возникновению болезни сопутствуют ослабление животных из-за плохого кормления, недоброкачественные корма, вода, инвазия- кокцидиоз, гельминтозы и друг ис факторы.

Пневмококкоз. Возбудители-пневмококки (*Streptococcus pneumoniae*), являются причиной крупозной пневмонии, ползучей язвы роговицы, различных сепсисов, ринитов, менингитов, отитов и других гнойно-воспалительных процессов как лабораторных, так и других видов животных и человека. Причина предрасположенность организма из-за плохих условий содержания, кормления и ухода.

Псевдотуберкулез. Болют кролики, свинки и мыши, крысы мало восприимчивы. Возбудитель - палочковидная форма, грамотрицательная. Источник - загрязненные возбудителем корма, подстилка, почва, кал больных животных и бациллоносители. Заражение - через пищеварительный тракт, реже при дыхании. Восприимчивы животные всех возрастов. Эпизоотия псевдотуберкулеза может протекать опустошительно, часто принимая затяжную форму. Признаки заболевания не характерны.

Туберкулез. Возбудитель - микобактерии из *Mycobacterium tuberculosis* и *Mycobacterium bovis*. Животные заражаются воздушно-капельным и пылевым путем, иногда через желудочно-кишечный тракт. Возбудитель главным образом бычьего типа. Источник - больные животные, загрязненные корма и подстилка, молоко от больных коров. Заражение через *per os*, реже - через органы дыхания. Заметно восприимчив молодняк лабораторных и других видов животных.

Листерияоз. Болют многие виды животных и человек. Возбудитель - микроб листерия. Болезнь проявляется во все времена года. Источником заражения служат больные листериозом животные - через носовые истечения, мочу, кал, абортинированные плоды мышевидных грызунов, которые загрязняют (осеменением) корма, воду, подстилки и инвентарь листериями.

Плевропневмония свинок. Возбудитель из группы диплококков, частое заболевание свинок. Заражение происходит через бациллоносителей и больных свинок, проявляется главным образом весной и осенью, что подчеркивает основную причину возникновения болезни - сырость, сквозняки, скученное и антисанитарное содержание, неполноценное кормление и наличие бациллоносителей. При микробиологической диагностике бактериальных инфекций используются бактериоскопические, бактериологические, серологические, биологические (биопроба) и другие исследования, что

зависит от биологических особенностей возбудителя, его локализации в организме, периода заболевания и других факторов. Но наиболее достоверным считается бактериологический метод с выделением чистой культуры возбудителя и ее идентификация.

7.1.3 Грибковые болезни (микозы)

Заболевания, вызываемые грибами, называются микозами. Они очень разнообразны как по биологическим особенностям их возбудителей, так и по патогенезу и клинике самой болезни.

Среди патогенных грибов можно выделить такие группы:

1) *дерматофиты*- возбудители заболеваний кожи и ее придатков (волос, ногтей и т.д);

2) *грибы рода Кандида*- возбудители кандидозов или кандидомикозов- заболеваний кожи и слизистых оболочек, редко внутренних органов;

3) *криптококки, гистоплазмы, бластомицеты, кокцидиоиды*. а также *плесневые грибы* - возбудители глубоких микозов, поражающие самые различные органы и ткани.

Среды лабораторных животных самое широкое распространение получили стригущий лишай, аспергеллез и т.д., а по поражению кормов сапролегниозы (дерматикозы).

Стригущий лишай. Грибковое заболевание, характерное антисанитарии и большой сырости. Возбудитель - гриб, дерматофит, проникающий в волосяные мешочки, в волос и поверхностные слои кожи. Стригущим лишаем болеют все сельскохозяйственные и лабораторные животные, звери и человек. Особенно чувствительны мыши, кролики и молодняк всех видов животных.

Лабораторные животные больше всего поражаются двумя видами стригущего лишая - *трихофитией* и *микроспорией*. Основные носители трихофитии - домовые и полевые мыши, крысы и др. грызуны, а микроспории - кошки. Источник заражения больные животные и зараженные предметы места обитания (клетки, корма, подстилка, инвентарь и т.д.).

Стригущий лишай распространен повсеместно, проявляется в любое время года из-за антисанитарных условий содержания, недоброкачественных кормов, скученного содержания, сырости помещения и т.д.

Аспергиллез (пневмомикоз). Возбудитель - плесневый гриб аспергиллюс, очень устойчивый к факторам внешней среды. Источник инфицированные корма, подстилка, воздух, предметы обихода. Особую опасность представляют плесневелые отходы общественного питания, пораженное сухое сено и др. Заражение происходит вместе с зараженной пылью через дыхательные пути.

7.2 Инвазионные болезни

7.2.1 Прогнойные болезни

К патогенным простейшим относятся дизентерийная амеба, плазмодии малярий, лейшмании, токсоплазмы и др. Многие патогенные простейшие являются внутриклеточными паразитами и проходят определенные циклы развития, образуя разнообразные формы в организме хозяина, переносчика и во внешней среде.

Наиболее распространенным заболеванием среды протозойных является кокцидиоз, возбудители которого имеют специфичность для разных видов животных.

Кокцидиоз. Возбудители кокцидии-паразитические одноклеточные простейшие. Различные виды кокцидии специфичны. Так, например, в организме кроликов паразитируют 10 видов, 9 из которых обитают в слизистой кишечника, вызывая кишечный кокцидиоз, и 1 в печени, обуславливая печеночный кокцидиоз. Источниками кокцидий могут быть большие и скрытые носители. Кокцидиносительство среди кроликов очень распространенное явление.

Болезнь передается через загрязненные - зараженные корма, воду, почву, подстилку, инвентарь и пр. Паразиты в организм животных попадают через рот в виде зрелых ооцистов. Распространению болезни способствуют антисанитарные условия содержания, сырость, скученность, плохое кормление, резкая смена кормов и др. объективно-субъективные причины.

Кокцидиоз проявляется в двух формах: кишечной и печеночной, на практике чаще смешанной форме, поражение и печени, и кишечника одновременно. Отмечается нередко эпизоотий кокцидиоза, характеризующийся массовой гибелью лабораторных животных, в особенности кроликов.

7.2.2 Гельминтозные болезни

Инвазионные заболевания гельминтозного происхождения очень широко распространены. Среди гельминтозных болезней у лабораторных животных чаще отмечаются такие заболевания как пассалуроз и цистицеркоз.

Пассалуроз. Возбудитель - нематода (круглые черви) пассалура (острица), паразитирующая в толстом отделе кишечника. Источник заражения - загрязненные калом корма и питьевая вода. Распространению болезни способствует антисанитарные условия содержания лабораторных животных, в частности кроликов. Самки остриц откладывают яйца в складках анального отверстия, вызывая при этом сильный зуд прямой кишки.

Цистицеркоз (финноз). Возбудители - личинки цестоды (ленточные черви). Основной источник заражения собаки, которые выделяют вместе с калом яйца паразита и загрязняют корма и воду.

7.2.3 Арахнозы - болезни, вызываемые клещами

Наиболее распространенные среди лабораторных животных из арахнозов - зудневая и ушная чесотки.

Зудневая чесотка (саркоптоз, нотосдроз). Болезнь вызывает чесоточные клещи (зудни). Здоровые лабораторные животные (кролики в основном) заражаются при прямом контакте с больными животными или через предметы среды обитания, с которыми соприкасались пораженные животные зудневой чесоткой. Клещи, внедряясь в кожу животных, вызывают воспалительный процесс и продвигаясь в коже вызывают сильный зуд, что приводит к сильным беспокойствам, теряют аппетит, могут и погибнуть. Диагноз ставится на основании клинических признаков и по результатам микроскопических исследований соскобов кожи.

Ушная чесотка. Возбудитель - кожный клещ. Болеют все лабораторные животные, особенно кролики. Источник - больные животные, с которых клещи перебазируются на здоровых, а также предметы ухода, спецодежда обслуживающего персонала. Распро-

с гранснию болезни способствуют отсутствиe дезинфекции, скученное содержание, повышенная влажность, депрессивное состояние лабораторных животных, связанные с плохим кормлением и уходом, частые стрессы и т.д.

Ушная чесотка также характеризуется зудом и появлением экземы в области ушной раковины. При осложнении воспалительный процесс поражает барабанную перепонку, затем среднее, в последующем - внутреннее ухо. При поражении мозговых оболочек, появляются нервные припадки, травмы и животные погибают.

7.3 Незаразные болезни

Незаразные болезни лабораторных животных имеют «богатую» этиологию и группируются на желудочно-кишечные заболевания, органов дыхания, глаз, обморожения, солнечный и тепловой удары, рахит, авитаминозы и т.д., которые связаны с условиями содержания, кормления, ухода, водопоя, нарушениями режимов кормления, простудными явлениями и множеством других факторов среды по ходу эксплуатации животных.

Желудочно-кишечные заболевания. К этой группе болезней относятся тимпания (вздутие живота), метеоризм (вздутие кишечника), катары (катаральные воспаления слизистых оболочек желудка и кишечника). В свою очередь различают кислый катар, щелочной катар, простудный катар, где сами названия дают основную этиологию болезней.

Пододегматит - заболевание связанное с условиями содержания. в основном на сетчатых полах. Характеризуется выпадением полос нижней поверхности лап, в большей степени задних конечностей, образуются сухие корочки, переходящие в мозоли («намины»), которые трескаются (под массой) и появляются язвы. При загрязнении последних стафилококками развиваются гнойные язвы и сепсис организма. В результате стафилококковой септицемии может наступит смерть животного.

Болезни органов дыхания обусловлены с условиями содержания - сквозняки, холодная сырая погода, неутепленность вивариев и питомников, резкие температурные колебания, повышенная концентрация

вредных газов, в особенности аммиака, скопление пуха и пыли в клетках и помещениях и т.д.

Различают такие заболевания органов дыхания как воспаление слизистой носовой полости (ринит), бронхит, катаральное воспаление легких и плевры, которые возникают в силу вышеназванных причин.

Солнечный и тепловой удары. Солнечный удар возникает при длительном воздействии прямых солнечных лучей в летние жаркие дни, а тепловой удар происходит из-за перегревания организма животных в жаркие дни при скученном содержании с повышенной влажностью в душных, плохо вентилируемых помещениях, длительных транспортировках с отсутствием вентиляции и т.д.

Разница между этими ударами в том, что при *солнечном* - тепло действует на центральную нервную систему, и температура тела животных остается в норме, тогда как при *тепловом* ударе - тепло влияет на весь организм, и температура тела животных повышается на 0,5- 1°С и более из-за нарушения терморегуляции, в частности отдача тепла задерживается, образуя как бы «застой» тепла, связанный с действием тепла - высокой температуры и повышенной влажности помещений или транспортных средств.

Обморожение, как бы обратный процесс, т.е. влияние низкой температуры (криогенный фактор), повышающей отдачу тепла, но под действием заметно низкой температуры периферийные сосуды ушей, конечностей сужаются и терморегуляция нарушается, что приводит к обморожению отдельных участков тела, а при длительном воздействии может привести к гибели из-за полного обморожения организма животных.

Различают 3 степени обморожения. *первая степень* - легкая. характеризуется припухлостью и болезненностью обмороженного места; *вторая* - средняя. протекает образованием пузырей, наполненных светлой жидкостью, которые в последующем лопаются, образуя долго не заживающие язвы; *третья* - выражается омертвлением-некрозом обмороженных участков и их отторжением.

Конъюнктивит (воспаление слизистой оболочки век), заболевание появляющееся из-за засорения глаз пылью, опилкой, мякиной, песком и другими веществами, травмы, ушибы, ранения век острыми, режущими,

ключичими предметами, а также связанное с недостатком в рационе витамина А. Конъюнктивит обычно протекает в двух формах - легкой, катаральной (слизистой) и осложненной, гнойной. Последняя приводит к изъязвлениям роговицы глаз, образованию бельма и кератитам.

Рахит - возникает вследствие недостатка в кормах витамина Д, солей кальция и фосфора или нарушения фосфорно-кальциевого обмена организма. При этой болезни наблюдается искривление костей конечностей, позвоночника, нередко утолщение костей и образование на них вздутий. Животные отстают в росте и развитии.

Авитаминозы, часто наблюдаются явления, связанные с заметным недостатком или вообще отсутствием тех или иных витаминов, которые приводят к появлению различных нарушений в организме, что, в свою очередь, обуславливает развитие различных заболеваний, иногда с гибелью животных, нередко без видимых клинических признаков.

Известно, что наибольшее значение для лабораторных животных имеют витамины А, В, С, Д и Е. Причем, для кроликов и свинок особенно необходимы витамины А, В, С, Д, а для крыс и мышей - А, В, Д и Е, ибо крысы и мыши способны синтезировать витамин С в своем организме.

Признаки заболевания, связанные с отсутствием того или иного витамина у лабораторных животных, характерны и для других видов животных, т.е. аналогичны и появлению авитаминозов. Этому способствует однообразное, одностороннее кормление, отсутствие кормов содержащих необходимые витамины, нарушение технологии уборки и хранения кормов, наличие антагонистов, разрушающих или угнетающих синтез тех или иных витаминов, недостаточность освещенности, темные помещения и другие факторы.

Анализ причинности возникновения тех или иных заболеваний животных вообще, лабораторных животных в частности как инфекционного и инвазионного происхождения, так и незаразного характера позволяют отметить четыре главных разрешающих фактора:

1. Генетические данные, которых следует укреплять в каждом виде животных, лабораторных животных в конкретности (как в рыбоводстве);

2. Решение проблем полноценности сбалансированного кормления, учитывая вопросы оптимума и минимума необходимых компонентов-ингредиентов, имея ввиду экономичность и их совместимость, т.е. отсутствия агрессивности и антагонизма между ингредиентами;

3. Условия содержания, которые следует по мере возможностей максимально оптимизировать с учетом биологических особенностей лабораторных животных;

4. Постоянный надзор и контроль условий «эксплуатации» лабораторных животных с тем, чтобы другие хозяйственные проблемы, не «затмили» важность и необходимость на перспективу этой отрасли, основы ветеринарной науки, лабораторного животноводства.

Поэтому профилактика заболеваний лабораторных животных включает жесткий контроль и строгое соблюдение всех санитарно-гигиенических правил, максимальное обеззараживание окружающей среды (помещений, воздуха, оборудования, кормов, подстилки и т.п.), создание оптимальных условий содержания животных, соответствующих их природно-физиологическим и экологическим особенностям, проведение карантинных мероприятий при перемещении животных, а также своевременную изоляцию больных и их уничтожение.

В профилактике кишечных инфекций большое внимание уделяется контролю за микрофлорой кишечного тракта. Ибо, как уже говорилось выше, лабораторные животные подвержены многим инфекционным и инвазионным заболеваниям: сальмонеллезам, эризипелидону, листериозу, псевдотуберкулезу, пастереллезу, туляремии, стафилококкозу, ч. оспе, вирусной диарее, шигеллезу, лимфо-цитарному хориоменингиту, болезни Тизера, микозам, гельминтозам, кокцидиозам, аскаридозам и др.

У лабораторных животных, так же, встречается латентное носительство патогенных простейших бактерий и вирусов (особенно у крыс). Обезьяны могут быть источником заражения человека вирусом герпеса, гепатита, оспы и др. Всего описано более 100 инфекций и инвазий лабораторных животных.

Профилактика заражения человека от животных предусматривает строгое соблюдение обслуживающим персоналом личной гигиены и систематическое медицинское обследование обслуживающего персонала.

В научных учреждениях, где проводятся исследования на лабораторных животных, должны быть научно-вспомогательные подразделения: Виварий и экспериментально-биологическая Клиника. В виварии содержатся и частично разводятся отдельные виды животных с последующей передачей их для экспериментального исследования. Виварий и экспериментально-биологическая клиника размещаются в отдельном здании (комплексе зданий).

Для удовлетворения постоянно растущего спроса на лабораторных животных, для разведения видов, линий и категорий, во мно- I их странах мира возникла самостоятельная отрасль хозяйства - лабораторное животноводство с соответствующими базами. Организована соответствующая подготовка рабочих кадров, что позвонит максимально выгодную эксплуатацию подопытных животных.

Контрольные вопросы

1. Что такое конвенциональные и гнотобиотические животные?
2. Какие виды заболеваний лабораторных животных Вы знаете?
3. На какие происхождения классифицируются инфекционные болезни?
4. Какие вирусные заболевания лабораторных животных Вы знаете?
5. Назовите заболевания лабораторных животных бактериального происхождения?
6. Охарактеризуйте причины микозных заболеваний лабораторных животных?
7. Классификация болезней инвазионного происхождения?
8. Перечислите протозойные болезни лабораторных животных?
9. Причины возникновения гельминтозных болезней лабораторных животных?
10. Опишите основные гельминтозные заболевания лабораторных животных?
11. Что Вы понимаете под арахнозами?
12. Какие заболевания лабораторных животных вызываемые арахнозами Вы знаете?
13. Какие незаразные заболевания лабораторных животных Вы знаете?
14. Назовите незаразные заболевания лабораторных животных кормового происхождения?
15. Назовите незаразные заболевания лабораторных животных простудного характера?
16. Обоснуйте причины появления тех или иных заболеваний.

17. Назовите заболевания, которым наиболее подвержены лабораторные животные?
18. Меры профилактики инфекционных и инвазионных заболеваний лабораторных животных?
19. Мероприятия при вспышке инфекционных болезней среди лабораторных животных?
20. Мероприятия при обнаружении инвазионных болезней среди лабораторных животных?
21. Меры профилактики простудных заболеваний лабораторных животных?
22. Меры профилактики заболеваний лабораторных животных кормового происхождения?
23. Мероприятия при заболеваниях генетического характера?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освоение основ лабораторного дела, техники и технологии проведения любых исследовательских работ для специалистов биологического профиля приобретает значимую актуальность. Так, в очередном экологическом отчете ООН отмечается, что исчезновение лесов, незапланированный рост городов с их урбанизацией, проблемы с отходами и парниковыми газами обусловили изменения природных условий. Эти явления повлекли за собой возрождение старых, уже забытых, и рождение новых, еще совершенно неизвестных инфекций.

По данным экспертов ООН только последние 40 лет человечество приобрело 72 новых заболевания, по заключению которых природа теперь создает опасные вирусы гораздо эффективнее, чем любой террорист, а «старые» инфекции видоизменяются до неузнаваемости.

Едва люди делают некий символический «прорыв» в области «изучения микробов», те начинают со скоростью света мутировать, собирая человеческие жертвы. Вирусы обладают уникальной способностью к перекombинации: «отлавливают» и «вживляют» в себя бесхозные кусочки генетического материала, которые находят в окружающей среде, свирепеют и становятся неуправляемыми.

Так, например, смертельный западнонильский вирус, который поражал только фруктовых летучих мышей, теперь преследует и человека. Венесуэльский энцефалит лошадей, который поражал - вызывал воспаление мозга у лошадей, теперь сменил приоритеты и «охотиться» исключительно на людей.

Последнее превращение - мутация ВИЧ. Новая разновидность стала устойчива к препаратам, которыми до недавнего времени поддерживали больных. Такая же опасность и со стороны Атипичной пневмонии, Птичьего гриппа. Свиного гриппа и Менингита. Последние способны распространяться с пылью.

Следует отметить, что сегодняшние возбудители, в частности вирусы гораздо быстрее приспосабливаются к изменениям Окружающей среды, чем люди, животные и даже насекомые.

Как правило, необходимость расшифровки возбудителя воз никает только при массовых заболеваниях непонятной природой и тяжести.

В свете выше изложенного, вкратце, была и есть твердая необходимость освоения лабораторного дела, как дисциплины помогающей в проведении качественных исследований, в установлении диагноза, идентификации и дифференциации возбудителей болезней, разработке профилактических мероприятий и лечения, где используются те или иные технологии и приборы с аппаратурой, различные бактериологические среды и краски, лабораторные животные - «защитники» человеческого общества, да и животных и птиц, т.е. всей живой природы.

Так, изучая особенности метаболизма *новорожденных мышат*, японские ученые обнаружили, что в первые несколько часов после рождения, когда *новорожденный* уже не получает питания через плаценту и пуповину и еще не использует материнского молока - он оказывается в состоянии, аналогичном сильнейшему голоду, и начинает поглощать собственные клетки, которое продолжается от нескольких десятков минут до нескольких часов, что резко снижает жизнеспособность организма в целом.

Это явление - *аутофагия* - происходит у всех млекопитающих без исключения, в том числе и у человека.

Как видно, любые изыскания, глубокие исследования базируются на знании лабораторного дела с его особенностями и спецификой, что даст возможность молодым специалистам любого профиля ветеринарного и биологического направлений правильно сориентироваться и принять самые оптимальные решения поставленных задач и достижений целей, стоящие перед ними.

И, мы считаем, что данное пособие сыграет положительно - позитивную роль в становлении любознательной молодежи, как специалиста-исследователя, имеющего твердое представление и умеющего использовать свои познания для процветания нашей Родины - Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абрамов С.С. и др. Справочник по содержанию и болезням мелких и декоративных животных. Минск, «Урожай», 2000 г., с.272.
- 2 Антонов В.И. и др. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические. Справочник. М., «Агропромиздат», 1991г., с. 287.
- 3 Антонов В.Я. и др. Лабораторные исследования в ветеринарии. М., «Колос», 1974 г., с.320.
- 4 Борисов Л.Б., Козьмин - Соколов Б.И. и др. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии. М., «Медицина», 1979 г., с.286.
- 5 Буров А.Д. Лабораторные животные. М., изд. «Сельхоз. литературы, журналов и плакатов», 1963 г., с. 385-414.
- 6 Веселовский В.С. и др. Нагревательные приборы в лабораторной практике. М., «Госхимиздат», 1951г., с. 124.
- 7 Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. М., изд. «Химия», 1967г., с. 552.
- 8 Гавриш В.Г., Калужный И.И. Справочник ветеринарного врача. Ростов на Дону, «Феникс», 2001г., с. 576.
- 9 Гинзбург О.Ф., Петров А.А. Лабораторные работы по органической химии. М., «Высшая школа», 1974 г., с. 286.
- 10 Демченко О. «Пока не грянул гром». Алматы, газета «Караван» от 4.02.2005г., с.8.
- 11 Дымко Е.Ф. и др. Руководство по биохимическим, токсикологическим и микологическим исследованиям тканей, органов, кормов, воды и др. материалов. (Для биохимических и токсикологических отделов ветеринарных лабораторий). Алматы, «Кайнар», 1980 г., с.496.
- 12 Дымко Е.Ф., Кожебеков З.К. Клиническая биохимия в ветеринарии. Алматы, «Кайнар», 1986 г., с. 148.
- 13 Золотницкий М.Д. и др. Лабораторный практикум по охране труда. М., I «Высшая школа», 1979 г., с.215.
- 14 Ильясов Б.К. Иммунологическая реактивность организма лабораторных животных и молодняка КРС, привитых ассоциированной вакциной против болезни. Алматы, «Кайнар», 1977 г., с. 195.
- 15 Калутин Ю.А. Кормление кроликов. М., «Агропромиздат», 1985г., с. 120.
- 16 Красов В.М. Биохимические методы исследования. М., изд. «Сельхоз. литературы, журналов и плакатов», 1963 г., с.560.
- 17 Крутлов В.Т. Определение радиоактивности внешней среды и животных продуктов. М., изд. «Сельхоз. литературы, журналов и плакатов», 1963г., с.109- 122.
- 18 Кулько К.С. Разведение кроликов. М., «Россельхозиздат», 1984 г., с. 134.
- 19 Микеша О. и др. Лабораторные работы по органической химии. М., «Высшая школа», 1974 г., с. 286.

- 20 рлов Ф.М. и др. Ветеринарная лабораторная практика, Т.2. М., изд. «Сель-хоз. литературы, журналов и плакатов», 1963 г., с.432.
- 21 ознания Л.П. и др. Зоология позвоночных. М., «Высшая школа», 1971г., с. 152.
- 22 оляпский Ю.И. и др. Зоология беспозвоночных. Учебник. М., «Высшая школа», 1981 г., с.600.
- 23 удаков М.О. и др. Лабораторные исследования в ветеринарной терапии. Киев, «Колос», 1975 г., с.111.
- 24 ткин ЛТ.Г. Кролиководство: Справочник. М., «Агропромиздат», 1987г., с.206.

*С.Кырыкбайулы, М.С.Садуов, Т.А.Махьшиев,
Д.С.Уразбекова, А.А.Жумагелдиев*

«Лабораторное дело». Учебное пособие.

Под редакцией доктора ветеринарных наук,

профессора С.Кырыкбайулы и

кандидата биологических наук, доцента Садуова М.С.

Подписано в печать 5.10.2009г.

Формат 84x108/32. Бумага офсетная.

Гарнитура «Тайме». Тираж 100 экз.

Отпечатано в ТОО «TANDEM-2».

