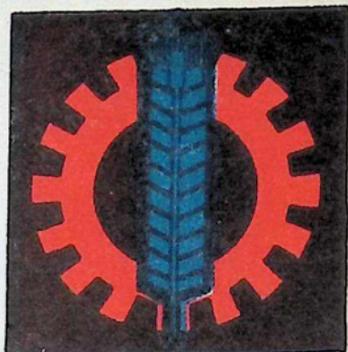


631.3(06)

4-419

ЧЕЛЯБИНСКИЙ
ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



Т Р У Д Ы . В Ы П У С К 97

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ
ПРОЦЕССОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА

12501

242188

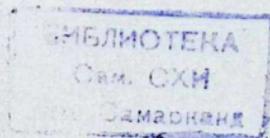
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

631.3(06)
4-419

12507
242489

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Труды, вып. 97



ЧЕЛЯБИНСК, 1975

л

Ответственный редактор — канд. техн. наук
доцент **Б. Н. Четыркин.**

Заместитель ответственного редактора —
канд. эконом. наук доцент **Ю. В. Панус**

Редколлегия:

докт. техн. наук проф. *Басов А. М.*, докт. техн. наук
проф. *Лебедев С. П.*, канд. техн. наук доц. *Мякин Е. Г.*,
инженер *Каменир Э. А.*

АВТОРЫ

- АРНОЛЬД А. Э. — инженер ЧИМЭСХ
АХТЯМОВ Я. А. — канд. техн. наук, УралНИИСтромпроект
БАБИЦЫН Г. С. — ассистент ЧИМЭСХ
БАСОВ А. М. — докт. техн. наук, ЧИМЭСХ
БАХАРЕВА Л. И. — аспирант ЧМИ
БЛОНСКАЯ А. П. — канд. с./х. наук ЧИМЭСХ
БОРОК А. М. — инженер, з-д Сельэлектро, г. Ленинград
ВОЗМИЛОВ А. Г. — аспирант ЧИМЭСХ
ГАРИН В. Н. — инженер КТИАМ
ГРИБАНОВА Н. И. — ассистент ЧИМЭСХ
ДОНДОНОВ Д. Д. — аспирант ЧИМЭСХ
ЕВТУШЕНКО А. Д. — докт. мед. наук, ТМИ
ЕРМОЛАЕВ М. Н. — инженер, ЗауралНИИСхоз
ЕРМОЛИН М. Я. — инженер ЧФ НАТИ
ЖЕЛТООХОВ А. И. — инженер, Баш. СХИ
ЗАВЯЦКАС В. К. — инженер, Лит. НИИМЭСХ
ИЗАКОВ Ф. Я. — докт. техн. наук, ЧИМЭСХ
ИСМАИЛОВ К. А. — инженер, Каз. СХИ
КАМЕНИР Э. А. — инженер ЧИМЭСХ
КОВАЛЕНКО А. Ф. — научный сотрудник, ЧОПОСС
КОЗИНСКИЙ В. А. — канд. техн. наук, ЧИМЭСХ
КОНДРАТЕНКОВ Н. И. — ассистент ЧИМЭСХ
ЛАВРОВ М. И. — ассистент Алт. СХИ
МИРОНОВА А. Н. — биолог ЧИМЭСХ
МИХАЙЛОВ О. С. — инженер НИИЭТ
МУСТАФАЕВ С. А. — канд. биолог. наук, Азербайдж. институт генетики и
селекции
МУХАММАДИЕВ А. — инженер САИМЭ
НЕЧЕТ В. А. — биолог ЧМИ
ОКУЛОВА В. А. — канд. сельскохозяйственных наук ЧИМЭСХ
ПАРАНЮК В. А. — аспирант ЧИМЭСХ
САИДХОДЖАЕВ А. А. — канд. техн. наук, САИМЭ
САМХАРАДЗЕ Г. П. — канд. техн. наук, НИИЭТ
УТЕШЕВ У. — аспирант ЧИМЭСХ
ФАЙН В. Б. — инженер, ЧИМЭСХ
ЧЕРВЯКОВ Д. М. — инженер, ЗауралНИИСхоз
ШАРИПОВ С. М. — инженер, ПромстройНИИПроект
ШМИГЕЛЬ В. Н. — канд. техн. наук, ЧИМЭСХ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике опубликован материал юбилейной конференции, посвященной 25-летию кафедры применения электрической энергии в сельском хозяйстве ЧИМЭСХ.

В сборнике обобщены результаты экспериментальных и теоретических исследований в области использования электрических полей в технологических процессах сельскохозяйственного производства. Значительная часть статей посвящена проблеме разделения семян в электрическом поле постоянного тока и влияния последнего на биологические объекты.

Сборник рассчитан на научных сотрудников, занимающихся вопросами электронно-ионной технологии, специалистов сельского хозяйства, промышленного производства, студентов вузов. Он может быть полезен также тем, кто стремится расширить свои знания в области новых технологических процессов.

Редколлегия просит читателей направлять свои замечания и предложения по адресу: г. Челябинск, проспект В. И. Ленина, 75, ЧИМЭСХ.

Редколлегия

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАБОТЕ КАФЕДРЫ

Двадцать четвертый съезд КПСС поставил задачу всемерного развития научных исследований и органического соединения достижений научно-технической революции с преимуществами социалистической системы хозяйства.

Новейшие научные открытия и достижения являются базой технического прогресса, обеспечивающего повышение эффективности общественного производства, производительности труда.

Научно-исследовательские работы кафедры направлены на разработку и теоретическое обоснование новых технологий, рабочих органов, электрифицированной и автоматизированной системы машин или производственно-технологических аппаратов.

По объему теоретических и экспериментальных исследований, конструктивных разработок, эффективности и внедрения в производство наибольшее внимание в наших исследованиях направлено на решение проблемы: электронно-ионная технология процессов сельскохозяйственного производства. В теоретическом и экспериментальном плане здесь большое внимание уделяется исследованию электрических полей постоянного тока высокого напряжения как наиболее универсального рабочего органа. Последний в отличие от многих других в сельскохозяйственном производстве может наиболее тонко, с минимальной затратой энергии перемещать, смешивать, разделять составляющие некоторых сыпучих сельскохозяйственных продуктов, а также, что очень важно, воздействуя на растительные и животные объекты, восстанавливать или улучшать их биологические показатели. Необходимость этих исследований не теряет своей актуальности.

Это прогрессивное научное направление, родившееся в коллективе нашей кафедры и получившее на сегодня наибольшее развитие, подхвачено не только другими кафедрами нашего института, но и многими исследователями и коллективами учебных, научно-исследовательских институтов, лабораторий, проектных организаций сельскохозяйственного профиля.

В этом направлении на кафедре защищено более 20 кандидатских и две докторские диссертации. Сдано и подготовлено к защите шесть диссертаций.

Кафедра является научным центром ЭИТ процессов сель-

скохозяйственного производства; доказательством тому являются доклады на ежегодных конференциях по вопросам ЭИТ. Этому способствует проблемная лаборатория ЭИТ, созданная в 1964 г. С первых дней организации кафедры ее научно-исследовательская тематика охватывала вопросы электропривода сельхозмашин и применения лучистой энергии в тепличных хозяйствах. В области электропривода решались вопросы переходных процессов и обоснование выбора электродвигателя для сельхозмашин с кривошипно-шатунным механизмом. Впервые доцент кафедры А. Т. Шаповалов дал более полную классификацию приводных характеристик. Исследования по использованию лучистой энергии в закрытом грунте и в птицеводстве не потеряют своей актуальности и производственной необходимости еще много лет.

В этом направлении выполнили и защитили диссертационные работы Казанцев Ф. С., Козинский В. А., Царев А. С. Они внесли существенный вклад в теорию вопроса и практику сельскохозяйственного производства. К этому же направлению относятся исследования в области использования энергии сверх высокой частоты в сельскохозяйственном производстве. Исследованиями Филиппова Р. Л. и Морева А. Д. показаны пути применения этой энергии и в первую очередь в области приборостроения и средств автоматизации как для контроля влажности продуктов или датчиков в управлении процесса их сушки.

Должное внимание уделяется вопросам применения электронагрева в процессах сельскохозяйственного производства. Первые наши исследования в этом направлении посвящались электродному обогреву парников применительно для зоны Урала, а также разработки проточных электроводоподогревателей для животноводства и инженерных служб сельского хозяйства. В свое время результаты этих исследований и в первую очередь проточные электроводоподогреватели были успешно реализованы в колхозах и совхозах в автотранспортных хозяйствах в размере нескольких тысяч штук.

Яровиков И. П. предложил, разработал и теоретически обосновал ряд конструктивных вариантов индукционных электрообогревателей. Такие электрообогреватели нашли применение в животноводстве, в парниках и небольших теплицах, на других объектах сельскохозяйственного производства как в нашей области, так и далеко за ее пределами.

За период существования кафедры по указанным научным направлениям опубликовано более 400 статей, брошюр, книг и информационных сообщений, получено более 30 авторских свидетельств на изобретения. Во многих исследованиях принимали участие студенты.

На Всесоюзном слете студентов министр высшего и среднего специального образования СССР тов. В. П. Елютин отмечал, что содержание обучения требует постоянного совершенствования

ния, и чем быстрее происходит научно-технический прогресс, тем большую оперативность надо проявить в отношении учебного материала. Каждый значительный новый шаг в науке и технике должен находить отражение в учебном процессе. Более того, подготовка специалистов должна вестись в соответствии с данными научного прогнозирования.

Рассматривая научно-исследовательские направления кафедры в совокупности, можно отметить следующее:

1. Научно-исследовательские направления согласуются с учебными дисциплинами кафедры и актуальны для производства. Их выполнение способствует научно-техническому прогрессу сельскохозяйственного производства и обновлению учебного материала.

2. Результаты исследований по всем научным направлениям нашли достаточное отражение в учебной и методической литературе.

3. Интенсивный рост научных исследований по проблеме «Электронно-ионная технология процессов сельскохозяйственного производства» во многих республиках и областях нашей страны, внедрение ее результатов в производства будет тормозиться, если не будет организована достаточная подготовка научных и инженерных кадров, обслуживающих эту проблему.

Считаем необходимым создать в ЧИМЭСХ учебную группу, специализирующуюся в направлении применения электронно-ионной технологии в процессах сельскохозяйственного производства.

Таким образом, общее направление работы кафедры сводится к гармоническому сочетанию научных исследований (и в первую очередь проблемных) с совершенствованием методов преподавания и подготовки высококвалифицированных кадров.

ВЛИЯНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ЭИТ НА ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ АГРОПРИЕМОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Основное направление государственной технической политики, сформулированное в Директивах XXIV съезда КПСС, состоит в том, чтобы, используя результаты научных исследований, создавать и внедрять в производство принципиально новые орудия труда, материалы, технологические процессы, превосходящие лучшие отечественные и мировые достижения. Дальнейшее совершенствование традиционных способов, на базе которых создана существующая техника, приводит к решению частных задач конструктивного улучшения машин и некоторому изменению технологических операций.

В связи с возрастающим уровнем производства электроэнергии появляются широкие возможности ее целенаправленного использования для непосредственного выполнения технологических процессов в различных отраслях сельскохозяйственного производства.

В ЧИМЭСХ проводятся теоретические исследования и внедрение электронно-ионной технологии в процессы сельскохозяйственного производства. Электронно-ионная технология обеспечивает реальную возможность прямого использования электрической энергии без преобразования ее в другие виды для непосредственного выполнения технологических операций, ускорения биологических процессов, а также для создания новых агроприемов. Электронно-ионная технология применяется в процессах полеводства, овощеводства, садоводства и животноводства, а также в различных отраслях промышленности. Исходным материалом чаще всего являются полезные ископаемые: руды, строительные пески и др. В сельскохозяйственном производстве исходным материалом являются потенциально живые частицы или биологические объекты, форму которых изменить нельзя. Поэтому создание теории ЭИТ таких объектов требует практически иного подхода, чем при обработке минерального сырья.

В общем случае электрические поля высокой напряженности, воздействуя на материал, приобретают функцию рабочего органа. В отличие от рабочего органа механических систем электрическое поле высокой напряженности является наиболее универсальным, менее энергоемким и тонко управляемым ра-

бочим органом, который, воздействуя на материал в процессе его разделения, осаждения и смешивания, не приводит к механическому травмированию и создает в нем полезно направленное биологическое изменение.

В процессах ЭИТ чаще всего используется электрическое поле коронного разряда и электростатическое поле. Известно, что поле коронного разряда является неоднородным. Направленный поток ионов в этом поле заряжает частицы, находящиеся в пространстве этого поля и на электроде. За счет воздействия поля на заряженные частицы возникают прижимающие силы. Электростатическое поле является однородным. Для него не характерно присутствие направленного потока ионов. Частица, помещенная в такое поле, только поляризуется и не приобретает заряда. Если же частица находится на плоскости в зоне поля, то она приобретает заряд за счет контакта с плоскостью. Возникает отрывающая частицу сила. Следовательно, каждое из перечисленных полей как рабочий орган обладает своими особенностями и возможностями, а поэтому в технологическом процессе проявляет себя по-разному. Более детальное изучение этих полей как рабочего органа раскрывает новые качественные возможности использования их в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

Известно, что заряд частицы в поле коронного разряда зависит от напряженности поля. Поэтому, чтобы повысить качество и четкость разделения, стремятся увеличить напряженность. Теоретические и экспериментальные исследования Т. Н. Лукненко показали, что увеличение напряженности поля не всегда приводит к должному результату. Это объясняется тем, что с повышением напряженности поля увеличивается напряженность на поверхности частицы. Возникает коронирование таких частиц; оно возможно в том случае, когда максимальное значение напряженности на ее поверхности равно или превышает величину критической или начальной напряженности возникновения короны. Уменьшение заряда частицы за счет коронирования снижает эффект их разделения. При коронировании наблюдается как бы выравнивание зарядов частиц, а следовательно, и сил электрического поля.

Результаты этих исследований показали, что наибольшего эффекта разделения зерновых смесей в межэлектродном пространстве можно ожидать на мелких частицах с большим коэффициентом сферичности, у которых сила электрического поля по сравнению с весом имеет большее значение, чем у крупных, и для частиц, величина напряженности внешнего поля которых лежит в зоне пробоя межэлектродного промежутка.

Известные теоретические исследования о механизме зарядки частиц на заземленном электроде в электрическом поле. Однако результаты этих исследований не совпадают с экспериментальными. Принято считать, что частицы, лежащие на элек-

трое в электростатическом поле, приобретают заряд знака электрода за счет контакта с ним. Положим, что на электрод подано критическое напряжение, малейшее увеличение которого приведет к возникновению коронного разряда. Считают, что в этом случае частица, лежащая на электроде, заряжается только за счет осаждения ионов. Анализируя в совокупности два указанных случая, можно предположить, что величина и знак заряда частицы на электроде есть результат комбинированной зарядки (ударной, диффузионной, контактной). Такой подход, предложенный сотрудниками проблемной лаборатории ЭИТ с аспирантами (Каменир Э. А., Мурманцев Ф. М., Файн В. Б. и др.), показывает, что предельный заряд частицы может быть меньше рассчитанного и при определенных условиях его знак может меняться. Величина заряда частицы и его знак зависят от коэффициента комбинированной зарядки, который является функцией свойств частицы и ее ориентации относительно поля.

Теоретические и экспериментальные исследования возможной неоднородности поля в зоне заземленного электрода с отверстиями, неровностями и в присутствии диэлектрического материала в электростатическом поле, выполненные аспирантами под руководством Шмигеля В. Н., позволили говорить о наличии втягивающей, выталкивающей и притягивающей сил, характеризующих при определенных условиях особенность этого поля как разновидности рабочего органа. Для формирования поля коронного разряда чаще всего применяются проволочные коронирующие электроды. Их положительной стороной является простота конструкции и относительно небольшое напряжение зажигания короны. В то же время они создают рассеянный разряд, что приводит к потере мощности, неупорядоченной зарядке частиц. Их возможности ограничены относительно малой пробивной напряженностью, что не позволяет создавать высокие напряженности поля, а следовательно, управлять техническим процессом в сторону повышения напряженности.

Исследования соискателя Мешкова А. А., направленные на интенсификацию поля коронного разряда как рабочего органа, позволили предложить конструктивное решение коронирующих электродов с использованием игл. Такие электроды обладают рядом преимуществ по сравнению с проволочным и позволяют получать более концентрированное и направленное электрическое поле, увеличивая интенсивность разряда в два-три раза.

Большое значение придается исследованию свойств частиц зерновой смеси в сторону детального изучения изменчивости электрических свойств основной культуры и ее засорителей от ряда факторов и зоны их произрастания. Так, например, исследования Н. И. Грибановой, выполненные на смеси семян трав, говорят о том, что при одинаковой влажности и других исход-

ных параметрах электрические свойства сорняков семян клевера, выращенных в зоне Челябинской области, отличаются по величине от таких же сорняков клевера, выращенных в Пензенской области. Есть отклонения в свойствах основной культуры. Такие исследования важны не только для процесса разделения, но и для электрической биостимуляции. Поэтому для сравнительной оценки того или иного способа, рабочего органа необходимо пользоваться единой методикой исследования свойств материала, поступившего на обработку. Вариант такой методики разработан проблемной лабораторией ЭИТ ЧИМЭСХ.

Существенной особенностью процессов электронно-ионной технологии в сельском хозяйстве является их многофакторность. Поэтому учесть влияние всех факторов, например, на процесс зарядки или величину электрических сил, практически невозможно, даже если бы удалось составить и решить обобщающее уравнение. Еще сложнее дать математическое описание процессам электростимулирования, так как отсутствует возможность установить связь между биологическими факторами, с одной стороны, и параметрами режима обработки, свойствами семян и внешними условиями — с другой. Такие связи установлены только экспериментально. Однако традиционные методы экспериментирования, когда все факторы фиксируются на одном уровне и только один изменяется, в условиях многофакторного эксперимента неприемлемы: во-первых, резко возрастает число опытов; во-вторых, результаты этих опытов практически обобщить невозможно; в-третьих, из-за большого количества опытов они выполняются в различных условиях и часто становятся неосуществимыми. Поэтому исследования ведутся по методике активного планирования эксперимента.

Нами взяты на вооружение существующие методы планирования, и под руководством Изакова Ф. Я. решены некоторые задачи:

1. Разработан метод целочисленного симплекс-планирования при поиске оптимальных режимов, которые могут быть применены практически при любых исследованиях и даже в производственных условиях, а также разработан метод ускоренного симплекс-планирования.

2. Предложена методика активного планирования эксперимента при наличии пассивных факторов, а также методика учета влияния неуправляемых факторов на результат предпосевной обработки семян.

Указанное используется для конкретного решения задач в области разделения, проектирования машин и электростимуляции. Практическое использование теоретических исследований электрических полей постоянного тока высокой напряженности вылилось в разработку новых технологий, машин и установок их питания электрической энергией. Высокие показатели полу-

чены на электрозерновых машинах по сортированию семян зерновых, овощных, технических культур и семян трав по абсолютному и удельному весу.

Известно, что отбор и выравнивание семян по этим показателям обеспечивает одновременность всходов, созревания и повышает урожайность. Электрозерновые машины позволяют обеспыливать семена до 99% и вместе с пылью очищают их поверхность от бактерий и спор. Электрозерновая машина барабанного и транспортерного типов выделяет из семян пшеницы головневые мешочки, не разрушая их в процессе сепарации. Одновременно удаляются споры головни с поверхности семян. Этим производится стерилизация семян, подчас исключая химическое протравливание.

Модернизация свекловичной горки типа ОСГ за счет наложения поля коронного разряда позволила за один проход очищать семена сахарной свеклы от цуры до первого класса посевных кондиций. Так, при засоренности исходного материала цурой в среднем 5550 шт/кг при очистке ЭСМ-Г осталось цуры 18 шт/кг, а на ОСГ-0,5 — в 30 раз больше. Одновременно производилась сортировка и электростимулирование семян. Разработана опытная установка для протравливания семян порошковыми ядохимикатами путем осаждения их на семена в электростатическом поле. Результаты ее испытания показали высокую обволакиваемость поверхности семян ядохимикатами, снижение расхода ядохимикатов и значительное улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих, участвующих в этом процессе.

Разработаны поточные технологические схемы электрического способа подработки семян и выявлено место электрозерновых машин в существующих схемах подработки семян на зерноочистительных пунктах. Намечаются пути комбинированного использования различных по своей возможности электрических полей, а также совместно с другими механическими воздействиями (воздух, виброколебания и др.). Разработанные институтом технические условия передаются зонально-конструкторскому бюро Министерства сельского хозяйства Казахской ССР, которое проектирует и изготавливает опытные образцы электрозерновых машин для подработки семенного материала, а также машины для электростимуляции клубней картофеля. Однако промышленного выпуска таких машин добиться не удастся.

По нашим техническим условиям Тбилисский научно-исследовательский электротехнический институт разработал и изготовил высоковольтные источники питания установок ЭИТ для сельского хозяйства. Выпрямители прошли лабораторные и производственные испытания в условиях совхозов Челябинской области. Источники питания показали себя работоспособными, однако необходимо увеличить их надежность.

Изучение возможностей ЭИТ позволило сделать вывод о целесообразности использования ее для создания системы биологической защиты и стимуляции животных и птицы. Создание этой системы для птицеводческих комплексов возможно путем установки в каждом птичнике электрофильтров для очистки вентиляционного воздуха и аэроионизаторов для очистки воздуха и осаждения пыли внутри помещения.

Технико-экономические сравнения различных воздушных фильтров говорят о целесообразности разработки и применения двухзонных электрофильтров, которые могут иметь низкое аэродинамическое сопротивление и малое собственное потребление электроэнергии. Они обладают способностью улавливать аэрозольные частицы в широком диапазоне по размерам и выполнять как сухую, так и мокрую очистку загрязненного воздуха с любой концентрацией взвешенных частиц и характеризуются другими преимуществами. При работе коронно-разрядных аэроионизаторов пыль осаждается на поверхности помещения под действием трех основных факторов: дрейфа заряженных частиц в поле коронного разряда; электростатического рассеивания униполярно заряженного аэрозоля; электростатической коагуляции аэрозоля, ведущей к его ускоренному выпадению из воздуха помещения.

В указанных направлениях ведутся исследования по оптимизации конструктивных и режимных параметров фильтров и коронно-разрядных аэроионизаторов. В конце этого года планируются производственные испытания коронно-разрядных аэроионизаторов на Боровской птицефабрике Тюменской области.

Под предпосевной (допосевной) обработкой семян в электрическом поле понимают агроприем, позволяющий за счет стимулирующего воздействия поля коронного разряда и электростатического поля улучшать посевные качества семян, увеличивать урожайность и качество выращенного продукта (зерна, сахарной свеклы, картофеля и др.) в новом урожае.

Исследования, проводимые ЧИМЭСХ вместе с Уральским, Сибирским НИИ сельского хозяйства, ВНИИЗом, КубНИИТИМом, кафедрой ботаники ЧГПИ, кафедрой ботаники и физиологии растений Башкирского СХИ и другими научными и учебными организациями, показали следующее.

Предпосевная обработка семян в электрических полях постоянного тока стимулирует рост растений, особенно в начальные фазы его развития, которые являются одним из основных периодов вегетации растительного организма. Эти поля повышают водопоглотительную способность и интенсивность дыхания прорастающих семян, энергию прорастания и всхожесть, силу начального роста и развития корневой системы.

Электрические поля постоянного тока высокой напряженности способствуют большему накоплению сухого вещества в вегетативной массе растений, повышению чистой продуктивно-

сти фотосинтеза, увеличению площади листовой поверхности и удлинению срока их функционирования, что существенно для отдельных культур и зон их выращивания. Урожай зерна увеличивается за счет большего количества продуктивности стеблей, сохранившихся на площади посева до уборки, большей устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и повреждению тем или иным вредителем, за счет повышенной озерненности и выполненности зерна.

Лучшие результаты дает электростимуляция за счет поля коронного разряда напряженностью 5—6 кВ/см при экспозиции 1—3 с, со сроком отлежки после обработки 10—20 дней в зависимости от сорта пшеницы. Эффект электростимуляции выражается в прибавке урожая 10—15% и повышении содержания белка в зерне в среднем до 0,6—0,8% по сравнению с контролем.

Примерно такой же характер проявляется при электростимуляции семян других культур и клубней картофеля. Однако режимные параметры поля постоянного тока высокой напряженности могут сдвигаться в сторону уменьшения напряженности, времени воздействия и срока отлежки, например, для семян редиса. При этом весь ход событий, происходящих в процессе роста растений, кондиционные семена которых обработаны электрическим полем промышленной и высокой частоты, принципиально не отличается от электростимуляции полями постоянного тока высокой напряженности. Однако время обработки семян в поле промышленной и высокой частоты здесь исчисляется десятками (30—180) секунд и даже минутами, что сказывается на удельной производительности установки и энергоемкости процесса по сравнению с полями постоянного тока.

Известно, что одной из главных причин активизации и торможения физиологических процессов является изменение структурного состояния и функциональной активности генетического аппарата клетки — хроматина клеточного ядра.

Метод предпосевной обработки семян в электрическом поле постоянного тока повышенной напряженности проверялся в 1965—1969 гг. Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР на Еманжелинском Госсортоучастке Челябинской области. Испытаниями установлено, что урожай семян пшеницы Весна, обработанных в поле коронного разряда напряженностью 5 кВ/см, составил в среднем 32 ц/га против 30,4 ц/га в контроле. В денежном выражении средняя экономическая эффективность этого агроприема составила 10 руб. с 1 га. При этом вес 1000 зерен в новом урожае превышал контроль по годам соответственно на 1,2; 0,7; 2,1 г.

Отмечено осязаемое снижение поражения нового урожая пыльной головней. Метод рекомендован для производственной проверки.

Решением Челябинского областного управления сельского хозяйства с 1970 по 1972 гг., т. е. в течение трех лет, проводилась производственная проверка метода в Кочердыкском и Сугоякском совхозах Челябинской области на больших площадях. В результате производственной проверки средняя прибавка урожая за три года составила 16,3% к контролю, или 2,4 ц/га; в денежном выражении средняя экономическая эффективность по Кочердыкскому совхозу — 15,7 руб/га, Сугоякскому — 21,3 руб/га. В 1972 г. обработанными семенами засеяно в Кочердыкском совхозе более 1300 га, а весной 1973 г. — более 2,5 тыс. га. Предшествующие этому многолетние испытания в других совхозах хорошо согласуются с данными Кочердыкского и Сугоякского совхозов.

Использование этого комплексного агроприема по данным испытаний в совхозах Челябинской области позволило повысить урожайность семян пшеницы на 25%, а по данным Целинной МИС 1971 г — на 22,9%, т. е. на 5,1 ц/га.

По данным семилетней совместной работы по предпосевной обработке семян сахарной свеклы КубНИИТИМ в своем отчете делает следующие выводы.

1. Допосевная обработка семян сахарной свеклы в поле коронного разряда — эффективный агроприем, повышающий силу роста семян, полевую всхожесть, сахаристость и урожайность корней.

2. Лучшими режимами обработки семян в электрическом поле оказались режимы, при которых на семена воздействовали полем коронного разряда напряженностью 3 кВ/см в течение трех и шести секунд и 4,2 кВ/см в течение одной секунды. Прибавка урожая в этих режимах составила соответственно 34; 46; 49 ц/га.

3. Экономическая эффективность применения нового агроприема составляет 70—80 руб. на 1 га.

Опыты 1964 года показали, что ускорению прорастания и повышению урожайности клубней картофеля способствует их обработка перед посадкой полем постоянного тока высокой напряженности.

В 1965 г. ЧИМЭСХ совместно с Челябинской плодоовощной селекционной станцией провел лабораторно-полевые испытания нового агроприема. Режимы обработки по напряженности от двух до четырех кВ/см, время воздействия 1—10 с. Все опытные режимы дали прибавку урожая для раннего сорта Седов 40—50%, средне-позднего сорта Лорх — до 30%.

Теоретические исследования и результаты опытов позволили разработать техническое задание на электроклубнеобработывающую машину, которая спроектирована и изготовлена ЗКБ МСХ Казахской ССР. Испытание нового агроприема проводилось ЗКБ, исследовательскими организациями Казахской ССР, проблемной лабораторией ЭИТ ЧИМЭСХ и хозяйствами

В 1972 г. в Канашевском совхозе клубни картофеля обрабатывались полем постоянного тока для посева на площади 3 га. Опыты проводились по методике полевых испытаний. Результаты опытов показали, что урожайность картофеля в производственных условиях повысилась на 10%. Экономический эффект в денежном выражении составил 160—180 руб/га. Деляночные опыты в учхозе института проводились по методике Госсортоиспытания. Они показали, что обработка клубней картофеля электростатическим полем напряженностью 5 кВ/см при времени воздействия 3,5 с дает прибавку урожая 25%, причем содержание витамина С увеличилось до 28%. Обработка клубней картофеля полем коронного разряда напряженностью 5 кВ/см при времени воздействия 3,5 с дала прибавку урожая 34% и повысила содержание витамина С на 3—4%.

Важно отметить, что предпосевная обработка семенных клубней картофеля стимулирует рост растений в ранний период их развития. Это позволяет рекомендовать электростимуляцию электрическими полями постоянного тока как новый агроприем, менее трудоемкий по сравнению с яровизацией, особенно для получения раннего картофеля и семян.

Известно, что ионизирующими излучениями, инфракрасными, ультрафиолетовыми или гамма-лучами, током промышленной или высокой частоты можно вести предпосевную обработку семян, клубней картофеля, лука-севка и др. Однако их использование не позволяет создать комплексный агроприем, совмещающий в себе другие процессы, входящие в подготовку семян для посева.

Влияние рабочего органа — электрических полей постоянного тока высокой напряженности — позволяет одновременно с электростимуляцией вести обеспыливание семян, а следовательно, удаление с их поверхности спор и бактерий; сортировать семена, выравнивая их по весу 1000 зерен и удельному весу, выделять битые, шуплые, проросшие, недозревшие семена и сорняки. Этим определяется влияние электрического поля постоянного тока высокой напряженности на формирование комплексного агроприема высокой эффективности.

О РАБОЧЕМ ОРГАНЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ МАШИНЫ

12501

Обработка исходного материала в различных отраслях производства осуществляется не машиной в целом, а ее рабочими органами: решетом, сверлом, пилой, ножом, мешалкой, отвалом лемеха и т. п. Как указывает В. А. Желиговский, в промышленности подобные рабочие органы часто называют инструментами [1]. Обработка или переработка материалов под воздействием рабочих органов машин или других физических агентов называется технологическим процессом. Он складывается из ряда последовательных производственных операций, в результате которых исходный материал превращается в конечный продукт [2]. Для выполнения технологического процесса необходимо иметь три элемента [1]: а) материал, подлежащий обработке или переработке; б) инструмент или рабочий орган; в) энергию, за счет которой должна развиваться сила, действующая на рабочий орган и через него на материал.

5872182

Орган — орудие, средство, инструмент, составная часть сложной машины. Инструмент — орудие человеческого труда или исполнительный механизм, который, как указывал Карл Маркс, захватывает предмет труда и целесообразно изменяет его [3].

Общие законы взаимодействия рабочих органов с материалом впервые глубоко осветил основоположник земледельческой механики академик Горячкин В. П. [4], который впервые дал теоретическое обоснование многим рабочим органам сельскохозяйственных машин, обладающих массой и скоростью движения. Он указывал, что иногда в машинах необходимо пользоваться рабочими органами большей массы, но с меньшими скоростями их движения. Примером может быть сенной пресс. Здесь требуется медленное распространение давления в толщу материала. Иногда, наоборот, действие силы необходимо ограничить поверхностным слоем материала. Тогда масса рабочих органов берется малой, а скорость движения увеличивается (наклепка, выбивание зерен из колоса и т. п.) [4]. Кроме того, повышение скоростей рабочих органов с увеличением их массы связано с нежелательным увеличением сил инерции, ухудшающих ход машин. Увеличение скорости рабочих органов ограничено и свойствами обрабатываемого материала (нежелательное травмирование).

В общем все: форма самого рабочего органа, его траектория, режим движения — определяется характером технологических процессов и различными свойствами обрабатываемого материала: механическими, биохимическими, химическими и т. п. Задачи воздействия известных рабочих органов на обрабатываемый материал осложняются еще дополнительным воздействием света, воды, тепла и питательных веществ. Необходимо учитывать и различные биологические факторы [2].

Физические тела, на которые воздействуют известные рабочие органы машин, имеющие массу и скорость движения, обладают различными физическими свойствами ([5]).

Некоторые физические свойства тесно взаимосвязаны. Например, акустические, электрические, тепловые свойства зависят от структурных; аэродинамические — от геометрических, гравитационных и от свойств поверхности. В известных сельскохозяйственных машинах используются рабочие органы, которые имеют ограниченные возможности, воздействуя только на некоторые физические свойства обрабатываемого материала.

Все это и особенно то, что известные механические машины в основном исчерпали свои возможности по качеству работы, затратам энергии, диапазону воздействия и производительности, ставит в повестку дня изыскание новых, основанных на последних достижениях науки, изобретениях, более совершенных технологических процессов сельскохозяйственных машин. Необходимо изыскание и более универсальных рабочих органов машин.

Например, В. П. Горячкин считал рабочими органами только устройства, контактирующие с материалом массами, хотя в известных сельскохозяйственных машинах работают и физические силовые поля (гравитационное и аэродинамическое), которые также воздействуют на обрабатываемый материал для превращения в требуемое состояние.

Неуправляемое силовое гравитационное поле, обусловленное в основном притяжением Земли и ее вращением вокруг оси, может выступать в качестве рабочего органа в технологическом процессе и действительно выступает как в комбинации с различными конструкциями и другими силовыми полями, так и самостоятельно. Например, при гравитационном методе обогащения полезных ископаемых используется сила земного притяжения частиц (сила тяжести); сортирование семян на неподвижных китайских горках также в основном идет за счет силы тяжести. При использовании вообще решетчатых поверхностей для разделения семян основным рабочим органом, обеспечивающим просевание семян в отверстие, является гравитационное поле.

Таким образом, можно дать следующее толкование рабочему органу в технологическом процессе. Рабочий орган — это инструмент, в качестве которого могут выступать как физические

тела в различном конструктивном оформлении, так и различные силовые поля (гравитационное, аэродинамическое, электрическое, магнитное и т.п.), производящие целенаправленное воздействие на материал на уровне макро- и микроскопии для превращения материала в требуемое состояние.

Рассмотрим использование в качестве рабочего органа силового электрического поля, особой формы материи, характеризуемой тем, что в области пространства, в которой существует силовое поле на заряженную частицу (способность заряжаться — электрическое свойство физического тела), действует механическая сила, пропорциональная величине заряда. Если тело движется в силовом поле перпендикулярно силовым линиям, то поле над этим телом совершает работу [6]. Следовательно, электрическое поле является рабочим органом.

Самостоятельность существования и распространение в пространстве электромагнитного волнового поля как вида материи была доказана уравнениями Максвелла. Однако свойства этого поля неодинаковы со свойствами непосредственно воспринимаемых макроскопических тел, подчиняющихся законам механики. Таким образом, материя как объективная реальность существует в виде вещества (массы) и в виде поля, т.е. в двух несводимых друг к другу формах [7].

Электростатическое поле не может существовать самостоятельно как волновое поле, оторвавшееся от зарядов. Оно «привязано» к заряду и неотделимо от него. Если ликвидировать заряд (например, экранировать его), то мгновенно исчезает и электростатическое поле, являющееся физическим полем, создаваемым неподвижными электрическими зарядами [6, 7]. То же можно сказать о поле коронного разряда, хотя заряды в нем и перемещаются. Тем не менее электростатическое поле совершает работу над зарядами и частицами, попадающими в зону его действия; оно может проникать через различные диэлектрические среды.

Использование электрических полей, в особенности полей высоких напряженностей в качестве рабочего органа, весьма заманчиво.

Как указывает академик В. И. Попков [8] электричество, как бы непосредственно «делает вещи», так как единственным инструментом в данном случае является электрическое поле, воздействующее на электрически заряженные частицы сырья. Электрическое поле можно применять для нанесения различных покрытий, для ворсования тканей и электропрядения, для сепарации различных материалов, для очистки воздуха от аэрозольных включений, для формирования слоистых материалов в различных отраслях народного хозяйства и т.п. При этом технологические процессы с использованием в качестве рабочего органа электрического поля улучшают условия труда, позволяют экономично расходовать материал, обладают высокой эко-

номичностью [8]. Басов А. М. со своими учениками еще дальше развил положение о применимости электрического поля как рабочего органа в различных сельскохозяйственных технологических процессах. Он говорит, что электрическое поле настолько универсальный рабочий орган, что может перемещать, смешивать материалы, восстанавливать или улучшать биологические и технологические качества растительных объектов [9].

Исследованию применимости электрических полей в технологических процессах в последние годы посвящают свои поисковые работы многие научные организации, прорабатываются различные гипотезы, вырабатывается определенный взгляд на процесс и происходящие при этом явления.

Одни исследователи называют рабочим органом электроды, конструкции, обеспечивающие существование электрического поля, хотя при подаче потенциала, т. е. при подведении энергии к электродам, сами они работу не выполняют, а работает электрическое поле. Другие утверждают, что работает электрическое поле, например, на участке, обработанном электрическим полем постоянного тока, — урожай хлопчатника выше в 1,78 раза, чем при обычной промывке водой (при рассолении). Третьи сообщают, что при электроимпульсной обработке растений в качестве рабочего органа используют разряд в воздухе. Но ведь не сам разряд в действительности работает: а образующаяся при этом ударная волна, совершающая полезную работу, деформацию и нарушение структурных связей. Разряд возникает в электрическом поле при определенном его состоянии. Естественно, что первообразующим рабочим органом оказывается все-таки электрическое поле [10].

Во многих сельскохозяйственных машинах технологический процесс состоит в разрушении материала, и потерянная скорость при ударе рабочего органа идет на деформацию обрабатываемого материала [4]. Поэтому иногда рабочие органы механических машин называют деформациями [2].

Основное уравнение в теории сельскохозяйственных машин показывает меру действия импульса или толчка, когда рабочий орган действует силой P на конечную массу материала $\Delta\mu$ и сообщает ей за время Δt конечную скорость V [4], т. е.

$$P \cdot \Delta t = \Delta\mu \cdot V. \quad (1)$$

Это уравнение правомерно и при рассмотрении в качестве рабочего органа электрического поля. Сила P в этом случае определяется напряженностью электрического поля E и величиной заряда q конечной массы $\Delta\mu$ материала. Поэтому уравнение (1) может быть выражено так:

$$P \cdot \Delta t = E \cdot q\Delta t = \Delta\mu \cdot V. \quad (2)$$

В обычных машинах в технологическом процессе участвуют масса рабочего органа m (постоянная) и рабочая масса $\Delta\mu$

(переменная). Если в качестве рабочего органа используется электрическое поле, то мы имеем дело только с массой материала $\Delta\mu$, который входит в поле с какой-то скоростью V_1 и выходит со скоростью V_2 . Можно записать

$$\Delta\mu (V_2 - V_1) = \int_0^{\Delta t} E \cdot q \cdot dt. \quad (3)$$

При попадании материала, подлежащего обработке, в электрическое поле мгновенно может произойти зарядка, ориентация, перемещение. Причем, если тело не перемещается, то перемещаются свободные заряды внутри тела и осуществляется поляризация и другие формы движения на молекулярном и клеточном уровнях.

Как каждый механический рабочий орган имеет свои характерные особенности (форму, размеры, траекторию и режим движения), определяемые задачами технологического процесса и свойствами обрабатываемого материала [2], так и электрическое поле как рабочий орган обладает своими особенностями, и выбор показателей его нельзя производить произвольно. При этом, как любой рабочий орган, электрическое поле работает при подведении энергии извне.

Однако электрическому полю как рабочему органу присущи и свои характерные свойства, которые обладают целым рядом преимуществ в сравнении с другими рабочими органами:

1) универсально по своему силовому действию — прижимает, отрывает, поворачивает, перемещает, ориентирует, осаждаёт, втягивает, выталкивает и т. п.;

2) действует на физические тела и макро- и микроскопич. на физические, химические и биологические структуры (клетки и их комплексы, как основы жизни);

3) может изменяться по силе воздействия по длине рабочего пространства, где осуществляется технологический процесс;

4) может проходить через различные диэлектрические среды, оставаясь неизменным или меняясь по силе действия в зависимости от физических свойств сред;

5) не ломается, не изменяется, не разрушается от воздействия внешней среды;

6) требует малого расхода энергии на осуществление технологического процесса;

7) может работать с подвижными и неподвижными конструкциями;

8) может порождать другой рабочий орган (в этом проявляется диалектика); количество переходит в качество, например, поле — искра — ударная волна;

9) сила действия рабочего органа и функциональное проявление изменяются элементарным управлением в электросхеме.

10) широкое управление воздействия на объект вплоть до разрушения структурных связей.

Функциональные возможности рабочего органа — электрического поля — беспредельные, как в макро-, так и микропроцессе. Именно это определило рождение новой весьма перспективной области техники: электронно-ионной технологии.

Речь идет об организации технологического процесса с использованием взаимодействия электрического поля и электрических зарядов и особенности движения и распределения зарядов в электрическом поле для воздействия на материалы и их элементы, чтобы придать им определенное движение, форму, состояние.

Назвать некоторые процессы этой технологии:

1) электрическая сепарация за счет зарядки и ориентации частиц — выделение биологически ценных семян и удаление сорняков;

2) осаждение материалов (нанесение заряженных химическим порошком аэрозолей, эмульсий на физические тела);

3) обеспыливание поверхности тел, сыпучих масс, воздушных сред;

4) смешивание разнородных веществ;

5) стимуляция посевных качеств воздействием на зародыш и питательный комплекс (семена), ростовых качеств (клубни), приживаемости растительных объектов (прививки);

6) воздействие на пыльцу (половые клетки) — применение в селекции и т. п.

Все это вызвало еще более глубокое изучение электрического поля как рабочего органа, способов и устройств, обеспечивающих его осуществление и целенаправленное использование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желиговский В. А. Проблемы механизации в сельском хозяйстве. М., «Молодая гвардия», 1953.
2. Гудков А. Н. Некоторые проблемы механизации сельскохозяйственного производства. М., Сельхозиздат, 1962.
3. Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинение 2-ое издание, т. 23, стр. 384.
4. Горячкин В. П. Теория массы и скоростей сельскохозяйственных машин и орудий. — В кн.: Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. Под ред. Горячкина В. П. М—Л., Сельхозиздат, 1935.
5. Шмигель В. Н. К вопросу о терминологии некоторых физических свойств семян. Труды ЧИМЭСХ, вып. 69, 1972.
6. Энциклопедический словарь под ред. Введенского Б. А. Том. 3, М., 1955, стр. 213.
7. Баженов Л. Б., Морозов К. Е., Слуцкий М. С. Философия естествознания. Вып. 1. Издательство политической литературы. М., 1966, стр. 53—55.
8. Попков В. И. Инструмент — электрическое поле. Газета «Известия», № 69 (от 24 марта 1971 г.).
9. Басов А. М. и др. Электрозерноочистительные машины (теория, конструкция, расчет). М., «Машиностроение», 1968.
10. Молодые специалисты — сельскохозяйственному производству. М., ВИЭСХ, 1973.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА РАЗРЯДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК ЭИТ

Атмосферное давление P , температура t и их производная относительная плотность воздуха δ являются параметрами, характеризующими электрическую прочность воздуха в зависимости от атмосферных условий. Они в определенной степени влияют на разрядные характеристики воздушных промежутков, потери мощности на корону, уровни радиопомех и т. д.

Непосредственно плотность воздуха не измеряется; она является расчетной величиной. Для ее определения обычно используется формула

$$\delta = \frac{T_0}{T} \cdot \frac{P}{P_0} = 0,386 \frac{P}{273 + t}, \quad (1)$$

где P — атмосферное давление воздуха, *мм рт. ст.*;

T — абсолютная температура воздуха, $^{\circ}\text{K}$;

t — температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$\delta = 1$ при атмосферном давлении $P = 760$ *мм рт. ст.* (1013 *мб*) и температуре $t = 20^{\circ}\text{C}$.

Относительная плотность воздуха используется, например, для расчета начальных градиентов зажигания короны и для определения потерь мощности на корону.

Данные температуры и атмосферного давления воздуха метеорологических станций, расположенных в различных районах Советского Союза [1, 2], показывают, что на его территории атмосферное давление изменяется довольно сильно. Экстремальные значения P составляют 953 и 1043 *мб* (715 и 782 *мм рт. ст.*); средние — 995—1009 *мб* (746,5—757 *мм рт. ст.*).

Для данной местности изменчивость атмосферного давления в году незначительна, а колебания относительной плотности воздуха значительны и определяются в основном колебаниями температуры воздуха.

В условиях Сибири в течение года δ изменяется в довольно широком диапазоне, достигая значений от 0,92 до 1,30. В то же время колебания средних значений — незначительны: от 1,02 до 1,07. Причем в ночные часы суток они несколько выше, чем в дневные.

Все отмеченные закономерности характерны не только для Сибири, они в равной мере справедливы и для остальных ме-

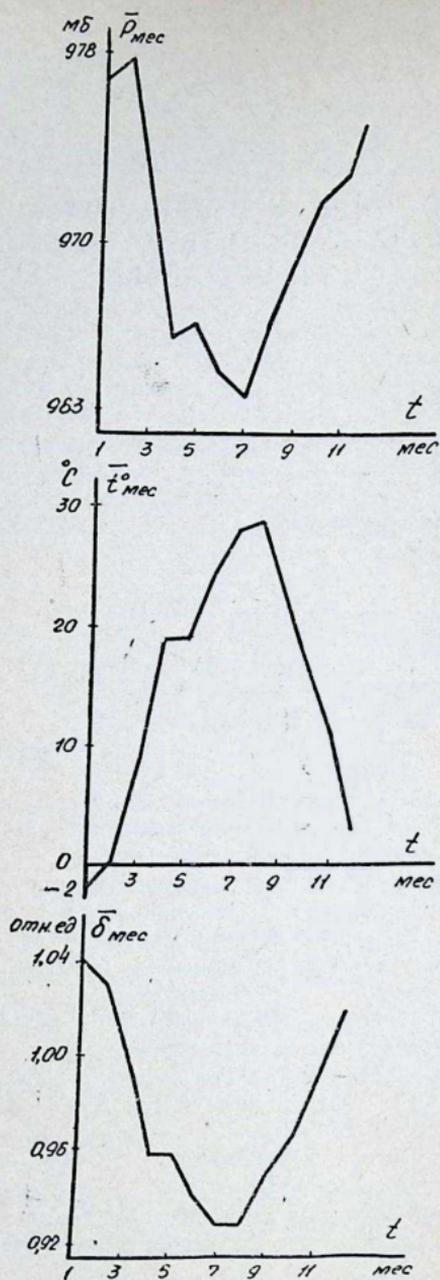


Рис. 1. Зависимость изменения P , \bar{t} и δ от времени года (г. Тбилиси, 1970 г.)

теостанций. Это свидетельствует о том, что относительная плотность воздуха является весьма консервативным параметром, который мало изменяется в многолетнем разрезе.

В условиях Закавказья (метеостанция на отметке 93 м над уровнем моря) в течение года δ изменяется в диапазоне от 0,93 до 1,08; средние значения $\bar{\delta}$ — от 0,96 до 1,05. По данным

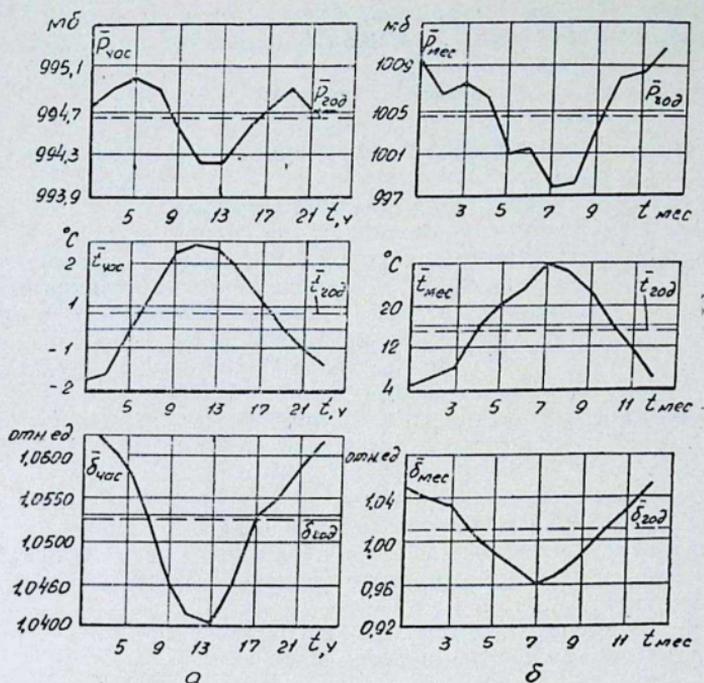


Рис. 2. Зависимость изменения \bar{P} , \bar{t} и $\bar{\delta}$ от времени:

а) суток (Сибирь, 1959—1963 гг.);
б) года (Закавказье, 1970 г.)

Тбилиси в течение года δ колеблется в пределах от 0,91 до 1,09; средние значения — от 0,93 до 1,04. В осенне-зимний сезон относительная плотность воздуха выше, чем в весенне-летний.

Анализ приведенной выше формулы (1) показывает, что при $713 \text{ мм рт. ст.} \leq P \leq 788 \text{ мм рт. ст.}$ и $-50^\circ \leq t \leq +50^\circ \text{ C}$ изменение δ на 0,1 может быть вызвано изменением P на 75 мм рт. ст. или t на $20\text{--}30^\circ \text{ C}$.

Отсюда изменение температуры воздуха $\Delta t = 1^\circ \text{ C}$ эквивалентно изменению давления $\Delta P = 3 \text{ мм рт. ст.}$, т. е. относительная плотность воздуха в большей степени зависит от t , чем от P . Этот вывод объясняет отмеченные выше особенности из-

менения и хорошо иллюстрируется рис. 1, 2. Он свидетельствует о том, что на небольших высотах над уровнем моря относительная плотность воздуха почти в зеркальном отображении повторяет ход изменения температуры, а влияние давления на ее величину ничтожно мало. Аналогичные зеркальные зависимости получаются и для других районов страны.

Значения δ в Сибири по сравнению с югом страны, на 10—15% выше. Так как, например, для системы электродов провод-плоскость по формуле Пика [3] критическое напряжение

$$U_0 = A\delta \left(1 + \frac{B}{V\delta r}\right) r \ln \frac{2H}{r}, \quad (2)$$

где A и B — коэффициенты, характеризующие прочность газовой среды;

δ — относительная плотность воздуха;

r — радиус коронирующего провода;

H — расстояние от провода до плоскости, которое для практических диаметров почти пропорционально плотности воздуха; возможно получать в северных районах те же значения U_0 , что и в южных, при уменьшенных на 10—15% сечениях коронирующих проводов.

В европейской части СССР наибольшие значения плотности воздуха зимой отличаются от наименьших значений плотности летом на 20% и более.

В условиях Тбилиси, например, изменение относительной плотности воздуха в течение года на 0,2 может привести к существенным изменениям электрической прочности воздуха, что резко повлияет на практические градиенты короны E_0 . Они могут изменяться на 15% и более.

Что же касается токов короны, то они, кроме U_0 , зависят еще и от подвижности ионов k [3, 4]

$$i = Ck (U - U_0) U, \quad (3)$$

где C — величина, зависящая от геометрии электродов;

k — подвижность ионов;

U_0 — критическое напряжение;

U — напряжение на коронирующем проводе.

Подвижность ионов, как известно, обратно пропорциональна плотности воздуха

$$k(\delta) = k_1 \frac{1}{\delta}, \quad (4)$$

где k_1 — подвижность при $\delta = 1$.

Из формулы (4) видно, что увеличение δ приводит к уменьшению подвижности. В то же самое время увеличивается критическое напряжение U_0 . В результате ток короны уменьшается. И, наоборот, с уменьшением δ ток короны растет.

А так как колебания δ для различных районов значительны, то это поведет к заметным изменениям коронных токов.

Оценив качественно влияние колебаний относительной плотности воздуха на характеристики короны, перейдем к количественной оценке этого влияния на конкретном примере системы электродов провод — плоскость (все нижеследующие рассуждения пригодны для любых систем электродов). Допустим, относительная плотность воздуха изменяется и принимает вид $\delta' = a\delta$, где коэффициент a колеблется в пределах $0,7 \leq a \leq 1,5$. (Границы интервала получены из экстремальных значений δ по стране).

Как известно, критическое напряжение короны в этой системе электродов имеет вид (2) при условии $\frac{H}{r} \gg 1$.

Из уравнения (2) видно, что критическое напряжение U_0 не изменится при преобразовании $\delta \rightarrow a\delta$, если сделаем соответствующее преобразование радиуса коронирующего электрода $r \rightarrow \frac{r}{a}$. Это справедливо с точностью до слагаемого $\ln a$, изменяющегося в пределах

$$-0,3567 \leq \ln a \leq 0,4055.$$

Вольтамперная характеристика униполярного коронного разряда для вышеуказанной системы электродов выглядит так:

$$i = \frac{0,78k}{H^2 \ln \frac{2H}{r}} (U - U_0) U, \quad (5)$$

где k — подвижность ионов;

U — напряжение на коронирующем проводе;

Преобразование $\delta \rightarrow a\delta$ ведет к замене $r \rightarrow \frac{r}{a}$ для сохранения величины U_0 . Если подвижность ионов k обратно пропорциональна плотности воздуха

$$k(\delta) = k_1 \frac{1}{\delta}, \quad \text{то } k \rightarrow \frac{k}{a},$$

что вызовет преобразование плотности тока $i \rightarrow \frac{i}{a}$. Из выражения (5) видно, что если сделать соответствующую замену межэлектродного расстояния $H \rightarrow \frac{H}{\sqrt{a}}$, то ток короны примет вид:

$$i = \frac{0,78k}{H^2 \left(\ln \frac{2H}{r} + \ln \sqrt{a} \right)} (U - U_0) U.$$

Таким образом, ток короны остается прежним с точностью до члена $\ln \sqrt{a}$ в знаменателе, изменяющегося в пределах

$$-0,1784 \leq \ln \sqrt{a} \leq 0,2028.$$

Ток короны можно оставить прежним, не изменяя радиуса коронирующего электрода. В самом деле при замене $\delta \rightarrow a\delta$

$$U_0 \rightarrow aU_0 \text{ и } k \rightarrow \frac{k}{a}.$$

Если при этом изменим напряжение на коронирующем проводе $U \rightarrow aU$, а межэлектродное расстояние преобразуем $H \rightarrow \sqrt{a}H$, то ток короны в самом деле не изменится опять с точностью до слагаемого $\ln \sqrt{a}$ в знаменателе.

Таким образом, сохранить ток короны при изменении относительной плотности воздуха $\delta \rightarrow a\delta$ можно путем одновременных следующих преобразователей:

а) $r \rightarrow \frac{r}{a}$ и $H \rightarrow \frac{H}{\sqrt{a}}$, U не меняется или

б) $U \rightarrow aU$ и $H \rightarrow \sqrt{a}H$, r не меняется.

В условиях г. Тбилиси, где экстремальные значения $\delta = 0,91$ и $1,09$, коэффициент a колеблется в пределах

$$0,83 \leq a \leq 1,20.$$

При переходе от минимального значения δ к максимальному производится замена $\delta \rightarrow 1,2\delta$. Тогда коронный ток остается неизменным, если:

а) $r \rightarrow 0,83r$ и $H \rightarrow 0,91H$ или

б) $U \rightarrow 1,2U$ и $H \rightarrow 1,095H$.

При обратном переходе $\delta \rightarrow 0,83\delta$ ток не изменится, если

а) $r \rightarrow 1,2r$ и $H \rightarrow 1,095H$ или

б) $U \rightarrow 0,83U$ и $H \rightarrow 0,91H$.

В Сибири, где экстремальные значения $\delta = 0,92$ и $1,30$, коэффициент a колеблется в пределах $0,71 \leq a \leq 1,41$. В этом случае коронный ток остается неизменным, если произвести следующие замены:

а) $r \rightarrow 0,71r$ и $H \rightarrow 0,84H$ или

б) $U \rightarrow 1,41U$ и $H \rightarrow 1,19H$

при переходе $\delta \rightarrow 1,41\delta$ и

а) $r \rightarrow 1,41r$ и $H \rightarrow 1,19H$ или

б) $U \rightarrow 0,71U$ и $H \rightarrow 0,84H$

при переходе $\delta \rightarrow 0,71\delta$.

Полученные соотношения еще раз свидетельствуют о том,

что колебания параметра δ существенно влияют на геометрию электродов и напряжение на коронирующем электроде при требовании неизменности коронного тока.

ВЫВОДЫ

1. Колебание относительной плотности воздуха в году происходит в основном за счет колебаний температуры и почти не зависит от изменения атмосферного давления воздуха.

2. Относительная плотность воздуха значительно колеблется в годовом разрезе для данной конкретной местности.

3. Колебания параметра δ существенно влияют на электрическую прочность воздуха.

4. Колебания относительной плотности воздуха сильно влияют на производительность установок ЭИТ. Поэтому наиболее целесообразно непосредственно учитывать при расчетах параметр δ вместо влияния параметров P и t в отдельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климатический Атлас СССР, т. II, М., 1962.
2. Емельянов Н. П., Козлов В. С. Корона на проводах. Минск, 1971.
3. Капцов Н. А. Коронный разряд. Гостехиздат, 1947.
4. Deutsch W, *Ann. Phys.*, 16 588, 1933.

К ТЕОРИИ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕМЯН НА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ

Для успешного применения электрических полей в целях очистки и сортирования семян необходимо знать, какие факторы и как действуют на частицы, находящиеся в электрическом поле.

Как известно [1], частица, помещенная в электростатическое поле, соприкасаясь с одним из электродов, получает заряд, вследствие чего на частицу, кроме вращающего момента поля и силы тяжести, начинают действовать электрические силы: сила поля F_1 и сила зеркального отображения заряда в металлической плоскости F_2 (рис. 1).

Точка приложения электрических сил — центр заряда частицы, который ввиду несимметричности заряда относительно осей симметрии частицы расположен в верхней половине частицы и смещен на определенное расстояние от геометрического центра [2].

$$y_n = \frac{b}{3}, \quad (1)$$

где b — малая ось эллипсоида.

При ориентировке частицы момент M_{F_1} от силы F_1 относительно опорной точки будет содействовать ориентирующему (вращающему) моменту поля M_∂ , а момент от силы F_2 (M_{F_2}) — моменту сопротивления от силы веса M_p .

Таким образом, ориентация произойдет при условии

$$M_\partial + M_{F_1} \geq M_p + M_{F_2}. \quad (2)$$

Приняв допущение, что частица имеет форму эллипсоида вращения, а центр заряда не меняет своего положения в процессе ориентировки (рис. 1), получим выражения для определения моментов электрических сил

$$M_{F_1} = F_1 \cdot l_2 = Q \cdot E \cdot a \left(K_{M_p} - \frac{k}{3} \sin \gamma \right) = Q \cdot E \cdot a \cdot K_{M_{F_1}}, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} M_{F_2} = F_2 \cdot l_2 &= \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 \cdot a} \cdot \frac{K_{M_{F_1}}}{\left(\frac{1}{2} \sqrt{k^2 \cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma} + \frac{k}{3} \cos \right)^2} = \\ &= \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 a} K_{M_{F_2}}, \end{aligned} \quad (4)$$

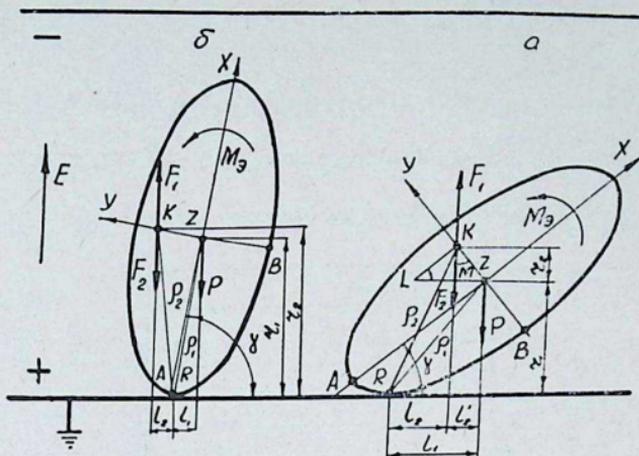


Рис. 1. Диэлектрический эллипсоид вращения в электростатическом поле на горизонтальной металлической плоскости

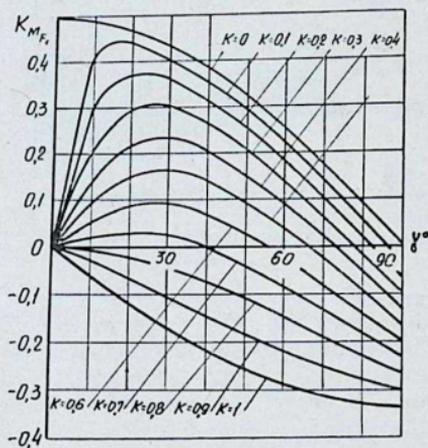


Рис. 2. График изменения $K_{M_F} = f(\gamma)$ при разных k

где

$$K_{M_p} = \frac{(1 - k^2) \sin 2\gamma}{4 \sqrt{k^2 \cdot \cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma}} \quad [3], \quad (5)$$

k — коэффициент сферичности частицы;
 γ — угол наклона большей оси эллипсоида к плоскости электродов (угол поворота).

Как видно из формулы (3), момент M_F прямо пропорцио-

нален коэффициенту $K_{M_{F_1}}$. Таким образом, из анализа кривых изменения $K_{M_{F_1}}$ (рис. 2) можно судить об изменении M_{F_1} и сделать следующие выводы:

1. Кривая M_{F_1} имеет максимум, сдвинутый в сторону малых углов γ ;
2. Момент M_{F_1} уменьшается с увеличением сферичности частицы.
3. С увеличением сферичности момента M_{F_1} содействует

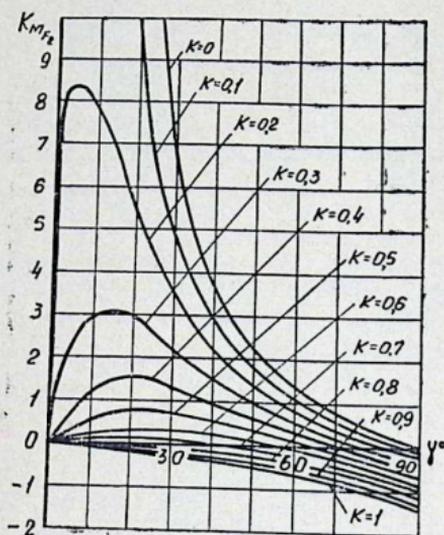


Рис. 3. График изменения $K_{M_{F_2}} = f(\gamma)$ при разных k

вращающему моменту поля M_3 все в меньшем диапазоне углов γ . При $k \leq 0,8$ момент M_{F_1} становится противодействующим вращающему моменту поля при всех значениях γ .

Соответственно момент M_{F_2} пропорционален $K_{M_{F_2}}$, значит из анализа графических построений $K_{M_{F_2}}$ (рис. 3) вытекают выводы для анализа поведения M_{F_2} :

1. Кривая M_{F_2} представляет собой несимметричную кривую, сдвинутую в сторону малых углов γ .

2. С увеличением сферичности частицы, а также угла γ момент M_{F_2} резко уменьшается, вместе с тем он содействует моменту сопротивления все в меньшем диапазоне углов γ . При $k \geq 0,8$ M_{F_2} становится содействующим ориентировке моментом.

При $\gamma = 90^\circ$ моменты M_{F_1} и M_{F_2} имеют определенное значение.

Все сказанное касалось частиц, центр заряда которых не

меняет своего положения в процессе ориентировки. Это соответствует очень большому сопротивлению частицы. Однако проводимость семян сельскохозяйственных культур меняется в очень больших пределах. Ввиду того, что учет проводимости затрудняет решение задачи, определяли изменение моментов M_{F_1} и M_{F_2} при условии, что центр заряда поспеваает за процессом ориентировки. Это относится к частицам с очень большой проводимостью (рис. 4).

После ряда математических операций получили выражения

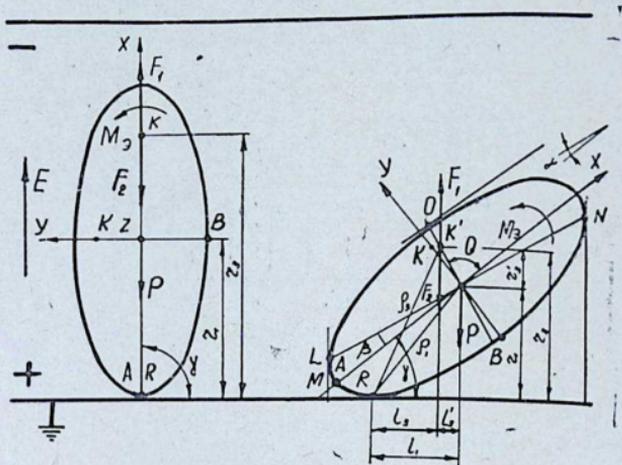


Рис. 4. Проводящий эллипсоид вращения в электростатическом поле на горизонтальной металлической плоскости

для определения зависимостей моментов M'_{F_1} и M'_{F_2} (от электрических сил F_1 и F_2) от k и γ в случае, когда центр заряда поспеваает за процессом ориентировки:

$$M_{F_1} = F_1 \cdot L_3 = Q \cdot E \cdot a \left[K_{M_p} - \frac{k(1-k^2)\sin 2\gamma}{6\sqrt{k^6\sin^2\gamma + \cos^2\gamma}} \right] = Q \cdot E \cdot a \cdot K'_{M_{F_1}} \quad (6)$$

$$M_{F_2} = F_2 \cdot L_3 = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 \cdot a} \times$$

$$\times \frac{K'_{M_{F_1}}}{\left(\frac{1}{2} \sqrt{k^2 \cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma} + \frac{k}{3} \cdot \frac{k^2 \sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma}{\sqrt{k^6 \sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma}} \right)^2} = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 a} K'_{M_{F_2}} \quad (7)$$

Как видно из рис. 5 и 6, характер изменения коэффициентов $K'_{M_{F_1}}$ и $K'_{M_{F_2}}$, а тем самым и характер изменения моментов M_{F_1} и M_{F_2} остается прежним, только с той разницей, что мо-

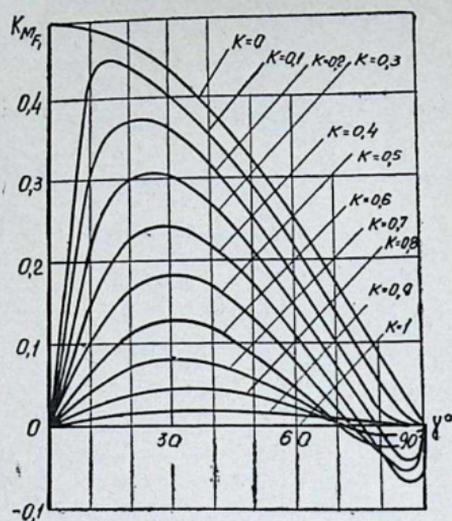


Рис. 5. График изменения $K'_{MF_1} = f(\gamma)$ при разных k

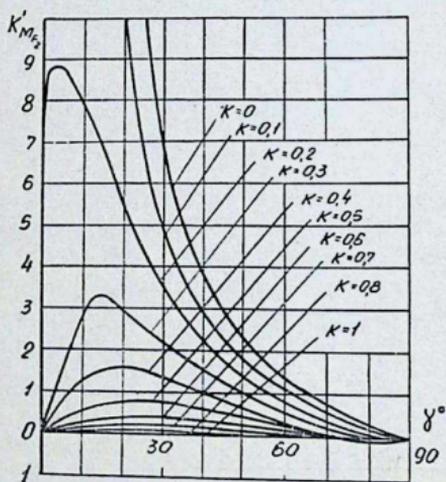


Рис. 6. График изменения $K'_{MF_2} = f(\gamma)$ при разных k

менты меняют свои знаки при углах γ , близких к 90° , а при $\gamma = 90^\circ$ моменты M'_{F_1} и M'_{F_2} равны нулю.

Сопоставляя графики изменения $K_{M_{F_1}}$ и $K'_{M_{F_1}}$, а также $K_{M_{F_2}}$ и $K'_{M_{F_2}}$, можно судить об изменении моментов электрических сил для реальных частиц с определенной проводимостью.

С увеличением проводимости частицы моменты меняют свои знаки при более высоких значениях γ . С увеличением проводимости также уменьшается абсолютное значение моментов при $\gamma = 90^\circ$.

Кроме того, перемещение центра заряда при ориентировке частиц с коэффициентом сферичности $k \leq 0,5$ мало влияет на величину моментов электрических сил.

Очень важную роль моменты электрических сил играют при асимметрии центра тяжести частицы, так как с увеличением коэффициента асимметрии максимальное значение противодействующего момента от силы веса уменьшается [3], а моменты от электрических сил остаются неизменными. В итоге с увеличением коэффициента асимметрии общий момент сопротивления уменьшается, а ориентирующий момент остается неизменным. Это указывает на то, что частицы с большим коэффициентом асимметрии будут ориентироваться при меньших напряженностях поля.

До сих пор напряженность ориентировки частиц определялась экспериментальным путем; результаты проведенных нами теоретических и экспериментальных исследований позволяют расчетным путем найти величину напряженности поля, которая требуется для ориентировки частиц с определенными параметрами.

Напряженность электростатического поля, обуславливающая ориентировку частицы, выражается формулой

$$E \geq \frac{V \bar{m}}{a} k_{\text{дф}}, \quad (8)$$

где m — масса частицы;

$k_{\text{дф}}$ — диэлектрический коэффициент формы, характеризующий изменение напряженности ориентировки частицы в зависимости от формы, диэлектрической проницаемости и угла поворота

$$k_{\text{дф}} = \sqrt{\frac{1,41145 \cdot 10^{12} K'_{M_p}}{0,3333 \Phi_2 \sin 2\gamma + \frac{k(\epsilon - 1)}{1 + \Phi'_1(\epsilon - 1)} \left[K_{M_{F_1}} - \frac{k(\epsilon - 1)}{64 [1 + \Phi'_1(\epsilon - 1)]} K_{M_{F_2}} \right]}}; \quad (9)$$

где Φ_2 — коэффициент, характеризующий взаимосвязь формы

и относительной диэлектрической проницаемости частицы [3];

Φ'_1 — коэффициент осевой деполяризации [3].

Коэффициент $k_{дф}$ подсчитывался на ЭЦВМ «Наири-2» при разных значениях угла поворота γ , коэффициента сферичности k , коэффициента асимметрии центра тяжести P и диэлектрической проницаемости частицы ϵ .

Анализ рис. 7 и 8 показывает следующее:

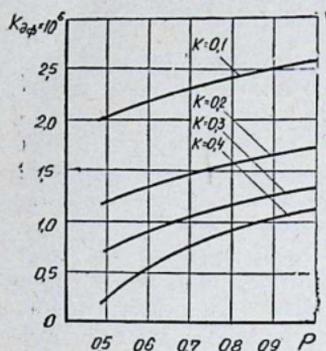


Рис. 7. График изменения $k_{дф} = f(P)$ при разных k ($\epsilon = 41$, $\gamma = 10^\circ$)

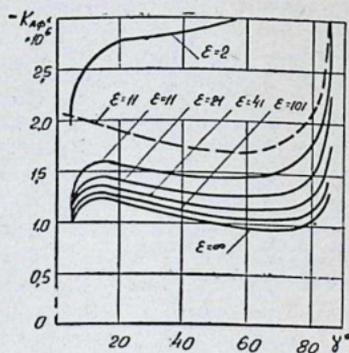


Рис. 8. Зависимость $k_{дф}$ от угла γ при разных ϵ :
 ——— $P = 0,6$; $K = 0,2$;
 - - - - $P = 1,0$; $K = 0,2$

1) частицы с большим коэффициентом асимметрии центра тяжести требуют большей напряженности поля для своей ориентировки;

2) с увеличением коэффициента сферичности и диэлектрической проницаемости для ориентировки частицы требуется меньшая напряженность;

3) с увеличением угла поворота до $60-70^\circ$ $k_{дф}$ уменьшается, а далее увеличивается. Уменьшение $k_{дф}$ при малых углах характерно только для частиц с асимметрией центра тяжести.

Однако формула (2) для определения $k_{дф}$ применима лишь в том случае, если приложенное напряжение имеет сглаженную форму.

В случае однополупериодного выпрямления

$$k'_{дф} = \sqrt{\frac{0,706 \cdot 10^{12} k'_p}{0,0676 k^2 \Phi_2 \sin 2\gamma + \frac{k(\epsilon - 1)}{1 + \Phi'_1(\epsilon - 1)} \left\{ \frac{k_1}{1,57} - \frac{k(\epsilon - 1)}{32 [1 + \Phi'_1(\epsilon - 1)]} k_2 \right\}}}; \quad (10)$$

в случае двухполупериодного выпрямления

$$k_{дф}^* = \sqrt{\frac{1,41 \cdot 10^{12} k_p'}{0,27 k^2 \Phi_2 \sin 2\gamma + \frac{\sqrt{2} k (\epsilon - 1)}{1 + \Phi_1'(\epsilon - 1)} \left\{ \frac{k_1}{1,11} - \frac{\sqrt{2} k (\epsilon - 1)}{64 [1 + \Phi_1'(\epsilon - 1)]} k_2 \right\}}}}. \quad (11)$$

Из выражений (9), (10) и (11) следует, что при однополупериодном выпрямлении подаваемого напряжения, для ориентировки частиц требуется более высокая напряженность электростатического поля, чем в случае двухполупериодного выпрямления или при сглаженной кривой приложенного напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмигель В. Н. К вопросу о природе переноса заряда между зерном и металлическим электродом в электрическом поле. Труды ЧИМЭСХ, вып. 18, Челябинск, 1964.
2. Мирзабекян Г. З., Пашин М. М. Зарядка несферических частиц аэрозолей в поле коренного разряда.— В кн: Сильные электрические поля в технологических процессах (Электронно-ионная технология). М., «Энергия», 1971.
3. Басов А. М., Шмигель В. Н. Поведение зерна на неподвижной плоскости при наложении электрического поля.— В кн: Новые проблемы в электрификации сельского хозяйства. Вып. 2, Челябинск, 1961.

ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОКОРОННЫХ УСТАНОВОК С СЕТЧАТЫМ НЕКОРОНИРУЮЩИМ ЭЛЕКТРОДОМ

Необходимо исследовать вольтамперные характеристики электрокоронных установок, чтобы найти величины тока короны при различных значениях напряжения на коронирующем электроде. Ток короны определяет степень зарядки частиц, находящихся в поле коронного разряда, а следовательно, величины электрических сил, действующих на эти частицы. Но эти характеристики известны не для всех видов некоронирующего электрода. В частности, до сих пор в литературе нет вольтамперных характеристик электрокоронных установок с сетчатым некоронирующим электродом при наличии воздушного потока и без него. Использование для этих случаев данных и формул, известных для сплошного некоронирующего электрода, приведет к некоторой ошибке за счет конструктивной особенности сетчатого некоронирующего электрода. В связи с этим нами были исследованы вольтамперные характеристики отрицательной короны для различных систем электродов при наличии воздушного потока и без него.

Внешний диаметр (рис. 1) некоронирующего электрода принят постоянным, равным 400 мм.

Для определения оптимального межпроволочного расстояния исследовались вольтамперные характеристики экспериментальной установки с сетчатым и гладким (сплошным) барабаном при различном количестве коронирующих проволок. Во всех случаях зона электрического поля одинаковая, а межэлектродное расстояние h принято постоянным, равным 80 мм. По результатам этих исследований построена графическая зависимость тока короны I_k от количества n_k коронирующих проволок при различных напряжениях на коронирующем электроде (рис. 2). Зависимость показывает, что оптимальным количеством является пять проволок при межпроволочном расстоянии l , равном 100 мм.

Для определения влияния различных конструкций коронирующих электродов на вольтамперную характеристику электрокоронных установок исследовались проволочные и игольчатые электроды. При этом количество коронирующих проволок принималось равным пяти, т. е. оптимальное. Количество иголок на коронирующем электроде определено по результа-

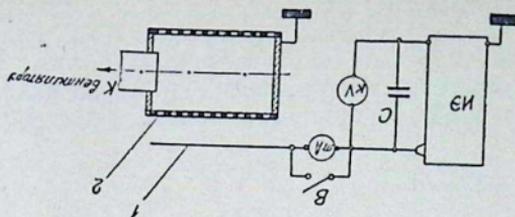


Рис. 1. Принципиальная схема исследования вольтамперных характеристик электрокоронных установок:

ИЭ — высоковольтный источник энергии АИИ-70;
 С — конденсатор;
 KV — киловольтметр типа С100;
 мА — миллиамперметр типа М253;
 В — выключатель;
 1 — коронирующий электрод;
 2 — некоронирующий электрод;

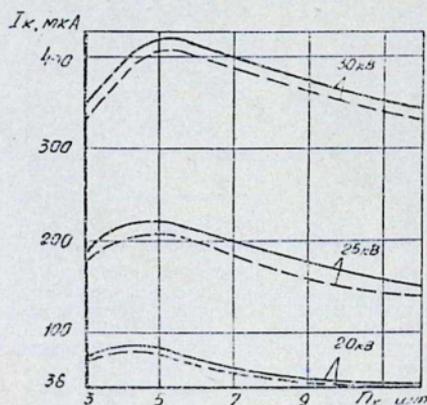


Рис. 2. Зависимость тока короны I_k от количества коронирующих проволочек (n_k) при различных напряжениях:

$R_0 = 20$ см; $h = 8$ см; $l = 4-14$ см;
 —●—●— гладкий барабан;
 - - -●- - сетчатый барабан с $d_{отв} = 1,5$ мм

там исследований А. А. Мешкова [1]. Иголки на коронирующем электроде размещены по вершинам равностороннего треугольника со сторонами 30 мм, высота иголок 20 мм.

Межэлектродное расстояние h как для проволочных, так и для игольчатых электродов равно 90 мм. Результаты исследований (рис. 3) как с игольчатыми, так и с проволочными коронирующими электродами показывают, что ток короны при сетчатом некоронирующем электроде меньше, чем при гладком (сплошном) электроде. Причем разница растет с увеличением

диаметра отверстий сетчатого барабана. Это особенно заметно проявляется при игольчатых электродах. Так, например, при напряжении 26 кВ для сплошного и сетчатого барабана с $d_{\text{отв}} = 1,0$ мм при игольчатом электроде эта разница составляет 24,8 мкА, т. е. 9,3%; а при проволочном электроде 11,8 мкА,

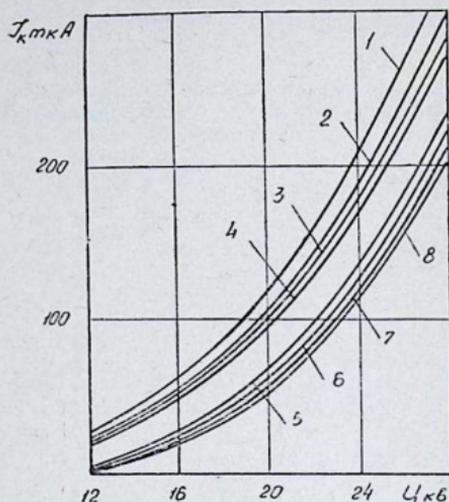


Рис. 3. Вольтамперные характеристики различных коронирующих систем:

$R_0 = 20$ см; $h = 9$ см; $n_k = 5$; $l = 10$ см;

- 1 — гладкий барабан — игольчатый электрод;
- 2 — сетчатый барабан с $d_{\text{отв}} = 1,0$ мм — игольчатый электрод;
- 3 — сетчатый барабан с $d_{\text{отв}} = 2,0$ мм — игольчатый электрод;
- 4 — сетчатый барабан с $d_{\text{отв}} = 3,5$ мм — игольчатый электрод;
- 5 — гладкий барабан — проволочный электрод;
- 6 — сетчатый барабан с $d_{\text{отв}} = 1,0$ мм — проволочный электрод;
- 7 — сетчатый барабан с $d_{\text{отв}} = 2,0$ мм — проволочный электрод;
- 8 — сетчатый барабан с $d_{\text{отв}} = 3,5$ мм — проволочный электрод

т. е. 6,5%, для барабана с $d_{\text{отв}} = 3,5$ мм она достигает соответственно 47 мкА и 28 мкА, т. е. 17,6 и 14,7%.

Характерным для вольтамперных характеристик (рис. 3) игольчатых электродов является интенсивность процесса коронного разряда как при сплошном, так и при сетчатом некоронирующем электроде. Поэтому одно и то же значение тока короны достигается при меньшем значении напряжения на игольчатом электроде, чем на проволочном. Это можно объяснить тем, что игольчатые электроды создают направленный поток ионов, а проволочные — рассеянный [1]. В то же время

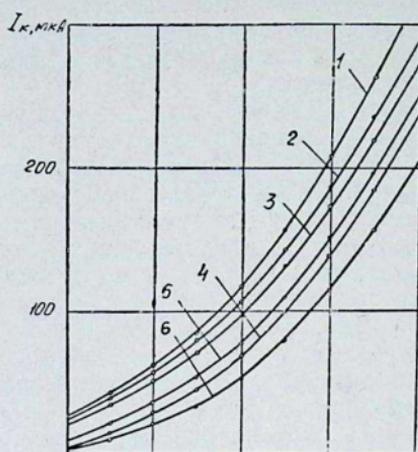


Рис. 4. Вольтамперные характеристики различных коронирующих систем при наличии воздушного потока и без него:

- $R_0 = 20 \text{ см}; h = 9 \text{ см}; r_k = 5; l = 10 \text{ см}$
 1 — гладкий барабан — игольчатый электрод;
 2 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 3,5 \text{ мм}$ — игольчатый электрод, с воздушным потоком при $V_{вс} = 30 \text{ м/с}$;
 3 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 3,5 \text{ мм}$ — игольчатый электрод без воздушного потока;
 4 — гладкий барабан — проволочный электрод;
 5 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 3,5 \text{ мм}$ — проволочный электрод при $V_{вс} = 30 \text{ м/с}$;
 6 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 3,5 \text{ мм}$ — проволочный электрод, без воздушного потока

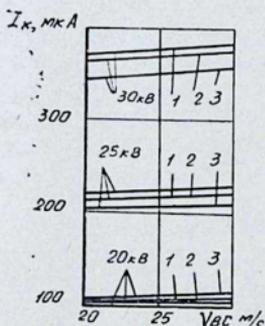


Рис. 5. Зависимость тока короны различных коронирующих систем от скорости воздушного потока при различных напряжениях:

- 1 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 1,0 \text{ мм}$ — игольчатый электрод
 2 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 2,0 \text{ мм}$ — игольчатый электрод;
 3 — сетчатый барабан с $d_{отв} = 3,5 \text{ мм}$ — игольчатый электрод;

уменьшение тока короны как для первых, так и для вторых коронирующих электродов зависит от увеличения диаметра отверстий сетчатого барабана. Надо полагать, что при диаметре отверстий, равном ∞ , т.е. практически при отсутствии некоронирующего электрода, ток короны равен нулю, а следовательно, поток ионов отсутствует.

Чтобы определить влияние скорости воздушного потока на величину тока короны, исследовались вольтамперные характеристики экспериментальной электрокоронной установки с сетчатым некоронирующим электродом при наличии воздушного потока и без него. Сравнивая вольтамперные характеристики (рис. 4) для различных коронирующих электродов при скорости воздушного потока 30 м/с, следует отметить, что для проволочных электродов влияние воздушного потока сказывается в большей степени. Надо полагать, что в этом случае воздушный поток стремится создать направленный поток ионов, подобно игольчатым электродам. Однако абсолютное значение тока короны с игольчатыми электродами при одной и той же скорости воздушного потока больше, чем с проволочными. Рис. 5 показывает, что воздушный поток скоростью 20—30 м/с почти одинаково влияет на развитие коронного разряда.

ВЫВОДЫ

1. Для электрокоронных установок с проволочным электродом как при гладком (сплошном), так и при сетчатом цилиндрическом некоронирующем электроде одинакового диаметра оптимальным межпроволочным расстоянием является 100 мм.

2. Ток короны электрокоронных установок с сетчатым некоронирующим электродом как для игольчатых, так и для проволочных коронирующих электродов при одинаковом значении напряжения меньше, чем со сплошным электродом и зависит от диаметра отверстий.

3. При сетчатом некоронирующем электроде воздушный поток скоростью 20—30 м/с значительно повышает ток короны.

4. При выборе диаметра отверстий сетчатого барабана для сепарации различных культур следует исходить не только от их размеров, но и от оптимального сочетания параметров электрического и аэродинамического полей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мешков А. А., Бабицын Г. С. Коронирующие электроды установок электронно-ионной технологии. Информационный листок Челябинского областного ЦНТИ, № 424—73, Челябинск, 1973.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УНИПОЛЯРНОЙ ЗАРЯДКИ СЕМЯН В ПОЛЕ БИПОЛЯРНОЙ КОРОНЫ

Электрокоронные сепараторы смесей сельскохозяйственных культур конструктивно можно разделить на решетные, камерные и барабанные [1].

Одним из вариантов барабанного сепаратора может быть транспортерная машина. К достоинствам последней относится возможность разделения смеси в процессе сепарации не только на цилиндрической части осадительного электрода (как в барабанном сепараторе), но и в нижней части транспортерной ленты. Это позволяет расширить зону разделения и частично устранить подбой разделяемых частиц.

Электрозерноочистительная машина транспортерного типа имеет целый ряд преимуществ по сравнению с барабанной [2].

К ним относятся возможность дополнительной зарядки разделяемых частиц на верхней ветви транспортера и возможность использования различий в скорости разрядки на нижней ветви. При этом полнее могут быть использованы различия в совокупности физико-механических и электрических свойств, вследствие чего улучшаются качественные показатели сепарации.

Вместе с тем транспортерная машина обладает всеми недостатками, присущими другим электрозерноочистительным машинам.

Она имеет небольшую производительность, значительные габариты, определяемые большими расстояниями между коронирующим электродом и обшивкой машины. При эксплуатации машины имеется существенная опасность поражения человека электрическим током.

Повышение производительности транспортерной машины может быть осуществлено несколькими способами, в том числе увеличением скорости ленты. Но при этом возрастает центробежная сила, и даже мелкие частицы сбрасываются с цилиндрической части поверхности электрода, ухудшая тем самым качество сепарации.

Улучшение качества сепарации может быть достигнуто увеличением электрических сил, прижимающих частицы к транспортерной ленте. Одним из возможных способов достижения этого является введение в межэлектродное пространство диэлектрического барьера. Однако введение диэлектрика в элек-

трическое поле приводит к запираанию короны и прекращению зарядки частиц. Чтобы обеспечить непрерывный ток короны, а следовательно, и зарядку частиц, можно применить биполярную корону, т. е. такую, при которой коронируют оба электрода.

Из работ [2] и [3] известно, что в условиях биполярной короны резко уменьшается заряд частицы. Следствием этого является ухудшение качества сепарации.

Если же при биполярной короне в межэлектродный промежуток поместить диэлектрический барьер, то этот барьер бу-

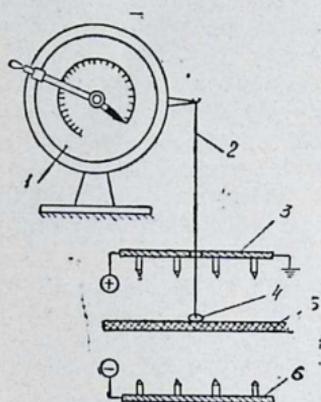


Рис. 1. Принципиальная схема установки:

1 — торсионные весы; 2 — капиллярная нить; 3 — верхний электрод; 4 — частица; 5 — диэлектрический барьер; 6 — нижний электрод

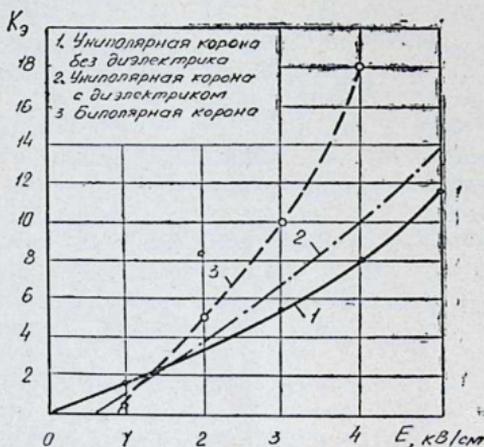


Рис. 2. Зависимость кратности электрических сил K_k от напряженности E

дет задерживать ионы соответствующего знака в своей зоне. Следовательно, сохранится униполярный характер зарядки в каждой зоне. Улучшится качество сепарации, так как увеличится остаточный заряд.

Предварительные эксперименты, проведенные при использовании биполярной короны с диэлектрическим барьером в межэлектродном промежутке, показали, что в данном случае безразлично, какой из коронирующих электродов подводится к высоковольтному выводу источника питания и какой заземляется, так как силы, действующие на частицу, при обоих знаках короны примерно одинаковы. Заземление верхнего (наружного) электрода предпочтительнее, потому что в этом случае электрод может быть совмещен с верхней частью обшивки машины, что позволяет существенно уменьшить ее габариты. Одновременно снижается и опасность поражения электрическим током: затрудняется доступ к высоковольтному электроду.

Определение сил, действующих на частицу при биполярной короне, производилось на установке (рис. 1). Исследуемая частица 4 на тонкой капроновой нити 2 подвешивалась к рычагу торсионных весов 1 типа ВТ между верхним заземленным 3 и нижним высоковольтным 6 игольчатыми электродами. В качестве диэлектрического барьера 5 использовалась лента из поливинилхлорида толщиной 0,25 мм. Расстояние между концами игл коронирующего электрода поддерживалось 140 мм.

Исследуемая частица (семянка моркови массой 2 мг и электрическим сопротивлением $1,8 \cdot 10^{12}$ Ом) опускалась на диэлектрический барьер и при подаче напряжения отрывалась от диэлектрика. Момент отрыва фиксировался положением стрелки на шкале торсионных весов.

Эксперименты подобного рода были проведены также при униполярной короне без покрытия и с покрытием некоронирующего электрода тем же диэлектриком. Результаты сравнительного эксперимента приведены на рис. 2.

Кратность электрических сил K_e определялась отношением силы, действующей на частицу, к весу частицы, а средняя напряженность электрического поля E отношением приложенного напряжения к межэлектродному промежутку.

ВЫВОДЫ

1. Наличие сил, действующих на частицу, дает основание утверждать, что сепарация семян сельскохозяйственных культур при биполярной короне возможна, если при этом сохраняется униполярный характер заряда.

2. Начиная с некоторой напряженности ($E = 2$ кВ/см и выше), большие силы действуют на частицу при биполярной короне.

3. Относительно большие силы и расположение высоковольтного электрода под диэлектрическим барьером позволяет увеличить производительность электроразной машины при использовании биполярной короны, уменьшить опасность поражения электрическим током и существенно снизить габариты электроразноочистительной машины транспортерного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов А. М., Лаптев А. В. Разделение продуктов переработки кукурузы на транспортной электроразноочистительной машине. Труды ЧИМЭСХ, вып. 22, Челябинск, 1965.

2. Басов А. М., Изаков Ф. Я. и др. Электроразноочистительные машины. М., «Машиностроение», 1968.

3. Потенье М. Закон зарядки сферических проводящих частиц в поле биполярной короны.— В кн.: Применение сил электрического поля в промышленности и сельском хозяйстве. М., ВНИИЭМ, 1964.

4. Реффей Р. Законы заряда изоляционных сферических частиц электрическим полем униполярной и биполярной короны.— В кн.: Применение сил электрического поля в промышленности и сельском хозяйстве. М., ВНИИЭМ, 1964.

О КОНТАКТНОЙ ЗАРЯДКЕ ЧАСТИЦ ПЕРЕД ИХ СЕПАРАЦИЕЙ В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА

Поведение семян в электрическом поле определяется зарядом частицы, величина которого зависит от ее свойств, расположения относительно силовых линий поля и времени нахождения в нем.

Одним из возможных способов целенаправленного изменения заряда частиц является предварительная обработка их перед поступлением на электросепарационные органы. К такой обработке относится и предварительная зарядка. Применение предварительной зарядки дает возможность работать в режиме, когда знак предварительного заряда совпадает со знаком заряда, получаемого частицей в поле короны, и не совпадает. Представляется, например, возможность производить зарядку частиц в электростатическом поле (контактным способом), а сепарацию — в поле коронного разряда и наоборот.

В качестве устройств для предварительной зарядки частиц целесообразно использовать существующие узлы электросепараторов: питательные валики (круглые или рифленые), подающую виброплоскость [1]. Необходимо, чтобы эти электрически нейтральные элементы выполняли определенные операции по улучшению процесса разделения.

В первом случае можно изменить как величину заряда, так и его природу, а во втором еще и знак.

Для экспериментальной проверки этого в проблемной лаборатории ЭИТ ЧИМЭСХ были проведены специальные исследования. На первом этапе определяли контактный заряд частиц зерновой смеси, а на втором — технологические показатели разделения на сепараторе с узлом предварительной зарядки частиц в электростатическом поле посредством контактирования с электродом.

Исследования проводились на пшенице, овсе и засорителе овсюге. Такой выбор материала обусловлен тем, что практически объектом всех предыдущих исследований являлись зерновые смеси.

Отдельные элементы отбирались методом случайной выборки по схеме бесповторного отбора. Среднее квадратическое отклонение предварительно оценивалось по размаху варьирования. Статистический материал обрабатывался на вычислитель-

ной машине «Проминь». В качестве оценочных параметров служили: среднее арифметическое, среднеквадратическое, коэффициент вариации.

Для измерения заряда применялся метод, суть которого заключалась в том, что частица, получившая контактный заряд, сбрасывается в цилиндр Фарадея и наводит на его стенках потенциал, который регистрируется измерительным прибором, а

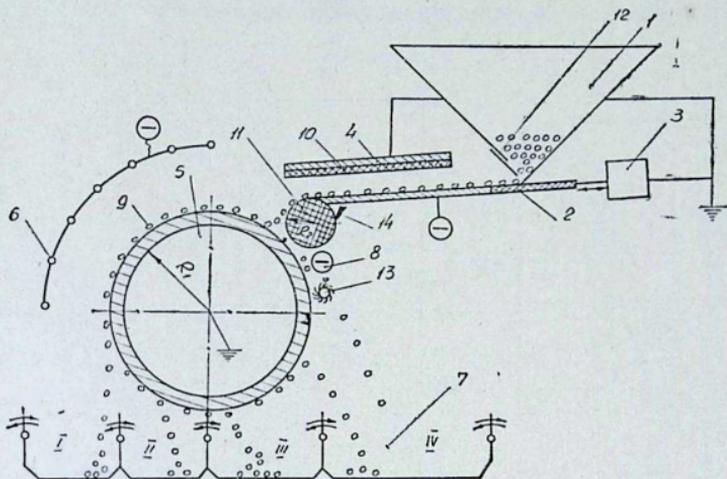


Рис. 1. Барабанный электросепаратор с устройством для предварительной зарядки частиц:

1 — загрузочный бункер; 2 — изоляционный барабан; 3 — вибратор; 4 — металлическая пластина; 5 — вращающийся барабан; 6, 8 — коронирующие проволочки; 7 — приемник зерна; 9 — частицы смеси; 10 — слой диэлектрика; 11 — диэлектрический валик; 12 — регулирующая заслонка; 13, 14 — очищающие щетки и нож

произведение этого потенциала на емкость системы дает значение заряда.

Исследования проводились на установке, предложенной ранее [2]. С целью обеспечения условий зарядки, близких к реальным, семена располагались на заземленном электроде. Время зарядки семян задавалось выдержкой реле времени, установленным на пульте управления. Величина потенциала на высоковольтном электроде контролировалась киловольтметром С-100. Источником питания служил преобразователь ПВС-60-1 (конструкции НИИЭТ), обеспечивающий выпрямленное напряжение 60 кВ.

Величина контактного заряда определялась в зависимости от напряжения на электродах и влажности исходного материала. Увлажнение материала проводилось по усовершенствованной методике [3.] Влажность отдельных зерен опре-

релялась через их вес до и после высушивания в высокочастотном поле.

Влияние предварительной зарядки исходного материала на конечные показатели процесса изучалось на специальной установке (рис. 1), которая состоит из электроконтактного барабанного сепаратора и устройства, использующего для предварительной зарядки подающую виброплоскость.

Зерно загружается в бункер 1, откуда через регулируемую заслонку 12 щель оно попадает на виброплоскость 2, которая,

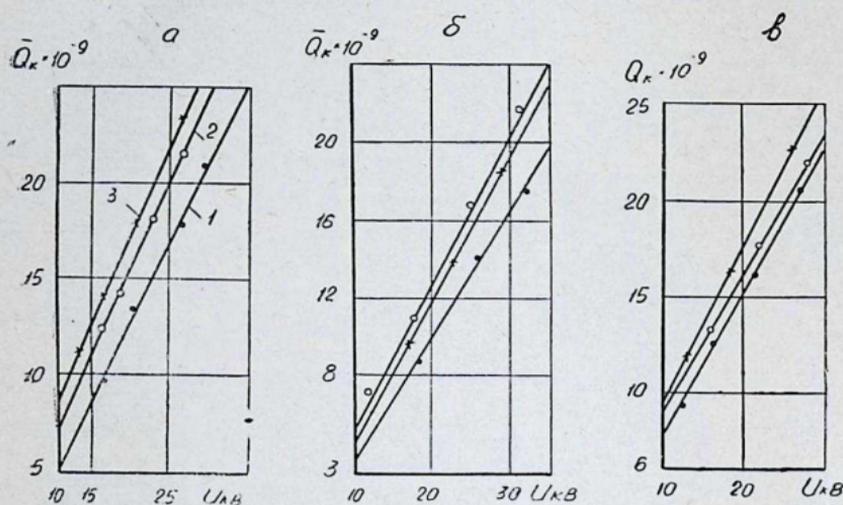


Рис. 2. Зависимость контактного заряда от напряжения электрода:

а — пшеница; б — овес;
 1 — $W = 11-12\%$;
 2 — $W = 17-19\%$;
 3 — $W = 21-22\%$;

как и параллельно ей расположенная пластина 4, подключена к источнику высокого напряжения АИ-70 с фильтрующими емкостями. Между виброплоскостью 2 и пластиной расположен слой диэлектрика 10, позволяющий увеличить напряженность поля. Виброплоскость 2 и коронирующий электрод 6 подключен к одному полюсу источника питания. Для разделения электродов разных знаков устанавливался эбонитовый валик 11 диаметром $6 \cdot 10^{-2}$ м, который вращался от двигателя марки Д-22 с частотой 33 об/мин. Ниже валика для уменьшения попадания зерна на отходы натягивалась коронирующая проволочка 8. Для очистки барабана и валика от прилипших зерен устанавливались щетка 13 и съёмочный нож 14, выполненный из картона. Ниже барабана располагался бункер-приемник 7, разделенный на секции плоскостями.

Нами исследовался режим работы сепаратора, когда знак предварительного заряда совпадает со знаком короны. В про-

цессе эксперимента изменялись два параметра: частота вращения барабана и напряжение на электродах. Остальные поддерживались на одном уровне. Исходный материал — пшеница с засоренностью освюгом 620 шт/кг — загружался в бункер. Затем включали электродвигатели, приводящие в движение бара-

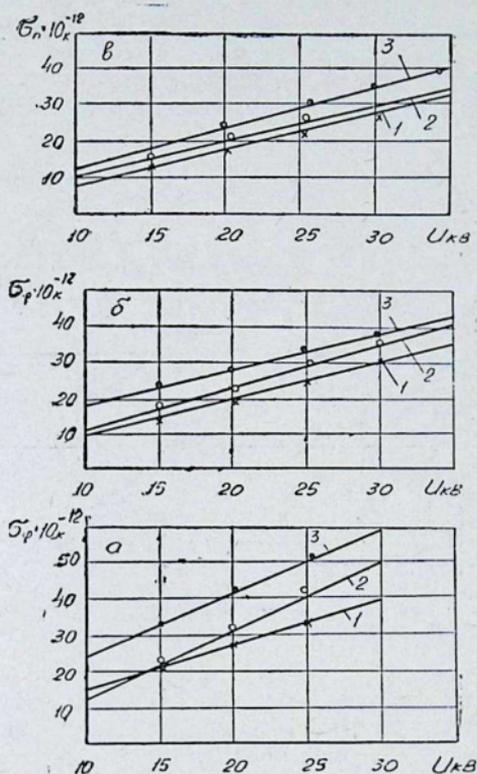


Рис. 3. Зависимость среднеквадратического отклонения от напряжения на электродах:

а — пшеница; 1 — $W = 17-19\%$;
 б — овес; 2 — $W = 21-22\%$;
 в — овсюг; 3 — $W = 11-12\%$

бан и валик. Частота вращения барабана контролировалась тахометром и визуально по метке, а напряжение на электродах — киловольтметром С-100. В качестве технологических показателей определялась масса основного материала в первой фракции и его чистота. Зерно взвешивалось на весах ВТЦ-10. Пробы для проведения агроанализов отбирались по ГОСТу 12036-66.

При последующем опыте материал перемешивался, и все операции повторялись. С целью исключения дрейфа времени на

результаты эксперимента вслед за опытом без предварительной зарядки следовал опыт с предварительной зарядкой. Для каждого параметра опыт проводился три раза.

Анализ результатов экспериментов показывает, что на достаточно большом интервале зависимость заряда от напряжения на электродах — возрастающая линейная функция (рис. 2). Полученные данные соответствуют положениям теории контактной зарядки. Следует отметить, что заряд, безусловно, не может бесконечно расти, но насыщение наступает при больших напряжениях поля. Из анализа рис. 2, 3, 4 следует, что максималь-

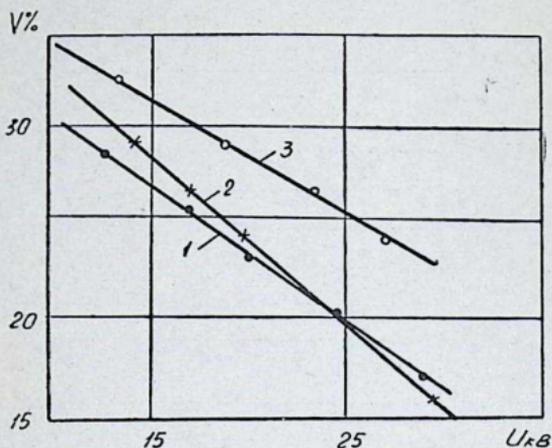


Рис. 4. Зависимость коэффициента вариации от напряжения на электродах:

ный контактный заряд частицы получают при влажности 17—18%, причем при этой влажности и наименьшее среднее квадратическое отклонение (рис. 3).

Из рис. 4 видно, что с ростом подаваемого напряжения коэффициент вариации у пшеницы падает значительно быстрее, чем у овсяга, следовательно, уменьшается диапазон рассеивания.

Кроме того, анализ результатов показывает, что величина контактного заряда соизмерима с величиной заряда этих частиц в поле коронного разряда. Анализ результатов (рис. 5) показывает, что во всем диапазоне факторов засоренность продукта, полученного на барабанном сепараторе с устройством для предварительной зарядки, ниже, чем без него (рис. 5а). При этом сепарация на предлагаемой конструкции позволяет получить материал первого класса при 70% извлечения основного компонента (рис. 5б). Кроме того, такое качество материала получено при высокой частоте вращения барабана, что свидетельству-

ет о возможности повышения производительности сепаратора. С увеличением заряда частиц выход основного материала должен уменьшаться. Но это выполняется только при малой частоте вращения барабана (30 об/мин), при большей частоте вращения извлечение основного компонента увеличивается.

Это обстоятельство можно объяснить природой получения самого заряда. Контактная зарядка частиц идет по пути нейтрализации поляризационного заряда. В этом случае центр заряда смещается к поверхности частицы, не контактирующей с электродом. Естественно, что чем толще частица, тем центр заряда

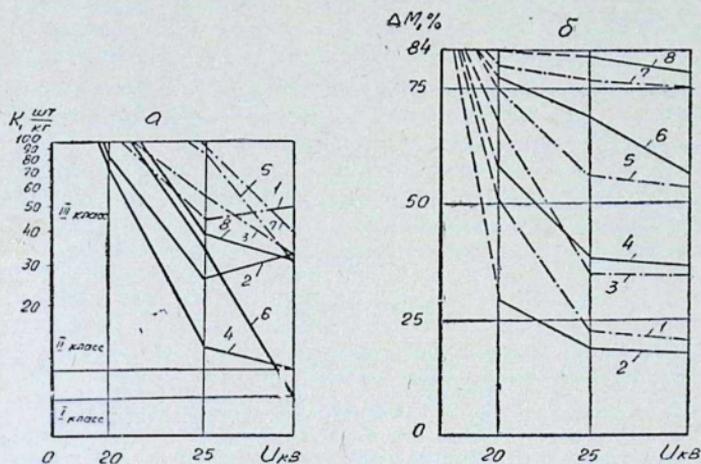


Рис. 5. Зависимость показателей процесса сепарации от напряжения на электродах:
 а — засоренность материала во фракции; б — выход основного компонента во фракцию.

дальше от плоскости. При поступлении заряженной частицы на коронирующий электрод на нее начинают действовать кулоновская сила и сила зеркального отображения. Величина последней обратно пропорциональна квадрату расстояния между центром заряда и плоскостью. Поэтому на толстые частицы (например, пшеницу), заряженные посредством контактирования с электродом, будет действовать меньшая сила зеркального отображения, чем на тонкие, какими являются зерна овсяга. За счет уменьшения величины силы зеркального отображения зерна пшеницы отрываются раньше, что увеличивает извлечение этого компонента.

При поступлении на сепарацию влажного материала на установке такого типа появляется возможность одновременно с предварительной контактной зарядкой вести его сушку за счет подключения наклонного лотка к генератору ТВЧ [4].

Наблюдения во время эксперимента показали, что параметрами, также в значительной степени влияющими на процесс, являются напряжение на электродах подающего лотка и частота вращения диэлектрического валика. Так, например, при определенных параметрах электрического поля движение смеси по вибрлотку прекращалось и образовывался зерновой вал, в то время как при отключенном напряжении зерно поступало на барабан самотеком. Частота вращения валика и напряжение на электроде 8 позволяют изменить поступление овсягоа в секцию IV при относительно малом и постоянном выходе основных компонентов. При этом засоренность его овсягоом колебалась от 900 до 2800 шт/кг.

ВЫВОДЫ

1. Предварительная контактная зарядка частиц исходного материала позволяет улучшить качество разделения и увеличить извлечение основного компонента.

2. При проектировании барабанного сепаратора с устройством для предварительной зарядки необходимо предусмотреть независимую подачу напряжения на вибрлоток и регулирование частоты вращения диэлектрического валика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд А. Э., Каменир Э. А., Мурманцев Ф. М., Устройства для предварительной зарядки частиц. Труды ЧИМЭСХ, вып. 75, Челябинск, 1974.
2. Мурманцев Ф. М. Некоторые результаты исследования трибозарядки семян овощных культур. Труды ЧИМЭСХ, вып. 75, Челябинск, 1974.
3. Быков В. Г. Исследование влияния влажности зерна на процесс сепарации в электрическом поле. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Челябинск, 1973.
4. Карамзин В. И., Ари Э. М., и др. Устройство для электротермической подготовки сырья перед электрической сепарацией. Авторское свидетельство № 187674. Бюллетень изобретений, 1966, № 21.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПИТАЮЩЕГО БУНКЕРА ГОРКИ С ПРОДОЛЬНОМ И ПОПЕРЕЧНЫМ УГЛАМИ НАКЛОНА

Эффективность работы горки при наличии продольного и поперечного углов наклона зависит от расположения щели питающего бункера относительно плоскости полотна. Выделение компонента из смеси наиболее эффективно тогда, когда все частицы будут иметь минимальный разброс координат точек попадания в приемный бункер. Так как длина щели питающего бункера определяется производительностью горки [1], то задача сводится к определению такого геометрического места точек в пространстве, начиная свое движение из которых, все частицы с одинаковыми свойствами имели бы пересекающиеся в одной точке траектории. Как показано в работах [2, 3], наложение дополнительной силы, действующей по нормали к плоскости, значительно повышает количественные и качественные показатели работы горки. Поэтому нами рассматривается общий случай, когда на частицы в рабочей зоне сепаратора, кроме силы тяжести, действует еще дополнительная сила, имеющая направление по нормали к плоскости или от нее.

В результате проведенных нами теоретических исследований получены уравнения траектории абсолютного движения семени по полотну горки с учетом указанных условий.

$$\begin{aligned}
 X - X_0 = & -B \left[2 \left(\frac{z^{2\psi+1}}{2\psi+1} + \frac{z^{2\psi-1}}{2\psi-1} \right) \cos \delta - \frac{1}{2} \left(\frac{z^{2\psi+2}}{\psi+1} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - \frac{z^{2\psi-1}}{\psi-1} \right) \cdot \sin \delta \right] + L; \\
 Y - Y_0 = & B \left[2 \left(\frac{z^{2\psi+1}}{2\psi+1} + \frac{z^{2\psi-1}}{2\psi-1} \right) \sin \delta + \frac{1}{2} \left(\frac{z^{2\psi+2}}{\psi+1} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - \frac{z^{2\psi-1}}{\psi-1} \right) \cos \delta - \left(\frac{z^{\psi+1}}{\psi+1} + \frac{z^{\psi-1}}{\psi-1} \right) \right] - D, \quad (1)
 \end{aligned}$$

где Z — переменный параметр, зависящий от времени, изменяется в пределах от 1 до 0;

B, L, D — коэффициенты, зависящие от свойств частицы и режимных показателей горки.

* Научный руководитель Басов А. М.

$$\begin{aligned}
 B &= \left(\frac{\sin \delta}{1 + \cos \delta} \right)^{2\psi} \cdot \sin^2 \delta; \\
 L &= \frac{4\psi^2 - 3 \cos \delta (2\psi - \cos \delta) - 1}{(4\psi^2 - 1)(\psi^2 - 1)}; \\
 D &= \frac{(4\psi^2 - 3 \sin^2 \delta - 1)(2\psi - \cos \delta) - (4\psi^2 - 1)(4\psi^2 - 3 \cos \delta)}{(4\psi^2 - 1)(\psi^2 - 1)},
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

где δ — угол между направлением движения полотна и направлением его наклона (рис. 1);

ψ — показатель, определяющий форму кривой траектории частицы при ее движении по наклонной плоскости [4, 5].

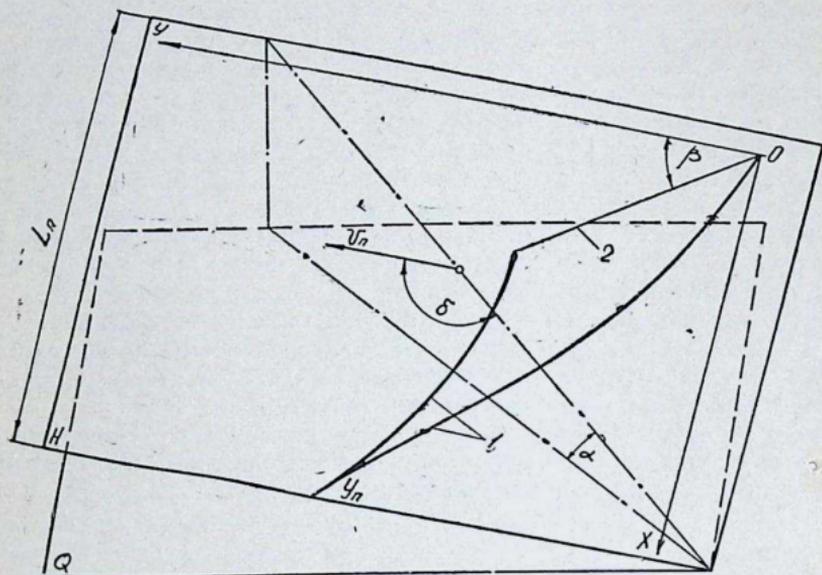


Рис. 1. Движение семян по полотну горки:

- Q — горизонтальная плоскость;
 H — плоскость полотна;
 1 — траектория семян;
 2 — линия щели питающего бункера

Значение показателя ψ в общем определяется начальной скоростью перемещения частицы по полотну, коэффициентом трения ее о полотно и силами, действующими на нее в процессе движения. Для данного случая

$$\psi = \frac{2K\Delta + K + f - 1}{K + f + 1},
 \tag{3}$$

где

$$K = 1 \pm \frac{K_0}{\cos \alpha}; \quad \Delta = \frac{f}{\operatorname{tg} \alpha}.
 \tag{4}$$

Если дополнительная сила направлена по нормали к плоскости (электрокоронная горка), то необходимо в уравнение (4) ставить знак «+», а если от плоскости (электростатическая горка) — знак «-»;

K_0 — кратность дополнительной силы [2];

Δ — отношение коэффициента f трения к котангенсу угла α наклона плоскости полотна к горизонту.

Исключение из уравнений (1) параметра Z представляет значительные математические трудности [4, 5]. Нами предложено решение системы уравнений (1) при условии, что

$$z^4 \frac{\psi - 1}{\psi + 1} = 0. \quad (5)$$

Чем меньше коэффициент трения частиц, тем меньше их значение [6]. Наличие продольного угла наклона также уменьшает погрешность от допущения (5).

После соответствующих преобразований уравнений (1) с учетом выражения (4) получим

$$y - y_0 = x - x_0 - 2 \sqrt{M [R - (x - x_0)]} + N, \quad (6)$$

где R, M, N — коэффициенты, зависящие от свойств частицы и режима работы горки.

$$R = \frac{4\psi^2 - 1 - 3 \cos \delta (2\psi - \cos \delta)}{(4\psi^2 - 1)(\psi^2 - 1)} \sin \delta;$$

$$M = \frac{2}{(\psi - 1) \sin \delta}; \quad (7)$$

$$N = 4\psi \frac{2\psi^2 - 3\psi \cos \delta - 1}{(4\psi^2 - 1)(\psi^2 - 1)}.$$

Уравнение (6) является искомым приближенным уравнением траектории абсолютного движения частицы семенной смеси по полотну.

Следует отметить, что значения X и Y в уравнениях (1) и (6) получены в масштабе

$$\mu = \frac{v_n^2}{4g \sin \alpha}; \quad (8)$$

где V_n — скорость полотна, м/с;

q — ускорение свободного падения, м/с².

Таким образом, между координатами из формул (1) и (6) и их действительными значениями существует зависимость

$$x = \mu X; \quad y = \mu Y,$$

где x и y — действительные значения координат, м.

Примем в равенстве (6) $X_0 = 0$; $Y_0 = 0$; $X = L_n$, где L_n — расчетная ширина полотна.

$$L_{\pi} = \frac{l_{\pi}}{\mu},$$

где l_{π} — фактическая ширина полотна, м.

Таким образом, для гладких семян, попадающих в нижний приемный бункер, согласно формуле (6) находим:

$$y = Y_{\pi} = L_{\pi} - 2\sqrt{M(R - L_{\pi})} + N. \quad (9)$$

Из выражений (6) и (9) имеем

$$Y_0 = X_0 + 2\sqrt{M[R - (L_{\pi} - X_0)]} + 2\sqrt{M(R - L_{\pi})}. \quad (10)$$

Выражение (10) определяет геометрическое место точек на плоскости полотна, начиная свое движение, из которых частицы с одинаковыми значениями f и K_0 поступают в одну точку приемного бункера. Оно будет справедливо в том случае, если линия щели питающего бункера параллельна плоскости полотна.

Рассмотрим пример. При очистке семян сахарной свеклы от цуры на электрокоронной горке получены следующие показатели:

$$\alpha = 36^{\circ}; \quad f = 0,302; \quad K_0 = 0,558; \quad v_{\pi} = 0,7 \text{ м/с}; \\ \delta = 105^{\circ}.$$

Ширина полотна горки $l_{\pi} = 0,8$ м.

Требуется установить питающий бункер так, чтобы все семена, имеющие указанное значение f и K_0 , попадали в одну фракцию приемного бункера.

Подставляя необходимые значения в равенство (7), находим масштаб

$$\mu = \frac{0,7^2}{4 \cdot 9,8 \cdot \sin 36^{\circ}} = 0,021.$$

Расчетная ширина полотна

$$L_{\pi} = \frac{l_{\pi}}{\mu} = 38.$$

Согласно выражениям (3) и (4)

$$\Delta = 0,4; \quad K = 1,7; \quad \psi = 0,8.$$

Теперь из уравнения (7) находим

$$M = -1,05; \quad R = -5,55$$

и, подставляя в формулу (10), получаем

$$Y_0 = X_0 + 2\sqrt{43 + 1,05X_0} - 13.$$

Аппроксимируя прямой линией, имеем

$$Y_0 = 1,15 X_0.$$

Таким образом, питающий бункер необходимо установить по отношению к направлению движения полотна под углом

$$\beta = \arctg 1,15 = 49^\circ.$$

ВЫВОДЫ

В работе аналитическим способом получено уравнение траектории частицы семенной смеси в рабочей зоне горки с продольным и поперечным углами наклона при действии на частицу дополнительной силы, направленной по нормали к посткости. На основании этого уравнения предложен способ установки питающего бункера, обеспечивающий минимальный разброс частиц с одинаковыми свойствами в основной фракции приемного бункера, что позволит повысить эффективность работы горки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терсков Г. Д. Теория полотенной горки с боковым движением полотна.— «Сельскохозяйственные машины», 1937, № 10.
2. Буинов П. П. Исследование очистки семян на электрокоронной горке с продольным движением полотна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук, Челябинск, 1969.
3. Изаков Ф. Я. Признаки делимости семян в электрическом поле коронного разряда. Труды ЧИМЭСХ, вып. 61, Челябинск, 1972.
4. Суслов Г. К. Теоретическая механика. Л., 1944.
5. Василенко П. М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Киев, 1960.
6. Гладков Н. Г. Сепарирование семян по свойствам их поверхности. Труды ВИСХОМ, вып. 26, М., 1959.

К ПРИМЕНЕНИЮ ЭЛЕКТРОЗЕРНООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Поступающие для переработки на предприятия масложировой промышленности семена подсолнечника имеют различные примеси и весьма неоднородны по размерам и массе. При переработке неоднородность семян ухудшает их технологические качества. Для повышения качества получаемой продукции семена подсолнечника очищают от примесей и сортируют по размерам и массе. Предназначенные для этих целей технологические линии основаны на использовании ветрорешетных машин, существенными недостатками которых являются малая удельная производительность, большая затрата энергии на перемещение значительных инерционных масс, забивание решет и при обработке рушанки обмасливание лузги. В связи с этим изыскание новых способов и средств подготовки семян подсолнечника к переработке является актуальной задачей.

Поэтому в Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства были проведены поисковые исследования по определению возможности применения для этих целей электротермообрабатывающих машин.

Программой эксперимента было предусмотрено проведение исследований в двух направлениях:

1. Сортирование семян подсолнечника по размерам и массе (калибрование).

2. Выделение лузги из рушанки.

Первая часть работы проводилась на электротермообрабатывающей машине ЭЗМ-Т, а вторая — на ЭЗМ-Т и ЭЗМ-П.

Калибрование семян на ЭЗМ-Т проводилось в зависимости от материала ленты, напряжения на электродах, частоты вращения барабана и положения делительных плоскостей. В процессе работы постоянно выдерживались на одном уровне межэлектродное расстояние $h = 85$ мм, количество коронирующих проволочек $K = 11$. Эксперименты проводились в помещении при температуре $t = 22-25^\circ\text{C}$ и влажности 42—51%. Отбор проб при анализе проводился по ГОСТу.

У частиц исходного материала и у семян, взятых после пропускания через электротермообрабатывающую установку, измерялись микрометрическим микроскопом МИР-12 геометрические размеры (длина, ширина, толщина), а их масса — на анали-

тических весах АДВ-200. Масса 1000 зерен определялась путем отсчета их из каждой фракции и взвешивания на аналитических весах марки ВЛТК-500.

Изучение параметров частиц смеси исходного материала и каждой фракции производилось методом случайного отбора выборок в 100 семян. При обработке опытных данных методами математической статистики определялись среднее арифметическое значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент выравненности, ошибка средней арифметической, показатель точности опыта [1].

Семена подсолнечника, подлежащие обработке, имели влажность скорлупы 4%, а влажность семян со скорлупой и ядром 6%. Средняя масса 1000 зерен из шести повторностей составляет 59,93 г. Представленные смеси имеют чистоту 93,27%, а сорной примеси 6,73%. В состав сорной примеси входят: 2% — органической примеси: 1,3% — щуплые семена; 1,5% — семена без оболочек (скорлупы); 1,9 — битые зерна и 0,03% — скорлупы. Статистические параметры геометрических размеров и массы семян подсолнечника приведены в табл. 1. Анализ свойств семян показывает, что семена подсолнечника имеют небольшую

Таблица 1

Статистические показатели

Признаки разделения	Номер фракции	Размах признака		Средняя арифме- тическая величина	Среднее квadratic- ное откло- нение	Кэф- фици- ент вари- ации, %	Кэф- фици- ент вари- ации, %	Показа- тель точно- сти опыта, %
		миним- альный	максим- альный					
Длина, мм	Исход. материал	8,45	12,4	10,7	0,94	8,8	91,2	1,21
	I	9,29	12,85	10,95	0,59	5,4	94,6	0,76
	II	9,21	13,38	10,85	0,7	6,4	93,6	0,90
	III	8,4	12,9	10,31	0,75	7,2	92,8	1,02
	IV	7,45	12,49	10,27	0,84	8,2	91,8	1,16
Толщина, мм	Исход. материал	1,75	4,25	3,13	0,65	21,0	79,0	2,9
	I	2,05	4,38	3,51	0,39	11,1	83,9	1,57
	II	2,05	4,65	3,23	0,43	13,4	87,6	1,89
	III	1,75	3,44	2,69	0,28	10,4	89,6	1,47
	IV	2,07	3,77	2,64	0,28	10,6	89,4	1,50
Ширина, мм	Исход. материал	2,5	5,84	4,74	0,81	17,2	82,8	2,43
	I	4,25	6,94	5,35	0,45	8,4	91,6	1,19
	II	4,08	6,13	4,95	0,34	6,9	93,1	0,98
	III	2,63	5,9	4,61	0,54	11,7	88,3	1,66
	IV	3,03	5,45	4,39	0,40	9,1	90,9	1,29
Масса 1000 зерен, г	Исход. материал	28	88	52,74	17,6	32,6	67,4	4,6
	I	34,1	95,0	61,35	10,1	16,5	83,5	2,3
	II	24,4	82,3	49,54	9,6	19,3	80,7	2,7
	III	20,2	65,5	39,56	7,55	19,1	80,9	2,7
	IV	14,5	47,8	25,8	5,55	21,5	77,5	2,9

варьируемость только по длине. По остальным показателям можно отметить значительную невыравненность, особенно по массе. Коэффициент вариации по массе самый высокий и составляет 32,6%. По толщине и ширине соответственно 21 и 17,2%.

Характеристика обрушенного материала: обрушенных зерновок 63%, недоруша 21%, лузги 16%.

Результаты сортирования по превышению массы 1000 зерен в зависимости от выхода семян представлены на рис. 1.

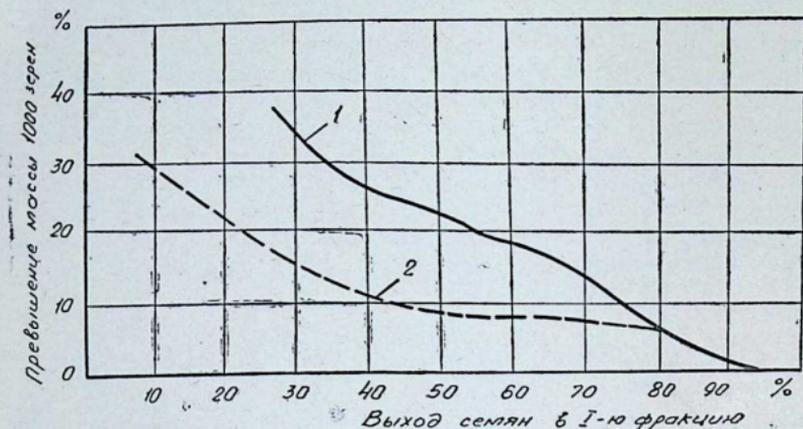


Рис. 1. Зависимость превышения массы 1000 зерен от выхода в первую фракцию:

1 — металлическая лента; 2 — диэлектрическая лента

Анализ расположения кривых 1 и 2 на рис. 1 показывает, что сортирование семян по массе проходит более эффективно на транспортной ленте — металлической сетке. Из рисунка 8 следует, что при одном и том же выходе семян в I-ю фракцию на металлической ленте можно выделить более тяжелые, а следовательно, и лучше выравненные семена. Масса 1000 зерен уменьшается с увеличением номера фракции. Результаты определения размеров семян по фракции приведены в табл. 1. При этом выход семян в 1, 2, 3 и 4 фракции соответственно составил 32, 40, 19 и 9%.

Анализ данных табл. 1 показывает, что семена после сортирования получились более выравненными по толщине, ширине и массе. У этих параметров коэффициент вариации значительно уменьшился, а коэффициент выравненности увеличился. Особенно возрос коэффициент выравненности у семян по массе.

Анализ данных по размаху признака и средней арифметической величины свидетельствует о том, что в I-ю фракцию выделилось более крупное и тяжелое зерно, во II-ю и III-ю фрак-

ции — семена более легкие и меньших размеров, в IV-ю фракцию — наиболее мелкие и легкие семена.

Анализ статистических показателей говорит о том, что приведенные в табл. 1 данные достаточно надежны. Об этом свидетельствует показатель точности опыта, который не превышает у большинства исследований 2,9% и только в одном точность опыта составляет 4,6%.

Таблица 2

Результаты разделения рушанки

Название машины	Выход материала во фракциях, %			Засоренность материала во фракциях, %		Содержание зерновок во фракциях, %	
	I	II	III	I	II	II	III
ЭЗМ-П	89,5	11,5	—	2,1	—	1,67	—
ЭЗМ-Т	33,8	18,8	47,4	0	3	—	66,3

Из анализа данных табл. 2 видно, что обработка обрушенного материала на ЭЗМ-П позволяет получить в первой фракции зерновой материал с засоренностью в пределах 2%, при этом выход зерновок во вторую фракцию (отходы) не превышает 2%. При обработке обрушенного материала на установке ЭЗМ-Т в первой фракции получен практически чистый материал, засоренность второй фракции в пределах 3%, но при этом в третьей фракции зерновок — 66,3% (от массы данной фракции). Следует отметить, что при обработке обрушенного материала возрастает и производительность установки, так как при этом частота вращения барабана (110—120 об/мин) значительно больше, чем при калибровке (40 об/мин).

Известно [2], что признак делимости семян в электрическом поле является функцией одного из размеров, плотности, электрических и других свойств. Качество обрушивания также зависит от плотности семян, поэтому необходимо проверить целесообразность сортирования семян подсолнечника на ЭЗМ перед их подачей на обрушивание. Кроме того, наблюдения во время эксперимента позволяют говорить о возможности разделения рушанки на лузгу, недоруж и обрушенные зерновки (табл. 2).

Таким образом, результаты проведенных рекогносцировочных опытов позволяют сделать вывод о возможности применения электрического способа разделения для обработки семян подсолнечника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М., «Высшая школа», 1972.
2. Басов А. М., Изаков Ф. Я. и др. Электрoзерноочистительные машины. М., «Машиностроение», 1968.

ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ ПРОМЕЖУТКОВ ЭЗМ

При проектировании воздушных промежутков в электрозерновых машинах (ЭЗМ) на них нельзя распространить ни одни из существующих требований, предъявляемых к другим установкам высокого напряжения [1]. Причиной этого является специфичность условий, в которых работают ЭЗМ. Основными из этих условий являются значительная запыленность установок и существенные колебания температуры и влажности в процессе их работы. Исследования [2] показали, что запыленностью воздушных промежутков можно пренебречь, учитывая только запыленность электродов. Были проведены эксперименты по следующей методике. На электрическую прочность воздушного промежутка в естественных условиях оказывает влияние не один какой-то фактор, а их совокупность в определенном сочетании, поэтому исследования проводились методом активного планирования [5, 3, 4].

Эксперименты проводились для систем электродов:

а) игла — плоскость; б) провод — плоскость; в) плоскость — плоскость.

Межэлектродное расстояние сохранялось постоянным — 2 см. Для проведения эксперимента первоначально был выбран план типа 2^{6-2} . Выбор основных факторов, их уровней и интервалов варьирования приводится в табл. 1.

В результате реализации планов были получены уравнения регрессии для рассмотренных систем электродов. Для систем электродов игла — плоскость и провод — плоскость уравнения оказались неадекватными. Для системы электродов плоскость — плоскость уравнение регрессии оказалось адекватным с удовлетворительной воспроизводимостью опыта:

$$y = 25,7 + 0,8x_1 - 1,2x_2 - 1,3x_4 - 3,4x_5 - x_6 - 0,7x_1x_3 + 1,3x_2x_4 - 0,8x_3x_4. \quad (1)$$

Наличие факторов, изменяющихся только на двух уровнях (полярность, наличие лакокрасочных покрытий) не позволяет включить их в планирование второго порядка, поэтому было решено провести эксперимент на трех основных факторах, изменяющихся в процессе работы на установке ЭИТ. Для этих

Таблица 1

Фактор	Индекс	Уровни варьирования		
		-1	0	+1
Форма кривой напряжения	x_1	однополу- периодная	—	сглажен- ная
Полярность	x_2	—	—	+
Температура, °С	x_3	-10	10	30
Влажность, %	x_4	40	60	80
Запыленность, мг/см ²	x_5	0	10	20
Наличие лакокрасочных покрытий	x_6	нет	—	да

целей было использовано ортогональное планирование второго порядка. Основные факторы и уровни варьирования приведены в табл. 2.

В результате реализации планов второго порядка и математической обработки результатов эксперимента для системы электродов игла — плоскость при положительной полярности коронирующего электрода было получено адекватное уравнение регрессии

$$y = 19 - 0,6x_1 + 0,4x_2x_3. \quad (2)$$

При отрицательной полярности коронирующего электрода уравнение регрессии оказалось неадекватным.

Предполагается, что электрические свойства зависят от абсолютного влагосодержания в воздухе. При низкой температуре

Таблица 2

	Фактор		
	x_1 °С	x_2 %	x_3 мг/см ³
Верхний звездный уровень	34,2	84,2	20
Верхний уровень	30	80	18
Основной уровень	10	60	10
Нижний уровень	-10	40	2
Нижний звездный уровень	-15,8	35,8	0

абсолютная влажность незначительна даже максимальной относительности и потому при низких температурах влажность воздуха не оказывает влияния на электрические свойства пыли.

Для выявления влияния абсолютной влажности воздуха в условиях запыленности было решено провести дополнительные опыты. Эксперимент по выявлению зависимости $U_{пр}$ от влажности воздуха в условиях запыленности был проведен традиционным методом в камере микроклимата.

Эксперименты проводились для системы электродов игла —

плоскость. Полярность коронирующего электрода отрицательная. Запыленность оставалась постоянной — 200 г/м^2 . Межэлектродное расстояние 3 см . Повторность опытов пятикратная. Температура окружающей среды $+20^\circ$.

Результаты эксперимента (рис. 1) говорят о том, что при изменении относительной влажности до 40% при температуре 20°C (абсолютная влажность до $6,92 \text{ г/м}^3$) величина пробивной

Таблица 3

Уровни	Фактор		
	$x_1, ^\circ\text{C}$	$x_2, \%$	$x_3, \text{мг/см}^2$
Верхний звездный	32,1	84,2	20
Верхний	30	80	18
Основной	20	60	10
Нижний	10	40	2
Нижний звездный	7,9	36,8	0

напряженности не изменяется, только при относительной влажности свыше 40% наблюдается рост пробивной напряженности почти линейно. При относительной влажности свыше 70% вновь наблюдается снижение роста $E_{\text{пр}}$ с увеличением влажности. Анализ данных показал, что при температуре ниже $+10^\circ\text{C}$ абсолютная влажность настолько низка, что при относительной влажности воздуха 80% она не оказывает влияния на свойства пыли.

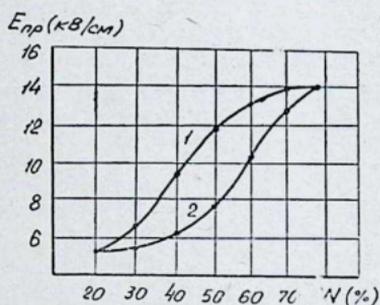


Рис. 1. Влияние влажности воздуха на величину пробивной напряженности в условиях запыленности электродов:

$W\%$ — относительная влажность воздуха;

$E_{\text{пр}}$ — пробивная напряженность, кВ/см ;

1 — кривая, полученная при снижении влажности воздуха;

2 — при повышении влажности

В результате этих экспериментов был сделан вывод, что для системы электродов игла — плоскость и отрицательной полярности коронирующего электрода, при выборе уровней варьирования фактора температуры за нижний уровень необходимо принять значение температуры $+10^{\circ}\text{C}$ (табл. 3).

Реализация планов эксперимента позволила получить адекватно уравнение регрессии.

$$y = 27,2 + 1,5x_1 + 6x_2 - 4,8x_3 - 2,3x_1^2 + 6,2x_3^2. \quad (3)$$

Математическая обработка уравнения (3) показала, что максимальная величина пробивного напряжения наблюдается при следующих значениях факторов:

$$x_1 = 0,33; \quad x_2 = 1,21; \quad x_3 = -1,21.$$

В этом случае $U_{\text{пр}}^{\text{макс}} = 47,1 \text{ кВ}$.

Минимальное значение $U_{\text{пр}}$ наблюдается при значениях

$$x_1 = -1,21; \quad x_2 = 1,21; \quad x_3 = 0,25.$$

В этом случае $U_{\text{пр}}^{\text{мин}} = 15 \text{ кВ}$.

Таким образом, при отрицательной полярности коронирующего электрода наблюдается значительное влияние факторов окружающей среды на электрическую прочность воздушного промежутка $U_{\text{пр}}$ изменяется в 3 раза.

ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты позволили получить уравнения для расчета пробивного напряжения в различных системах электродов. Эти уравнения учитывают влияние основных факторов окружающей среды и параметров электрического поля.

В дальнейшем при проектировании воздушных промежутков в электроэнергетических машинах полученные данные позволяют сделать это более обоснованно, исходя из условий окружающей среды или из условий минимальной пробивной напряженности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабицын Г. С., Басов А. М. Исследование возможности инженерных методов расчета воздушных промежутков в ЭЗМ. Труды ЧИМЭСХ, вып. 75, 1973.
2. Мирзабекян Г. З., Григорьев И. Н. Влияние заряженной дисперсной фазы на характеристики коронного разряда. Тр. МЭИ ТВН, вып. 70, 1968.
3. Адлер Б. П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., «Наука», 1971.
4. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. М., Физматгиз, 1965.
5. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. М., «Мир», 1967.

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЧАСТИЦЫ, НАХОДЯЩИЕСЯ ОДНОВРЕМЕННО В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛЯХ*

Если частицы находятся на заземленной сетчатой металлической поверхности в аэродинамическом и электрическом полях коронного разряда, то на них будет действовать суммарная прижимающая сила этих полей. Электрические силы обусловлены зарядкой этих частиц, а силы воздушного потока — давлением аэродинамического поля.

Известны устройства для определения электрических сил, действующих на частицы, находящиеся на заземленной гладкой (сплошной) металлической поверхности. Принцип действия этих устройств основан на методе отрыва частиц и методе измерения угла начала движения частиц по наклонной плоскости [1, 2, 3]. Предварительными исследованиями установлено, что конструкция этих устройств не обеспечивает измерение сил, действующих на частицы одновременно электрическим и аэродинамическим полями.

В связи с этим нами создано устройство (рис. 1), состоящее из заземленного металлического короба 1 со съемной сетчатой крышкой 2, отрицательного коронирующего электрода 3, торсионных весов 4, высоковольтного источника энергии 5, вентилятора 6 и воздуховода 7 для соединения короба с вентилятором. Коронирующий электрод прикреплен к диэлектрическому (из органического стекла) стойками 11. Торсионные весы установлены на диэлектрической плоскости 12, прикрепленной к стойке 10 основания устройства. Сетчатая крышка с помощью винтов 15 прикреплена к металлическому угольнику 13 короба. Для удержания подсосывания воздуха между металлическим коробом и крышкой проложена уплотняющая прокладка 14.

При измерении исследуемую частицу 8 приклеивают к элементарной диэлектрической (капроновой) нити 9 и подвешивают к измерительному плечу торсионных весов так, чтобы она соприкасалась с заземленным некоронирующим электродом (сеткой). При этом показание весов фиксирует массу зерна и массу нити. После этого включаются источники электрического и аэродинамического полей. Исследуемая частица оказывается под действием этих полей. Под действием электрического поля

* Работа выполнялась под руководством Басова А. М.

коронного разряда она заряжается. Это обуславливает появление прижимающей суммарной электрической силы, которая состоит из кулоновской силы и силы взаимодействия заряженной частицы с заземленным электродом. Кроме того, разрежение, созданное внутри металлического короба всасывающим вентилятором, обеспечивает дополнительную прижимающую силу. Отрыв частицы происходит в том случае, когда суммарная

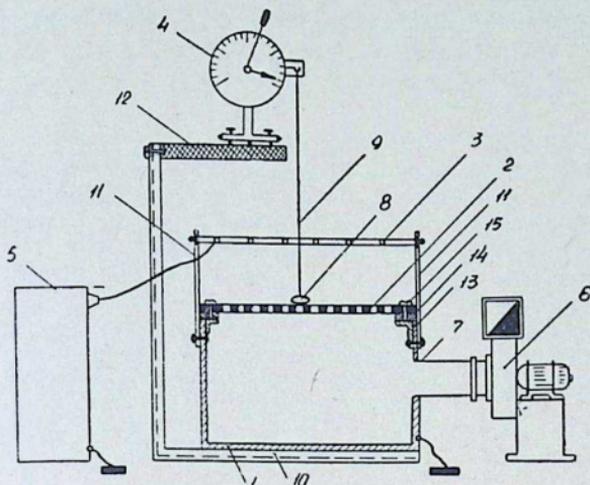


Рис. 1. Схема установки для измерения сил, действующих на частицу, находящуюся одновременно в электрическом и аэродинамическом полях

прижимающая сила электрического и аэродинамического поля уравнивается пружиной торсионных весов. В этот момент регистрируется показание торсионных весов. Суммарная сила электрического и аэродинамического поля, действующая на частоту, определяется по разности показаний торсионных весов при наличии этих полей $P_{aэ}$ и без них P .

$$F_{aэ} = P_{aэ} - P.$$

По разности показаний торсионных весов определяется сила и при наличии только одного поля:

а) аэродинамического

$$F_a = P_a - P;$$

б) электрического

$$F_э = P_э - P.$$

Это устройство позволяет измерять силу как при изменении напряженности электрического и аэродинамического полей, так и при изменении диаметра отверстий съемной сетчатой крышки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов А. М., Изаков Ф. Я., Шмигель В. Н., Яснов Г. А., Лукиенко Т. Н., Панус Ю. В. Электрoзерноочистительные машины. М., «Машиностроение», 1968.

2. Буинов П. П. Исследование очистки семян на электрокоронной горке с продольным движением полотна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук, Челябинск, 1968.

3. Зайцев Б. В. Исследование процесса очистки пшеницы от головневых мешочков в барабанном электросепараторе с увеличенной зоной электрического поля. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук, Челябинск, 1968.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ И ОВСЮГА, СОРИЕНТИРОВАННЫХ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ*

Аэродинамические свойства зерновых частиц определяют их поведение в воздушных каналах различных зерноочистительных машин и комбайнов. Аэродинамические силы успешно используются для очистки сельскохозяйственных продуктов от легких примесей. По существующей аэродинамической теории силу сопротивления F_v , действующую на частицы сферической формы, в воздушном потоке определяют как функцию относительной скорости движения частицы в воздушном потоке V , плотности воздуха ρ и размера частицы (миделева сечения S). Установлена эмпирическая зависимость, связывающая эти параметры

$$F_v = \frac{1}{2} C_x \rho V^2 S, \quad (1)$$

где C_x — безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления.

Действительная форма частицы может существенно отличаться от сферической, и для расчета аэродинамических сил форму частицы выражают в числовом виде. Предложено, например [2], учитывать форму частицы коэффициентом ψ — отношением площади поверхности сферической формы равного объема к действительной площади поверхности частицы.

Кроме того, предложен и используется ряд методов расчета аэродинамических сил, действующих на частицу, движущуюся с некоторой скоростью относительно воздушного потока [1, 3], при этом предполагают, что частица имеет сферическую форму.

Исследования [1] показывают, что вследствие неправильности формы большинства сельскохозяйственных материалов показатель площади миделева сечения является одним из наиболее важных факторов в расчетах.

Входящий в формулу (1) коэффициент аэродинамического сопротивления находится в зависимости от миделева сечения частицы, а также от формы частицы и от скорости ее движения.

* Работа выполнена под руководством Шмигеля В. Н.

Предложено [1, 2, 3] несколько методов для определения аэродинамического коэффициента сопротивления. Во всех методах предполагается, что частица имеет сферическую форму и получаемое значение $C_x = 0,5$.

Применение сил электростатического поля для ориентации длинных частиц в воздушных сепараторах требует дополнительных исследований аэродинамических свойств зерновых частиц: аэродинамических параметров при определенной фиксированной их ориентации.

Для проведения этих исследований разработана методика и изготовлена установка. В вертикальном прямоугольном канале

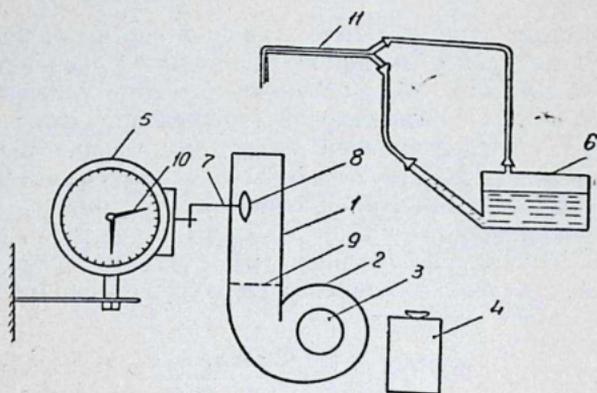


Рис. 1. Установка для определения аэродинамических свойств частиц

определялись силы сопротивления и скорости витания частиц путем обдувания их воздушным потоком. Затем по формуле (1) находилась коэффициент аэродинамического сопротивления.

Установка для определения аэродинамических свойств частиц имеет следующие основные части (рис. 1): вертикальный прямоугольный канал 1; вентилятор 2 с электродвигателем 3 и автотрансформатором 4; торсионные весы 5; дифференциальный микроманометр 6 с трубкой Пито-Прандтля 11.

Для наблюдения за поведением исследуемых зерновых частиц одна стенка пневмоканала выполнена прозрачной (оргстекло). Вентилятор взят центробежного типа ($n = 2800$ об/мин). Торсионные весы служат для определения силы сопротивления зерна воздушному потоку, точность измерения до 0,1 мг.

Скорость воздушного потока в пределах 2—16 м/с изменялась путем изменения частоты вращения электродвигателя вентилятора. Динамический напор воздушного потока измерялся трубкой Пито-Прандтля в точке, где находится зерно.

Установка работает следующим образом. К плечу торсион-

ных весов прикрепляется игла 7, второй конец которой через прорезь вводится в пневмоканал 1. Стрелка торсионных весов 10 при помощи балансира, встроенного в весы, устанавливается на нуль. Зерно 8 накалывается на иглу. Ориентация зерна по отношению к воздушному потоку может быть фиксирована, угол ориентации устанавливается по трафарету, установленному на стенке пневмоканала. Зерно обдувается воздушным потоком, создаваемым вентилятором, работающим на нагнетание через решетку 10.

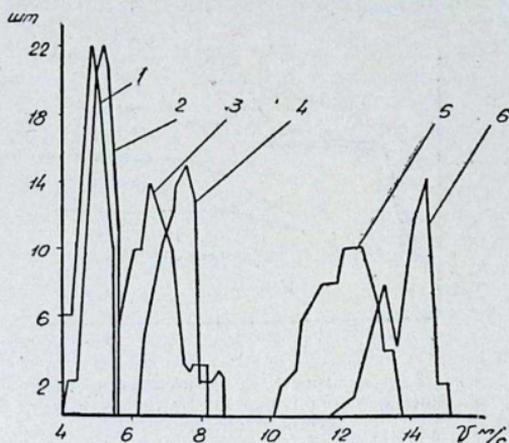


Рис. 2. Вариационные кривые скорости витания для пшеницы (3, 4, 5) и овсяги (1, 2, 6). Ориентация частиц к направлению воздушного потока: 1, 3 — большим миделевым сечением; 2, 4 — средним; 5, 6 — малым

Изменяя скорость воздушного потока, находим момент, когда сила тяжести зерна уравнивается силой сопротивления воздушного потока и зерно приводится во «взвешенное» состояние. Момент «взвешенного» состояния зерна отмечается установкой на нуль стрелки торсионных весов. При таком «взвешенном» состоянии сила сопротивления F_b , действующая на зерно, уравнивает силу тяжести $F_T = mg$.

При испытании также замерялись силы сопротивления для различных скоростей воздушного потока и соответственно вычислялись коэффициенты аэродинамического сопротивления.

Скорость воздушного потока определялась по формуле

$$v = \sqrt{\frac{2}{\rho} h k_M}, \quad (2)$$

где h — показания микроманометра;
 k_M — коэффициент микроманометра.

Плотность воздуха определялась по формуле

$$\rho = 0,4645 \frac{P}{273 + t}, \quad (3)$$

где P — атмосферное давление во время опытов, мм. рт. ст.;
 t — температура окружающей среды, °С.

При определении скорости витания миделево сечение иглы вычислялось из общего миделева сечения $S_{\text{общ.}} = s_3 + s_{\text{н}}$; миделево сечение $S^{\text{н}}$ иглы составляло 3,1% от общего миделева сечения. Испытанию подвергались 100 штук семян пшеницы и

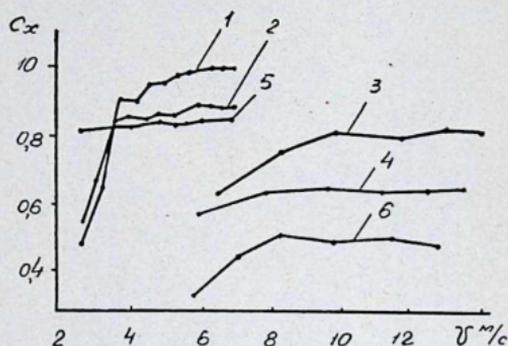


Рис. 3. Зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления от скорости воздушного потока:

1, 2 — овсяг, ориентация большей осью поперек направления воздушного потока; 3, 4 — овсяг, ориентация большей осью вдоль воздушного потока; 5, 6 — соответственно для пшеницы

100 штук овсяга. Каждое проводимое испытание повторялось пять раз, и при вычислении бралось среднее арифметическое из повторных замеров. Статистически обрабатывались результаты экспериментов общеизвестными методами [4].

На основании полученных опытных данных построены вариационные кривые по скорости витания для пшеницы и овсяга при ориентации их большей оси вдоль направления воздушного потока и поперек (рис. 2), определена корреляционная связь между отношением m/S и скоростью витания $V_{\text{кр}}$. Коэффициент корреляции $r = 0,725$.

Получена эмпирическая формула для расчета

$$V_{\text{кр}} = 2,38 + 2 \frac{m}{S} \text{ — для овсяга;}$$

$$V_{\text{кр}} = 2,4 + 2,30 \frac{m}{S} \text{ — для пшеницы.}$$

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента сопротивления от скорости воздушного потока.

ВЫВОДЫ

Предложенная методика исследования аэродинамических свойств компонентов зерновой смеси позволяет точно определить такие параметры, как скорость витания, сила сопротивления и коэффициент аэродинамического сопротивления при различной фиксированной их ориентации.

Коэффициент аэродинамического сопротивления, в диапазоне скоростей, применяющихся в воздушных сепараторах, стремится к постоянству при ориентации зерна большей осью поперек направления воздушного потока и находится в пределах 0,8—1,1. При ориентации зерна большей осью вдоль направления движения воздушного потока коэффициент сопротивления в этом диапазоне увеличивается с повышением скорости воздушного потока и находится в пределах 0,3—0,8, а за критическими скоростями также стремится к постоянству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безручкин И. П. Аэродинамические свойства зерна.— «Сельскохозяйственная машина», 1936, № 1, 3.
2. West Neil L. Aerodynamic force predictions Trans ASAF, 1972, 15, N 3.
3. Биланский У. К., Коллина С. Х., Чу П. Аэродинамические свойства зерна.— «Сельскохозяйственная техника», 1962, № 4.
4. Румшинский Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. М., «Наука», 1970.

ГРИБАНОВА Н. И., КОЗИНСКИЙ В. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ СЕМЯН ТРАВ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Многолетние травы являются одной из важнейших основ создания прочной кормовой базы животноводства. Для улучшения естественных кормовых угодий, повышения их качества необходимо вести посев высококачественными семенами. Это означает, что семена должны быть своевременно высушены, тщательно очищены и отсортированы.

В настоящее время семена трав сушатся в шахтных сушилках непрерывного действия, где они находятся в смеси с ячменем или овсягом 14—16% влажности [1]. В зависимости от начальной влажности семян трав определяется состав смеси и соответствующий тепловой режим. Производительность в таких сушилках составляет 130—200 кг/ч. Всесоюзным НИИ кормов разработан химический способ сушки семян, суть которого состоит в том, что семена смешивают с абсорбентом и выдерживают в течение 5—10 дней. Недостатком является длительность процесса, потребность дополнительной очистки от плотителя [2].

Необходимость создания универсальных сушилок для семян трав неоднократно отмечалась на совещаниях по вопросам сушки. Особенно остро этот вопрос встает в условиях Урала, где нет крупных семеноводческих хозяйств [3], поэтому каждое хозяйство готовит для себя семена в количестве от 1,5 до 6 т. В условиях большого разнообразия культур необходимо иметь сушилку такой конструкции, чтобы переход с обработки одной культуры на другую был бы простым. Сушилка должна вписываться в общую технологическую линию послеуборочной подработки семян. В настоящее время имеются работы в СССР и за рубежом по исследованию сушки сельхозпродуктов и зерна инфракрасными лучами. В работах отмечаются достоинства этого способа сушки: интенсификация процесса путем сокращения времени нагрева, довольно простая автоматизация, быстрый переход от оптимального режима сушки одной культуры к другой.

В лаборатории кафедры исследовалась сушка семян трав инфракрасными лучами. В качестве источника излучения использовалась лампа КИ-1000 с параболическим отражателем, поскольку она обладает рядом преимуществ перед другими ис-

точниками: дает возможность получить высокие уровни облученности, отличается малой инерционностью, высокой термостойкостью и механической прочностью, стойкостью к воздействию воды и агрессивных сред. Для исследований использовались семена клевера, люцерны и донника, искусственно увлажненные абсорбционным способом. Семена помещались в эксикатор с раствором серной кислоты на 48 часов. Влажность семян определялась по ГОСТу 12041-66 методом высушивания.

Для выбора оптимального режима работы излучателя необходимо учитывать поглотительную способность семян. В дан-

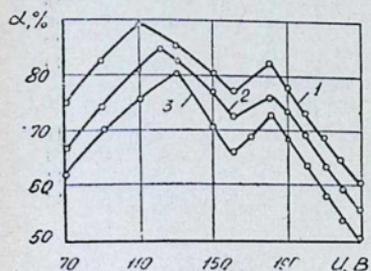


Рис. 1. Зависимость интегрального коэффициента поглощения от напряжения, подводящего к излучателю:

1 — клевер; 2 — люцерна; 3 — донник

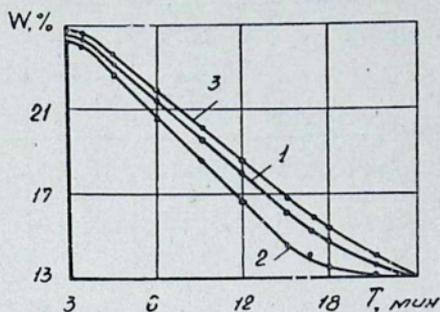


Рис. 2. Кривые сушки семян:
1 — клевер, 2 — люцерна; 3 — донник

ной работе измерялись интегральные коэффициенты поглощения методом двух температурно-временных интервалов [4, 5] в зависимости от напряжения, подводящего к излучателю. Эксперименты производились в трехкратной повторности. Точность измерений составляла 2,8%. Интенсивность облучения поддерживалась постоянной путем изменения высоты подвеса излучателя над рабочей поверхностью и измерялась актинометром конструкции Тбилисского завода «Метеоприбор». Результаты экспериментов представлены на рис. 1.

Наибольшее значение интегрального коэффициента поглощения составляет для семян клевера 88% при напряжении 110 В, для люцерны — 83% при 120 В, для донника — 80% при 130 В. Эти режимы приняты за оптимальные.

При выбранных оптимальных режимах определялась интенсивность облучения, исходя из предельно допустимой температуры нагрева семян. Предельно допустимая температура нагрева зависит от влажности семян и времени теплового воздействия и составляет при влажности 36—34% 40°C; 25% 45°C; 18% — 50°C [1, 6].

Таблица 1

Всхожесть и энергия прорастания семян до и после сушки

Культура	Влажность семян, %		Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
Клевер	35	14,4	86	89	91	94
	25,1	13,1	82	86	90	94
	20,0	13,4	83	88	92	95
	18,3	13,3	90	91	92	94
Люцерна	35,3	14,3	74	81	85	88
	24,8	13,2	76	83	86	88
	20	13,4	78	84	87	90
	17,3	13,2	73	80	84	89
Донник	32,5	14,1	81	83	89	91
	25	13,2	83	87	88	90
	19,6	13,3	82	85	85	88
	16,7	12,5	80	82	86	89

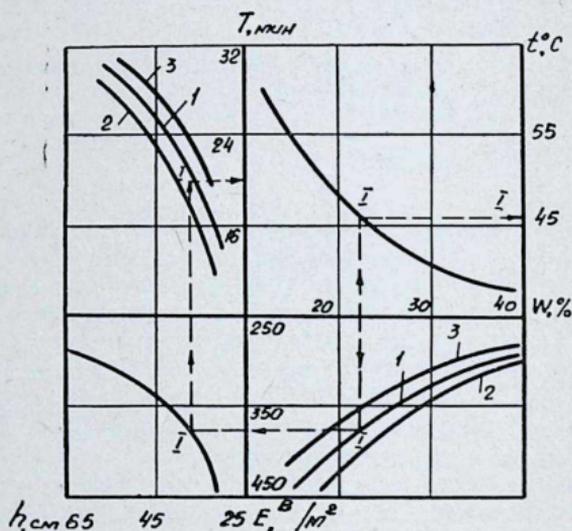


Рис. 3. Номограмма для определения режимов сушки семян:

1 — клевер, 2 — люцерна, 3 — донник

При выбранной интенсивности облучения проведена сушка семян в элементарном слое. Семена располагали в один слой на материале с малой теплопроводностью и при помощи подвески соединяли с рычажными весами. Такая установка позво-

ляла сушить семена до требуемой влажности и получить данные по динамике сушки (рис. 2). Всхожесть и энергия прорастания семян определялась методом проращивания четырех проб по ГОСТу 12036-66 (табл. 1).

На основании проведенных исследований составлена номограмма, позволяющая по известной влажности исходного материала задать соответствующий температурный режим, определить интенсивность облучения, высоту подвеса излучателя и время сушки до кондиционной влажности. Так например, при исходной влажности клевера 23% температура нагрева 46°, (точка 1 на номограмме), интенсивность облучения 375 Вт/м², высота подвеса облучателя 38 см, время сушки до кондиционной влажности 20 мин (рис. 3).

ВЫВОДЫ

1. Определены интегральные коэффициенты поглощения от вольфрамовой нити для культур клевера, донника, люцерны и установлены оптимальные уровни питающего лампы напряжения.

2. Установлена зависимость влажности семян и допустимой для нее облученности при длительном режиме облучения.

3. Установлена зависимость между облученностью и высотой подвеса облучателя с лампой КИ-100.

4. Установлена экспозиция доведения семенного материала до кондиции по влажности под ИК установкой.

5. Построена номограмма, позволяющая определять режимы сушки в элементарном слое семян клевера, люцерны, донника.

Результаты исследований могут быть использованы при сушке малых партий семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крестовская И. И. Сушка семян клевера, люцерны и тимopheевки на механизированных сушилках.— «Земледелие», 1960, № 9.
2. Исаев Г. Е., Эрк Ф. Н., Лисовский И. В. Сушка и очистка семян трав. М., Россельхозиздат, 1969.
3. Белоногов Е. В. Семеноводство клевера на Урале. Челябинск, 1969.
4. Волькенштейн В. С. Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. М., «Энергия», 1971.
5. Козинский В. А., Грибанова Н. И. К определению интегрального коэффициента поглощения. Труды ЧИМЭСХ, вып. 85, 1974.
6. Птицина Л. В. Сушка семян трав. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 12, 1949.

АХТЯМОВ Я. А., БАСОВ А. М.,
БАБИЦЫН Г. С., КАМЕНИР Э. А.,
ШАРИПОВ С. М.

К ПОИСКУ ПРИЗНАКА ДЕЛИМОСТИ ВСПУЧЕННОГО ВЕРМИКУЛИТА

Разнообразие ценных свойств вермикулита обусловило его применение в различных отраслях промышленности, строительстве и сельском хозяйстве.

Вермикулит в сельском хозяйстве применяется для выращивания растений и рассады, в декоративном садоводстве и растениеводстве, укоренения черенков, проращивания семян, улучшения физических свойств почвы, повышения ее влагоемкости, заменителя песка, торфа и различного рода сложных составов садовых земель, в качестве добавки к различным удобрениям, в составе инсектицидов и пестицидов. Он также является хорошим материалом для упаковки, длительного хранения, транспортировки растительных материалов, предохранения их от температурных колебаний и пересыхания [1]. Вермикулит представляет собой вторичный минерал, который при нагревании вспучивается по одной из осей в десятки раз.

В СССР в основном все месторождения вермикулитовой руды представлены мелкозернистой смесью вермикулита, гидрослюд, слюд, пустой породы. Обогащение такого сырья является сложной технической задачей. За рубежом обогащение вермикулитовых руд проводится чаще всего в тяжелых средах.

Кроме того, наряду с крупными месторождениями в различных районах страны имеются мелкие, где строительство обогатительных фабрик экономически нецелесообразно. Как показывают технико-экономические расчеты и практика, целесообразно и технически осуществимо обогащение вспученного вермикулита. Исследования по обогащению вспученного вермикулита флотацией, на виброплоскостях, в кипящем слое, в воздушных струях, электрическими методами и т. д. показали эффективность воздушного обогащения его крупных фракций и электрического — мелких [2]. Например, технология, разработанная в УралНИИСтромпроекте, позволяет получать концентрат вспученного вермикулита фракции 1,2—10 мм с содержанием пустой породы до 2—3% и объемной насыпной массой до 100 кг/м³, а фракции менее 1,2 мм с пустой породой до 10% и объемной массой до 150 кг/м³, при этом содержание вспученного вермикулита в пустой породе достигает 5%.

С целью выбора наиболее рационального метода и интен-

сификации процесса обогащения, а также получения более чистых концентратов нами на базе проблемной лаборатории ЧИМЭСХ и лаборатории вермикулита УралНИИСтромпроекта были проведены исследования некоторых ранее не изученных свойств частиц вспученного вермикулита и пустой породы: размеров, формы, массы, диэлектрической проницаемости и напряженности отрыва.

Для изучения свойств компонентов смеси, состоящей из вспученного вермикулита и пустой породы Потанинского месторождения фракции 0—10 мм, отбирались пробы необогащенного материала, вспученного в комбайне УралНИИСтром-

Таблица 1

Статистические показатели свойств вспученного веркулита (числитель) и пустой породы (знаменатель)

Фракционный состав и изучаемые параметры		Статистические показатели					
		\bar{X}	σ	v	s	ε	P
Фракция 0,315—0,63 мм	a	$\frac{0,7930}{0,7170}$	$\frac{0,2201}{0,2262}$	$\frac{27,75}{31,56}$	$\frac{-0,1361}{-0,5165}$	$\frac{0,6490}{-0,5363}$	$\frac{2,77}{3,15}$
		$\frac{0,5330}{0,5160}$	$\frac{0,1975}{0,1836}$	$\frac{37,05}{36,59}$	$\frac{0,0430}{0,3155}$	$\frac{-0,9701}{0,5911}$	$\frac{3,70}{3,55}$
— " —	b	$\frac{0,4839}{0,3520}$	$\frac{0,2119}{0,1609}$	$\frac{43,80}{45,71}$	$\frac{0,2919}{1,1805}$	$\frac{-0,6014}{0,9019}$	$\frac{4,38}{4,57}$
		$\frac{1,6967}{2,0044}$	$\frac{0,9954}{1,0095}$	$\frac{58,67}{60,36}$	$\frac{1,8866}{3,1049}$	$\frac{5,4777}{15,7344}$	$\frac{5,86}{5,03}$
Фракция 0,63—1,2 мм	a	$\frac{1,3710}{1,3800}$	$\frac{0,3600}{0,3421}$	$\frac{26,26}{24,64}$	$\frac{0,5726}{1,3502}$	$\frac{-1,0380}{3,2517}$	$\frac{2,62}{2,46}$
		$\frac{1,0009}{1,0300}$	$\frac{0,1889}{0,1187}$	$\frac{18,98}{11,52}$	$\frac{0,7467}{0,9460}$	$\frac{4,1767}{4,8012}$	$\frac{1,89}{1,15}$
— " —	b	$\frac{0,9079}{0,8640}$	$\frac{0,3360}{0,1987}$	$\frac{37,01}{23,00}$	$\frac{0,1267}{0,0908}$	$\frac{0,7160}{0,8202}$	$\frac{3,70}{2,30}$
		$\frac{1,6529}{1,4825}$	$\frac{1,4024}{0,4572}$	$\frac{84,84}{30,84}$	$\frac{5,1067}{1,6160}$	$\frac{34,0985}{3,4393}$	$\frac{8,48}{3,08}$
— " —	g						

проекта при температуре 800° С. Пробы фракционировались по размерам на стандартных ситах с квадратными ячейками: 0—0,315; 0,315—0,63; 0,63—1,2; 1,2—2,5; 5—10 мм. Для большей точности и сохранности формы частиц вручную единичным отбором они разделялись на вермикулит и пустую породу. Для исследования брались частицы фракции 0,315—0,63 и 0,63—1,2 мм с содержанием вермикулита в пробе 65%; вермикулит фракций более 1,2 мм эффективно обогащается в воздушных струях, а для исследования частиц менее 0,315 мм, составляющих 10%, требуется разработка специальной методики и приборов. Для изучения размеров и формы частиц по каждой фракции бралось 100 штук.

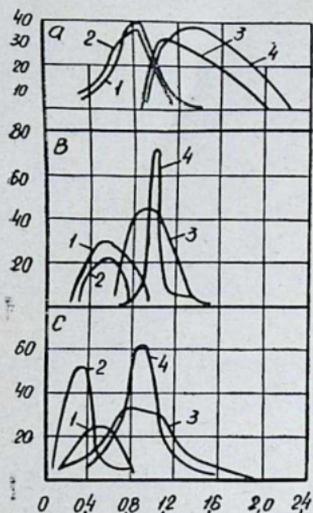


Рис. 1.

Каждая частица пинцетом укладывалась под микроскоп марки «Мир-12». Точность измерения 0,01 мм. За длину a и ширину b принимались больший и меньший размеры по плоскости спайности, за высоту c — размер, перпендикулярный последней. Частицы пустой породы измерялись по трем размерам. Форма каждой исследуемой частицы зарисовывалась. Масса частиц обеих фракций определялась для выборки в 100 штук, кроме частиц пустой породы фракции 0,63—1,2 мм, объем которой состоял из 100 штук. Каждая частица этой фракции взвешивалась отдельно. Частица вермикулита и пустой породы фракции 0,315—0,65 мм взвешивались партиями по 10 штук на аналитических весах марки w-31 с точностью до 10^{-4} г.

Диэлектрическая проницаемость ϵ измерялась на частоте 1000 Гц при помощи стандартного моста «Р-525» и измерительной ячейки, представляющей собой плоский конденсатор. По данному методу диэлектрическая проницаемость материала определяется как отношение расстояний между пластинами конденсатора, заполненного материалом и без него, и при постоянной емкости [3].

Для измерения напряженности отрыва использовалась установка, состоящая из двух электродов: верхнего размером 250×300 мм, который подключался к отрицательному полюсу высоковольтного аппарата «АКИ-50» и заземленного нижнего размером 300×300 мм. Вермикулит или пустая порода определенных фракций насыпались равномерным тонким слоем на нижний электрод. По величине разности потенциалов, соответ-

ствующей началу подъема частиц вермикулита или пустой породы, определялась напряженность отрыва.

Все исследования проводились на сухом материале в отопляемом помещении при температуре воздуха $+20^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха 65%.

Обработка данных исследований проводилась на ЭВМ «Напри-2». Для каждой серии опыта определялись статистические показатели: математическое ожидание признака X , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V , асимметрия S , эксцесс Θ , коэффициенты корреляции, дифференциальная функция распределения и точность опыта (табл. 1—3).

Анализ результатов показывает, что малые значения эксцесса и асимметрии по всем признакам как для вермикулита,

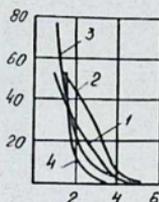


Рис. 2.

так и для пустой породы, кроме признака g (пластинчатость) (табл. 1), позволяют предположить о возможности аппроксимации опытных кривых функцией нормального распределения. Следует отметить большую изменчивость признака g , у которого коэффициент вариации достигает 85%.

Положительный эксцесс для вермикулита и пустой породы свидетельствует о плотной группировке значений по данному признаку возле его математического ожидания, а отрицательный о большем рассеянии [4].

Кривые распределения частиц по признакам a , b , c и g (рис. 1, 2) практически полностью перекрываются в то время как дифференциальные функции распределения по массе перекрытия не имеют (табл. 2). Линейная связь изучаемых признаков между собой слабая, за исключением сильной отрицательной корреляции для вермикулита между высотой и пластинчатостью (табл. 3). По плоскости спайности частицы вспученного вермикулита близки по форме к неправильным многоугольникам различных размеров с различными высотами, и они могут быть аппроксимированы цилиндром, а частицы пустой породы — кубом. Диэлектрическая проницаемость вспученного вермикулита лежит в пределах 4—5,2; а для пустой породы 3,1—3,3. Полученные данные позволяют рассчитать пондеромоторную силу. Расчеты показывают, что она в 1,4 раза больше для частиц вермикулита, чем для пустой породы.

Таблица 2

Статистические показатели массы частицы вспученного вермикулита (числитель) и пустой породы (знаменатель)

Фракции, м.м	Статистические показатели							
	$\bar{X} \cdot 10^{-4}$	σ	V	S	Э	P	min · 10 ⁻⁴	max · 10 ⁻⁴
0,315—0,63	$\frac{0,3900}{4,0059}$	$\frac{1,0049}{0,9873}$	$\frac{25,76}{24,64}$	$\frac{0,2009}{0,0610}$	$\frac{-0,5679}{0,0304}$	$\frac{2,5700}{2,4600}$	$\frac{0,20000}{1,2999}$	$\frac{0,6000}{6,5000}$
0,63—1,2	$\frac{1,2220}{19,1200}$	$\frac{0,3570}{0,6722}$	$\frac{23,92}{35,15}$	$\frac{1,3034}{1,0334}$	$\frac{2,8836}{2,3391}$	$\frac{2,9200}{3,5100}$	$\frac{0,5999}{7,9990}$	$\frac{2,5999}{47,9990}$

Таблица 3

Коэффициенты корреляции параметров частиц вспученного вермикулита (числитель) и пустой породы (знаменатель)

Фракционный состав	Коэффициенты корреляции										
	r (ab)	r (ac)	r (ag)	r (am)	r (bc)	r (bg)	r (bm)	r (cg)	r (cm)	r (gm)	
0,315—0,63 м.м	$\frac{0,4998}{0,6622}$	$\frac{0,1647}{0,5249}$	$\frac{0,1626}{0,1675}$	$\frac{0,0013}{-0,1897}$	$\frac{0,1176}{0,3947}$	$\frac{0,2357}{0,2371}$	$\frac{0,0569}{-0,2640}$	$\frac{-0,7496}{-0,5483}$	$\frac{-0,0403}{-0,2084}$	$\frac{-0,0279}{0,0124}$	
0,63—1,2 м.м	$\frac{0,5061}{0,2599}$	$\frac{0,0663}{0,0671}$	$\frac{0,1190}{0,3998}$	$\frac{-0,2617}{0,01715}$	$\frac{0,0264}{0,0923}$	$\frac{0,2357}{0,2126}$	$\frac{-0,3216}{0,1558}$	$\frac{-0,6681}{-0,7912}$	$\frac{0,0193}{0,1506}$	$\frac{-0,1692}{-0,0680}$	

Экспериментальными исследованиями установлено, что напряженность отрыва для частиц вспученного вермикулита фракции 0,315—0,63 мм лежит в пределах 1,0—1,2 кВ/см, а для частиц пустой породы — 3,5—4 кВ/см. При работе с неразделенным материалом наблюдается сильное витание пылевидной пустой породы и вспученного вермикулита, что усложняет процесс разделения.

ВЫВОДЫ

1. Разделение вспученного вермикулита и пустой породы по какому-либо из размеров а, в, с, g на ситах с другими типами ячеек нецелесообразно.

2. Большие различия значений по массе частиц вспученного вермикулита и пустой породы говорят о возможности применения для разделений данной смеси аппаратов с использованием центробежных сил, например, барабанных сепараторов.

3. Полученные данные по диэлектрической проницаемости и пондеромоторной силе свидетельствуют о возможности использования для разделения вспученного вермикулита от пустой породы диэлектрической сепарации.

4. Значительные различия значений по напряженности отрыва и массе частиц вспученного вермикулита и пустой породы позволяют высказать предположение об эффективности разделения указанной смеси на электростатических сепараторах с наложением различных механических воздействий, способствующих расслоению материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы совещания по проблемам вермикулита. АН СССР, г. Апатиты, 1962.
2. Производство вспученного вермикулита и изделий на его основе. Сборник статей под ред. Ахтямова и Г. В. Геммерлинга. Челябинск, 1974.
3. Зеглер Я. И., Брежнева А. П. Об электрических свойствах абразивных материалов. Труды ВНИИАШ, вып. 1, 1968.
4. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., «Наука», 1969.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ В КАМЕРНЫЙ ЭЛЕКТРОСЕПАРАТОР

Из теоретических работ [1] известно, что в электрокоронном камерном сепараторе качество разделения сыпучих материалов, содержащих компоненты удлиненной формы, улучшается, если они поступают в сортированном положении.

Для осуществления этой операции нами разработано специальное устройство [2], в основу работы которого положено

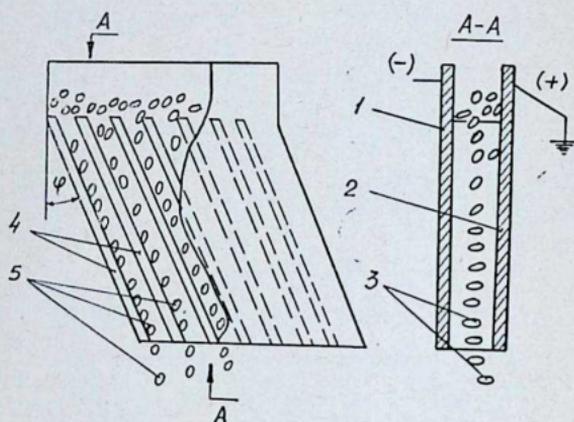


Рис. 1. Принципиальная схема устройства:

1 — потенциальный электрод; 2 — заземленный электрод;
3—5 — сортированные зерна; 4 — скатные плоскости

действие электростатического момента M_z , стремящегося развернуть удлиненную частицу большей осью вдоль поля, и момента заряда частицы M_d со смещенным центром тяжести, который стабилизирует это положение. Устройство ориентации (рис. 1) состоит из потенциального 1 и заземленного 2 электродов, представляющих собой металлические пластины, расположенные параллельно друг другу. Между ними устанавливаются скатные плоскости 4, которые в верхней части шарнирно крепятся к электродам, а в нижней связаны между собой рейкой. При ее перемещении скатные плоскости изменяют угол наклона относительно вертикали, оставаясь параллельными друг другу.

При подаче предварительно заряженных частиц они поступают в верхнюю часть межэлектродного промежутка, а дальнейшее перемещение вниз происходит по скатым плоскостям. Под действием электростатического момента $M_э$ и момента заряда $M_д$ частицы разворачиваются большей осью вдоль поля. При достаточной длине скатных плоскостей и напряженности электрического поля ориентация частиц закончится к моменту их выхода из устройства.

С целью проверки эффективности работы предложенного устройства ориентации и определения его режимов проводи-

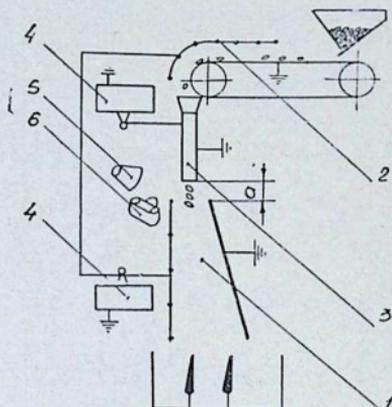


Рис. 2. Схема лабораторной установки:

1 — технологическая секция; камерного сепаратора; 2 — подзарядное устройство; 3 — устройство ориентации; 4 — высоковольтный источник; 5 — осветитель; 6 — фотоаппарат

лись исследования в зависимости от напряжения на потенциальном электроде и угла наклона скатных плоскостей.

Исследование работы устройства ориентации проводилось на установке (рис. 2), представляющей собой технологическую секцию 1 камерного сепаратора, подающий механизм которого заменен транспортерным устройством 2, выполняющим его функции, а наличие над ним коронирующих проводников позволяет проводить предварительную зарядку частиц. С транспортерной ленты зерно поступает в устройство ориентации 3, а затем в зону «а». При помощи фотоаппарата 6 производится фотографирование зернового потока, освещенного светильником 5. Напряжение на устройство и коронирующие проводники подается от источников 4.

Для оценки качества работы устройства введен показатель, определяющий степень сориентированных частиц потока. Он

представляет собой отношение среднего арифметического суммы углов ориентации, выраженной в радианах, в момент времени выхода зерен из устройства к $\frac{\pi}{2}$ и назван нами коэффициентом ориентации Π_0

$$\Pi_0 = \frac{2 \sum_1^n \alpha_t}{n\pi}, \quad (1)$$

где α_t — угол ориентации зерна в момент регистрации;
 n — число зарегистрированных зерен.

Если все частицы в зоне выхода их из устройства ориентации имеют положение, когда большая ось направлена вдоль по-

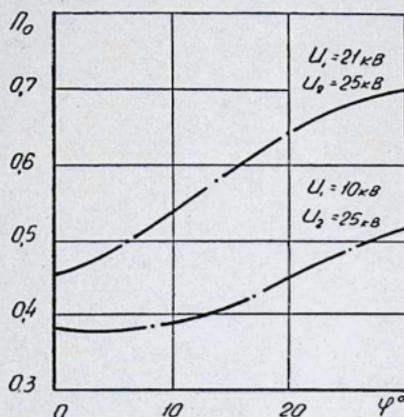


Рис. 3.

ля, то коэффициент ориентации равен единице. Подсчет коэффициента ориентации производится на основании данных фотографической регистрации положения частиц зернового потока в установившемся режиме работы установки.

Исследования проводились на устройстве ориентации с длинной скатных плоскостей 40 см, шириной 2 см, изготовленных из винилпласта. Конструкция устройства позволяла изменять угол наклона плоскостей φ от нуля до 30° .

Порядок выполнения работ принят был следующий:

1. Устанавливается исследуемый режим и производится пуск установки в работу.

2. Включаются осветители. По истечении пяти секунд производится фотографирование. Фотоаппарат «Зенит С»; пленка чувствительностью 250 единиц. Время экспозиции 0,002 с. По вторности опыта пятикратная.

3. Обработка фотопленки производится по стандартному фотографическому процессу.

4. Полученные данные обрабатываются путем проектирования кадров пленки на экран (ЛЭТИ-60) и инструментального измерения углов ориентации с точностью $\pm 2\%$.

Полученные данные служат материалом для подсчета показателя ориентации по формуле (1).

На рис. 3 представлены зависимости $\Pi_0 = f(\varphi)$ при минимальном напряжении, которое влияет на показатель ориентации и максимальном допустимом для устройства данного исполнения. А на рис. 4 — зависимость $\Pi_0 = f(U_1)$, для двух положений скатных плоскостей. Напряжение предварительной

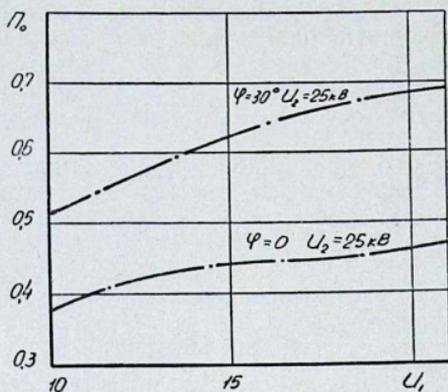


Рис. 4.

зарядки во всех опытах равно 25 кВ. U — напряжение на потенциальном электроде устройства ориентации.

Анализ этих кривых показывает, что при прочих равных условиях, коэффициент ориентации возрастает с увеличением угла отклонения скатных плоскостей и напряжения на потенциальном электроде устройства ориентации. Коэффициент ориентации возрастает от 0,38 до 0,68.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет в значительной степени сориентировать частицы зерновой смеси.

ЛИТЕРАТУРА

- Изаков Ф. Я. Теория и вопросы оптимизации процессов обработки семян в электрическом поле коронного разряда. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. техн. наук, Челябинск, 1971.
- Арнольд А. Э., Басов А. М., Каменир Э. А. Устройство для ориентации семян перед их подачей в электросеめочистительные машины. Авторское свидетельство № 417172. Бюллетень изобретений, 1974, № 8.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЫЛИ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Для расчета, проектирования и выбора обеспыливающих аппаратов электронно-ионной технологии (электрофильтров и аэроионизаторов) требуется знать электрические свойства улавливаемой пыли: относительную диэлектрическую проницаемость (д. п.) и удельное объемное электрическое сопротивление (у. э. с.).

Диэлектрическая проницаемость определялась по емкости измерительного конденсатора, заполненного пылью [1]. Поскольку пыль представляет собой двухкомпонентную смесь (материал-воздух), то в результате измерения получается д. п. смеси. Чтобы определить д. п. материала, необходимо воспользоваться формулой, связывающей д. п. смеси двух диэлектриков с д. п. компонентов смеси.

Для расчета д. п. смесей предложено большое число формул [2—4] общего вида

$$\epsilon_{12} = F(\epsilon_1, \epsilon_2, x_1), \quad (1)$$

где ϵ_{12} , ϵ_1 и ϵ_2 — д. п. соответственно смеси, первого и второго компонентов;

x_1 — объемное содержание первого компонента.

$$x_1 = \frac{v_1}{v} = \frac{m_1}{\rho_1 v}, \quad (2)$$

где v_1 — объем, занимаемый первым компонентом;

v — объем измерительного конденсатора;

m_1 — масса первого компонента;

ρ_1 — плотность первого компонента.

Поскольку все эти формулы основаны на различных теоретических предположениях и носят приближенный характер, то при расчетах д. п. материала по различным формулам получаются, как правило, различные результаты [3, 5]. Возникает задача выбора наиболее точного из этих результатов, или, что то же самое, выбора наиболее подходящей для данного случая формулы. Эта задача, насколько нам известно, не имеет удовлетворительного решения.

Предлагаемая нами методика определения д. п. пыли сводится к следующему. Д. п. смеси пылевидного материала с ка-

кой-либо средой (в частности, с воздухом) измеряется дважды. Первое измерение проводится при значении объемного содержания материала в смеси X'_1 и дает результат ϵ'_{12} . Второе измерение проводят при $X''_1 \neq X'_1$ и получают результат ϵ''_{12} . Величины x'_1 и ϵ'_{12} подставляют в каждую из N отобранных формул вида (1), вычисляют оценки д. п. материала $(\epsilon_1)_1, (\epsilon_1)_2, \dots, (\epsilon_1)_1, \dots, (\epsilon_1)_N$. Затем по каждой из N формул, подставляя в нее x_1 и соответствующее значение $(\epsilon_1)_1$, находят оценку д. п. смеси при втором измерении $(\epsilon''_{12})_1, (\epsilon''_{12})_2, \dots, (\epsilon''_{12})_1, \dots, (\epsilon''_{12})_N$. Полученные пары значений $(\epsilon_1)_1$ и $(\epsilon''_{12})_1, (\epsilon_1)_2$ и $(\epsilon''_{12})_2, \dots, (\epsilon_1)_1$ и $(\epsilon''_{12})_1, \dots, (\epsilon_1)_N$ и $(\epsilon''_{12})_N$ рассматривают как координаты точек на координатной плоскости ϵ''_{12} о ϵ_1 . По этим точкам строят график зависимости $\epsilon''_{12} = f(\epsilon_1)$, по которому находят истинное значение д. п. материала ϵ_1 , соответствующее экспериментальному значению д. п. смеси при втором измерении ϵ''_{12} (рис. 1).

Д. п. смеси пыли с воздухом измерялась методом замещения, основанным на использовании датчика с микрометрической системой электродов [3]. Объемное содержание пыли в ее смеси с воздухом изменялось путем уплотнения пыли при опускании верхнего электрода датчика с помощью микрометрического винта.

Емкость измерительного конденсатора измерялась на переменном токе универсальным мостом УМ-3, который питался от звукового генератора ГЗ-18 при нескольких значениях частоты питающего напряжения: от 1000 до 50 Гц. Строилась графическая зависимость д. п. смеси ϵ_{12} от частоты f , затем эта зависимость экстраполировалась до частоты $f = 0$ и определялось статическое значение д. п. смеси. Поэтому приведенные в настоящей работе значения д. п. пыли из птичника соответствуют частоте $f = 0$. Д. п. пыли определялась при разных значениях ее влажности. Влажность пыли w определялась как отношение массы влаги M , содержащейся в пыли, к массе влажной пыли M_1 [6];

$$w = \frac{M}{M_1} = \frac{M_1 - M_0}{M_1}, \quad (3)$$

где M_0 — масса сухой пыли.

Увлажнение пыли проводилось в эксикаторе с водой. Влажность измерялась методом высушивания образцов в сушильном шкафу до постоянного веса. Образцы взвешивались на аналитических весах ВЛА-200М.

Для того, чтобы полученную зависимость д. п. от влажности пыли можно было бы «привязать» к влажности воздуха, были сняты так называемые изотермы сорбции и десорбции [6], т. е. зависимости равновесной влажности пыли от относительной

влажности воздуха соответственно при поглощении и испарении влаги (при равенстве температур пыли и воздуха). Изотермы сорбции и десорбции снимались в гигростате ПО-18 при температуре 20° С.

Плотность пыли, которую необходимо знать для определения объемного содержания ее в смеси, измерялась методом вытеснения воздуха [7].

Удельное электрическое сопротивление (у.э.с.) пыли определялось по сопротивлению столбика пыли цилиндрической формы, спрессованного между двумя металлическими электро-

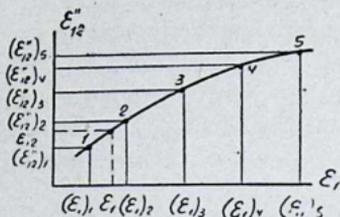


Рис. 1. К методике определения диэлектрической проницаемости пыли

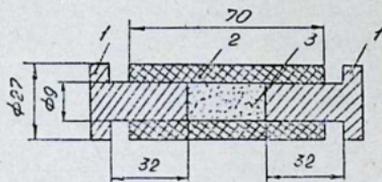


Рис. 2. Датчик для измерения удельного электрического сопротивления пыли:

1 — металлические электроды; 2 — фторопластовая трубка; 3 — исследуемая пыль

дами в трубке из непроводящего материала (фторопласта — 4) [3, 8, 9]. У. э.с. вычисляется при этом по элементарной формуле

$$\rho = R \frac{S}{h}, \quad (4)$$

где R , S и h — соответственно сопротивление, площадь поперечного сечения и длина столбика.

Нами для измерения у. э.с. применялся датчик, изготовленный в ЧИМЭСХ Мурманцевым Ф. М. (рис. 2).

Сопротивление столбика пыли измерялось тераомметром Е6-3.

Чтобы исключить шунтирующее действие собственного сопротивления датчика $R_d = 60$ ТОм при измерении больших сопротивлений, истинное значение сопротивления столбика пыли находилось по формуле

$$R = \frac{R_1 R_q}{R_q - R_1}, \quad (5)$$

где R_1 — сопротивление датчика с пылью.

Предварительно была снята зависимость у. э.с. от давления на столбик пыли, в результате чего было установлено, что при повышении давления сверх $49,1 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ у. э.с. практически пе-

рестает уменьшаться Эта величина давления и была принята в основной серии измерений, в которой снималась зависимость у. э. с. пыли от ее влажности. Методика увлажнения и измерения влажности пыли аналогична той, которая применялась при исследовании д. п. пыли.

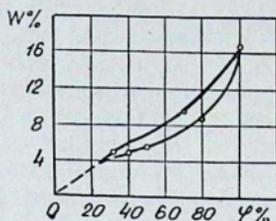


Рис. 3. Изотермы ($t = 20^{\circ}\text{C}$) сорбции и десорбции пыли из птичника для кур-несушек

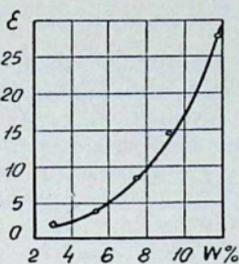


Рис. 4. Зависимость диэлектрической проницаемости пыли из птичника для кур-несушек от влажности

Исследовалась д. п. пыли из птичника для клеточного содержания кур-несушек Магнитогорской птицефабрики. Из рис. 3 видно, что в диапазоне значений относительной влажно-

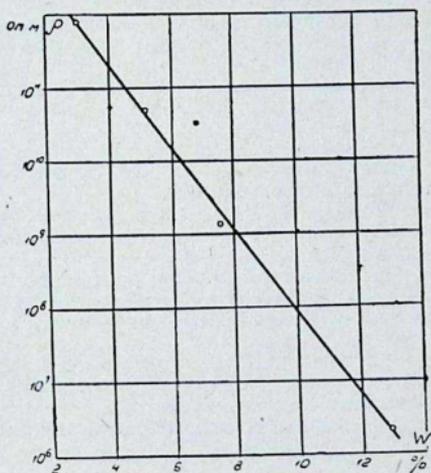


Рис. 5. Зависимость удельного сопротивления пыли из птичника от влажности:

○ — пыль из птичника для кур-несушек Магнитогорской птицефабрики;
 + — то же Боровской птицефабрики;
 ● — пыль из бройлерника Аргаяшской птицефабрики

сти воздуха 50—90%, соответствующем реальному микроклимату в птичниках, влажность пыли изменяется в пределах 5—12%. При оптимальной влажности воздуха в птичнике 60—70% [10] влажность пыли равна 6—9%. Максимальная гигроскопическая влажность пыли (т. е. влажность, соответствующая $\varphi = 100\%$) равна 16,4%.

Как и у всех гигроскопических диэлектриков (имеются в виду диэлектрики, д. п. которых меньше д. п. воды), д. п. пыли из птичника заметно возрастает при увлажнении (рис. 4): при увеличении w с 5% до 12% д. п. возрастает с 3 до 29. При влажности пыли, соответствующей оптимальной влажности воздуха 60—70%, т. е. при $w = 6 \div 9\%$, д. п. изменяется в пределах $5 \div 14$.

Расчеты по предложенной нами методике определения д. п. пыли показали, что в данном случае наиболее подходящими являются линейная формула [2] и формула Ботчера [4].

Исследовалось у. э. с. пыли из птичников для клеточного содержания кур-несушек Магнитогорской и Боровской птицефабрик и из бройлерника Аргаяшской птицефабрики.

Как видно из рис. 5, у. э. с. пыли значительно снижается при повышении влажности: при увеличении w с 5 до 12% у. э. с. уменьшается с 10^{10} до 10^6 Ом · м. При влажности пыли, соответствующей оптимальной влажности воздуха 60—70%, т. е. при $w = 6 \div 9\%$, у. э. с. изменяется в пределах 10^{10} — 10^8 Ом · м.

По величине у. э. с. и д. п. пыли из птичника можно сделать вывод, что при нормальной влажности воздуха она является диэлектриком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бачковский М. В. и др. Выбор методов определения диэлектрической проницаемости различных материалов.— В сб.: Теория и практика электрических и магнитных методов сепарации полезных ископаемых. М., «Наука», 1968.
2. Тареев Б. М. Физика диэлектрических материалов. М., «Энергия», 1973.
3. Зетлер Я. И., Брежнева А. П. Об электрических свойствах абразивных материалов. Труды УралВНИИАШ, вып. 1, 1968.
4. Кобранова В. Н. Физические свойства горных пород. М., Гостоптехиздат, 1962.
5. Алексеев А. Д. и др. К вопросу об измерении диэлектрической проницаемости минералов.— В сб.: Электрические методы обработки редкометалльного сырья. М., 1972.
6. Берлинер М. А. Измерения влажности. М., «Энергия», 1973.
7. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. Л., «Химия», 1974.
8. Бачковский М. В. и др. Электрическая проводимость материалов и определение удельного электрического сопротивления.— В сб.: Теория и практика электрических и магнитных методов сепарации полезных ископаемых. М., «Наука», 1968.
9. Новикова В. А., Олофинский Н. Ф. Влияние термической обработки порошков некоторых минералов на их электрические свойства.— В сб.: Сильные электрические поля в технологических процессах. Вып. 2. М., «Энергия», 1971.
10. Нормы технологического проектирования птицеводческих хозяйств. НТП СХ 4—72. М., 1973.

АЭРОЗОЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ИОНОВ*

Из двух применяемых в настоящее время методов получения заряженных частиц (коронного и электростатического) последний более удобен для использования в ЭГД-генераторах и распылителях вследствие малых размеров источника, меньших напряжений и отсутствия эрозии электродов [1, 2]. Перенос ионов одной полярности и малая подвижность частиц приводят к ограничению плотности тока пространственным зарядом, образующимся между электродами.

Рассмотрим условия получения максимального тока в аэрозольном источнике, схема которого показана на рис. 1. Поток

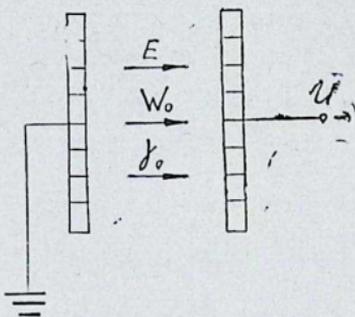


Рис. 1.

газа, содержащего твердые частицы диаметром примерно 1 микрон, проходит между электродами, один из которых заземлен, а к другому подведено напряжение в несколько киловольт. Взвешенные частицы заряжаются у поверхности первого электрода под действием поля E_0 и переносятся через отверстия второго электрода в камеру ЭГД-генератора или распылителя.

В качестве исходных примем следующие уравнения:

$$\operatorname{div} E = \frac{\rho}{\epsilon_0}; \quad \frac{dE}{dx} = \frac{\rho}{\epsilon_0}; \quad \operatorname{div} j = 0; \quad j = \rho w = qn_0 w_0, \quad (1)$$

где ρ — объемная плотность зарядов;

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная;

* Работа выполнена под руководством Изакова Ф. Я.

p_0 — начальная концентрация частиц;
 q — заряд частицы;
 w_0 — скорость потока газа;
 j — плотность тока ионов.
 Уравнение движения частиц

$$-m \frac{dw}{dt} - \alpha (w - w_0) + qE_0 = 0, \quad (2)$$

где $\alpha = \frac{3\pi d\mu}{n}$; $w - w_0$ — скорость дрейфа частицы в поле \bar{E} относительно нейтральной массы газа;

m, d — масса и диаметр частицы;
 μ — динамический коэффициент вязкости газа.

Начальные условия $x_0 = 0$; $t_0 = 0$; $w = w_0$; $E = E_0$.
 Из уравнения (1) имеем

$$\frac{dE}{dx} = \frac{j}{\epsilon_0 w}; \quad w = \frac{dx}{dt}.$$

Следовательно,

$$\int_{E_0}^E dE = \frac{j_0}{\epsilon_0} \int_0^t dt; \quad E = E_0 + \frac{j}{\epsilon_0} t; \quad t = \frac{\epsilon_0}{j} (E - E_0). \quad (3)$$

Из выражений (2) и (3) получим уравнение

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\alpha}{m} \frac{dx}{dt} = \frac{\alpha}{m} w_0 + \frac{q}{m} E_0 + \frac{q}{m} \frac{j}{\epsilon_0} t. \quad (4)$$

Решение имеет вид

$$\begin{aligned}
 x = & \frac{1}{2} \frac{q}{\alpha} \cdot \frac{j}{\epsilon_0} t + \left(w_0 + \frac{q}{\alpha} E_0 - \frac{qm}{\alpha^2} \cdot \frac{j}{\epsilon_0} \right) t + \\
 & + \frac{qm^2}{\alpha^3} \cdot \frac{j}{\epsilon_0} \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{m} t} \right) - \frac{qm}{\alpha^2} E_0 \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{m} t} \right).
 \end{aligned}$$

С учетом малости членов, содержащих массу и $\frac{q}{\alpha} E_0$, приближенно имеем

$$x = w_0 t + \frac{1}{2} \frac{q}{\alpha} \cdot \frac{j}{\epsilon_0} t^2; \quad w = w_0 + \frac{q}{\alpha} \cdot \frac{j}{\epsilon_0} t. \quad (5)$$

Подставим равенство (3) и решим относительно напряженности электрического поля:

$$E = E_0 + \frac{\alpha}{q} w_0 \left(\sqrt{1 + \frac{2qj}{w_0^2 \alpha \epsilon_0} x} - 1 \right). \quad (6)$$

Напряжение между электродами:

$$U = \varphi_0 - \varphi_a = \int_0^a E dx \quad \text{при} \quad (\varphi_0 = 0);$$

$$U = E_0 \cdot a - \frac{\alpha}{q} w_0 a + \frac{w_0^3}{3} \left(\frac{\alpha}{q}\right)^2 \frac{\epsilon_0}{j} \left[\left(1 + \frac{2}{w_0^2} \frac{q}{\alpha} \frac{j}{\epsilon_0} a\right)^{3/2} - 1 \right] \cong \\ \cong E_0 a + \frac{a^2}{2} \cdot \frac{j}{w_0 \epsilon_0} - \frac{a^3}{6 w_0^3} \cdot \frac{q}{\alpha} \cdot \frac{j^2}{\epsilon_0^2} + \dots \quad (7)$$

Поле у первого электрода:

$$E = \frac{U}{a} - \frac{w_0^3}{3a} \left(\frac{\alpha}{q}\right)^2 \frac{\epsilon_0}{j} \left\{ \left[\left(1 + \frac{2}{w_0^2} \cdot \frac{q}{\alpha} \cdot \frac{j}{\epsilon_0} a\right)^{3/2} - 1 \right] + \frac{\alpha}{q} w_0 \right\} \quad (8)$$

Но вместе с тем $E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, где σ — плотность заряда на поверхности.

При условном расположении частиц у электрода в один слой:

$$\sigma = q \cdot \frac{1}{d^2},$$

откуда получаем заряд одной частицы

$$q = \epsilon_0 E_0 d^2, \quad (9)$$

а также величину плотности тока

$$j = q n_0 w_0 = \epsilon_0 E_0 d^2 n_0 w_0. \quad (10)$$

Для частиц с $d = 10^{-5} \div 10^{-7}$ после подстановки E_0 из уравнения (11) в равенство (7) имеем

$$U = \frac{aj}{\epsilon_0 w_0} \left(\frac{d}{\beta} + \frac{a}{2} \right), \quad (11)$$

где $\beta = \frac{n_0}{n_{\text{ом}}} < 1$; (обычно $\beta = 10^3 = 10^5$)

$n_{\text{ом}} = \frac{1}{d^3}$ — максимальная концентрация частиц.

Плотность тока

$$j = \frac{U \epsilon_0 w_0}{a \left(\frac{d}{\beta} + \frac{a}{2} \right)}. \quad (12)$$

Определим ток источника при следующих параметрах:

$$U = 20 \text{ кВ}; \quad w_0 = 10 \text{ м/с}; \quad a = 1 \text{ см};$$

$$d = 10^{-6} \text{ м (1 мкм)}; \quad \beta = 10^3;$$

$$j = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-12} \cdot 10}{10^{-2} \left(\frac{10^{-6}}{10^{-3}} + 0,005 \right)} = 0,03 \text{ А/м}^2.$$

Максимальное значение плотности тока при любой величине частиц и $\beta = 1$, как видно из уравнения (13)

$$j_m = \frac{2U \epsilon_0 w_0}{a^2} = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot q \cdot 10^{12} \cdot 10}{10^{-4}} = 0,036 \text{ А/м}^2.$$

Напряженность поля E_0 и заряд q при $d = 10^{-6}$ м

$$E_0 = \frac{U}{d} - \frac{a}{2} \cdot \frac{j}{w_0 \epsilon_0} = \frac{2 \cdot 10^4}{10^{-2}} - \frac{10^{-2}}{2} \cdot \frac{0,03}{10 \cdot q \cdot 10^{-2}} = 3 \cdot 10^5 \text{ В/м};$$

$$q = q \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 10^{-12} = 27 \cdot 10^{-19} \text{ ил.}$$

Начальная концентрация частиц

$$n_0 = \frac{j}{qU_0} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{27 \cdot 10^{-10} \cdot 10} = 10^{15} \text{ 1/м}^3.$$

Расчет показывает, что предельная плотность тока, получаемого электростатическим источником, очевидно, может удовлетворять практическим требованиям, поскольку при напряжении около 20 кВ составляет 3÷4 мА на каждые 10 дм² поверхности электродов.

В заключение следует отметить, что система эффективно работает только на твердых частицах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. А. Электрические высокие и сверхвысокие напряжения. Госэнергоиздат, 1955.
2. Изаков Ф. Я., Борок А. М. ЭГД — генератор для сельскохозяйственных установок электронно-ионной технологии. Труды ЧИМЭСХ, вып. 75, Челябинск, 1974.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАСТЕНИЙ*

Растущие запросы сельского хозяйства страны требуют, чтобы машины для химической защиты растений отличались высокой производительностью, были легки и удобны в обращении и усовершенствованы в направлении снижения затрат труда и улучшения качества работ.

Существующая технология нанесения ядохимикатов на растения обладает рядом существенных недостатков, главные из которых:

а) низкое качество обработки (плохо или совсем не обрабатываются нижние поверхности листьев и листья, расположенные в глубине кроны), пестицид неравномерно распределяется по отдельным частям растения;

б) большой расход пестицида при малой экономической эффективности: лишь 20—30% распыленного пестицида достигает обрабатываемых растений [2].

Одним из путей существенного улучшения качества обработки растений и сокращения расхода пестицидов является применение электростатически заряженных аэрозолей жидких химикатов.

Лабораторно-полевые испытания [2] показали высокую эффективность нового метода обработки: в 2—3 раза сократился расход ядохимикатов и существенно улучшилось качество обработки.

Исследовались коронные игольчатые зарядные устройства [1], которые показали существенный эффект при очень высоких напряжениях на обработке картофеля. Густота покрытия верхних и нижних сторон листьев соответственно возросли при напряжении зарядного устройства в 30 кВ в 1,2 и 1,15 раза, а при 100 кВ — в 3,4 и 10,6 раза. Обработка [2] пневмоакустическим распылителем листьев картофеля и вишни в зависимости от различных факторов дала эффект увеличения густоты покрытия листьев в пределах 1,2÷17,2 раза. В полевых испытаниях [3] использован пневматический распылитель с индукционной зарядкой распыла и отмечена возможность увеличения счетной концентрации капель радиуса 5—10 мкм осевших на верхней стороне листа верхнего яруса, в 5—6 раз, при счетной

* Работа выполнялась под руководством Исакова Ф. Я.

концентрации этих капель на нижней стороне листа, лишь вдвое меньшей, чем на верхней.

Одним из главных требований к технике электроаэрозольной обработки растений должны быть надежность работы и безопасность при ее обслуживании в производственных условиях. При напряжении 80—100 кВ возрастает опасность поражения и снижается надежность изоляции. Вместе с тем известно, что уже при наложении электростатического поля напряжением 5—20 кВ можно получить интенсивную зарядку частиц распыляемой жидкости.

Следующим весьма важным требованием является монодисперсность частиц и возможность регулирования их размеров; выполнение его — гарантия улучшения качества обработки и уменьшения потерь химиката. Этому требованию хорошо отвечают дисковые и барабанные распылители. В электроаэрозольном генераторе, где распыливающий диск заземлен, транспортировка частиц к растениям производится под действием воздушного потока, имеющего скорость 50—100 м/с [2], а индукционные электрические силы появляются лишь на заключительном этапе траектории движения. Электроаэрозольный генератор, примененный в данных экспериментальных исследованиях позволяет за счет использования транспортирующего действия электрического поля на заряженные частицы получить более высокую эффективность осаждения, особенно на нижнюю сторону листьев растений. Для проверки эффективности этих двух способов поставлен сравнительный опыт. Параметры распылителя: напряженность поля зарядки 3,6 кВ/см; расход жидкости 80 мл/мин; скорость потока воздуха 10 м/с.

Густота покрытия при использовании электроаэрозольного генератора, где применяется транспортирующее действие электрического поля, получена в 2,2 раза больше по сравнению с генератором, в котором диск заземлен.

В исследованиях [2, 3] доказано, что хорошим имитатором сельскохозяйственных растений при их электроопрыскивании может быть система проводящих тел. В лабораторных и полевых опытах успешно использованы металлические пластины, фольги и проводящие стекла.

Особенно удобным для микроскопирования является предметное стекло с токопроводящим покрытием [2], которое по известной технологии изготовлено нами в лаборатории. Суть эксперимента заключается в следующем. На металлическом штыре закрепились предметные стекла с токопроводящими слоями в три яруса на расстоянии 12 см по высоте. Проводящие поверхности стекол заземлялись. Такая модель, имитирующая куст с листьями, обрабатывалась аэрозолем с различной степенью зарядки: ставились контрольные опыты по обработке аэрозолем без электрической зарядки.

Рабочей жидкостью служила водно-глицериновая смесь с

добавкой красителя нигрозина. Воздушный поток, предназначенный для транспортировки аэрозоля и сохранения качества изоляции, имел скорость 10 м/с, расход жидкости 150 мл/мин частоту вращения распыливающего диска, 8000 об/мин. Температура воздуха при проведении опыта +24° С, сила ветра 1 м/с. При этих условиях и экспозиции обработки в 1 с получено, что при обработке верхней стороны образца без зарядки аэрозоля густота покрытия имела значение по отдельным ярусам 4000 ÷ ÷ 6000 шт/см². При зарядке, в зависимости от напряженности

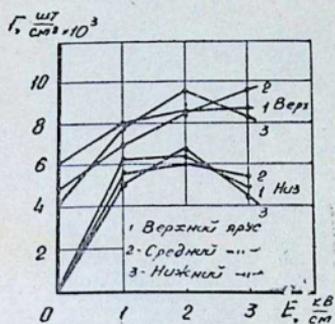


Рис. 1. Изменение густоты покрытия образцов, имитирующих листья, в зависимости от напряженности электрического поля

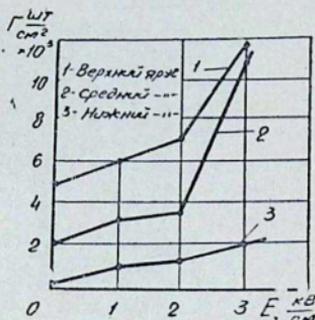


Рис. 2. Влияние напряженности электрического поля на изменение густоты покрытия, нижней стороны образца, помещенных в крону растения

поля, наблюдается уменьшение размеров частиц и увеличение густоты покрытия от 6000 до 10 000 шт/см².

Наибольший эффект наблюдается при обработке нижней стороны листьев заряженными аэрозолями, что весьма важно, так как различные вредители — насекомые чаще всего гнездятся на нижней поверхности листьев. Нижняя сторона образца при обработке аэрозолем без зарядки имеет значение по густоте 100—200 шт/см², а при зарядке достигает 3000—6500 шт/см² по отдельным ярусам в зависимости от напряженности (рис. 1).

Исследовано осаждение на нижнюю сторону образцов, помещенных в крону куста. Условия осаждения на образцы специально выбраны по возможности трудными. Был выбран густой куст смородины, и образцы помещались в самую глубь кроны в трех различных положениях по высоте: внизу, в середине и ближе к вершине. Изучали при этом осаждение на нижнюю сторону листьев. Параметры распылителя имели значения такие же, как в предыдущих опытах. Температура воздуха на разной высоте была одинаковой и равнялась 18° С, ветер переменных направлений и силы 3—4 м/с.

При обработке незаряженными аэрозолями густота осажде-

ния на верхнем, среднем и нижнем ярусах соответственно равнялась 500, 200, 35 шт/см². При зарядке соответственно — 1300, 1200, 300 шт/см² (рис. 2).

Микрофотографирование образцов велось непосредственно на поле сразу же после сеанса обработки. Подсчет и обработка результатов опыта проведены согласно существующей методике. Замечен некоторый конструктивный недостаток установки,

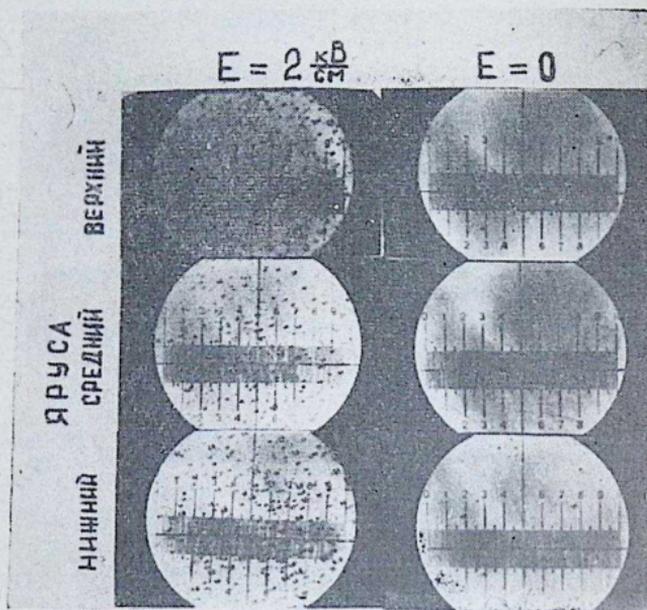


Рис. 3. Микрофотографии нижних поверхностей образцов по ярусам после обработки заряженными аэрозолями ($E = 2 \text{ кВ/см}$) и аэрозолями без зарядки. Цена окулярной линейки 20 мкм

закрывающийся в попадании распыленной жидкости на изоляционную насадку. С целью проверки работы электростатического генератора на обработке растений заряженными аэрозолями проведены в 1974 г. полевые испытания на участке смородины отделения № 2 Челябинской плодовоощной станции им. Мичурина.

Результаты полевых испытаний электростатического распылителя показывают возможность существенного улучшения качества обработки растений электроразряженными аэрозолями. Наблюдается резкое улучшение обработки, особенно нижней стороны листьев, где густота покрытия увеличивается в 20—30 раз (рис. 3).

Влияние напряженности электрического поля зарядки на

процесс обработки растений с относительно негустой кроной показывает, что за оптимальное значение можно принять $E = 2$ кВ/см. На процесс электроаэрозольной обработки оказывает влияние множество факторов, которые не полностью учтены в полевых экспериментах. Необходимо продолжить исследования с постановкой многофакторного эксперимента по определению оптимальных параметров электростатического распылителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кабаев С.* Исследование основных параметров устройств электростатического осаждения ядохимикатов на растения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Ашхабад, 1968.

2. *Рыбинский Ю. Я.* Исследование электроаэрозольного метода опрыскивания для химической защиты растений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., 1974.

3. *Криштоф К. А.* Создание электрически заряженного аэрозоля и его осаждение в целях защиты сельскохозяйственных растений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., 1974.

ВОПРОСЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СУШКИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Сушка травы является наиболее распространенным способом ее консервирования. Наряду с достоинствами сушка сопровождается нежелательными явлениями — потерями питательных веществ, которые определяются продолжительностью и условиями сушки. Так, по данным А. И. Михина [1], сокращение сушки люцернового сена с 52 до 21 часа снижает потери каротина с 77,9 до 34,5%.

Существенное влияние на продолжительность сушки травы оказывают ее биологические свойства. М. Г. Еврейнов уже в 1928 г. установил, что скорость высыхания неживой травы (увлажненного сена) в среднем на 30% выше скорости сушки свежей травы той же влажности [2]. Для достижения такого эффекта в живой структуре нужно затратить дополнительную энергию. Различие в скорости сушки травы, живой и убитой химическими препаратами, электрическим током, горячей водой, водяным паром, нагретыми газами, пламенем и т. п., подтвердили исследования А. А. Климова, В. Ю. Ланенаса, В. Зимова, Ф. Винеке, П. Филипсена и др. [3, 4, 5, 6].

Таким образом, повышения интенсивности подвяливания и сушки травы можно достичь путем прекращения жизнедеятельности растений до сушки. Для этого может быть использована обработка травы электронскими разрядами. Сущность электрического импульса заключается в том, что время t , в течение которого накапливается энергия импульса $A = P \cdot t$, измеряется секундами или десятными долями секунд. Накопленная энергия отдается объекту в виде импульса $A_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot t_{\Pi}$ в течение нескольких микросекунд t_{Π} . Отсюда $P_{\Pi} t_{\Pi} \approx P \cdot t$ и $P_{\Pi} \approx P \frac{t}{t_{\Pi}}$,

т. е. импульсная мощность P_{Π} , передаваемая исследуемому объекту, в несколько тысяч раз больше средней мощности источника питания P . Из всех видов накопителей энергии для электронской обработки травы по экономическим соображениям целесообразно использовать конденсаторные накопители.

Нами проводились исследования по обработке травы электронскими разрядами высокого напряжения с целью сокращения продолжительности подвяливания и сушки. Наиболее простой и распространенной схемой для получения элек-

трических импульсов высокого напряжения является обычный релаксационный контур, который и использовался нами в исследованиях (рис. 1). Источником питания служил аппарат АИИ-70, в качестве емкости использовалась батарея высоковольтных конденсаторов емкостью 0,1—0,15 мкФ. Жидкостное сопротивление R и формулирующие шаровые разрядники И. П. изготовлены в лаборатории института.

Обработка травы проводилась следующим образом. Свежескошенную траву помещали в специальный контейнер из изоляционного материала с металлическим дном, соединенным с одним из выводов разрядного контура. Второй вывод соединялся с металлическими заостренными электродами типа «стержень», которые расположены под контейнером в виде гребенки. При подаче напряжения через слой травы в контейнере

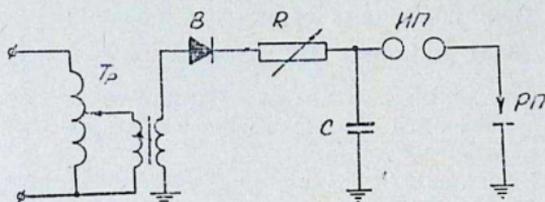


Рис. 1. Схема разрядного контура:

Tr — высоковольтный трансформатор; B — выпрямитель; R — токоограничивающее сопротивление; C — конденсатор; $ИП$ — формирующий искровой промежуток; $РП$ — рабочий искровой промежуток

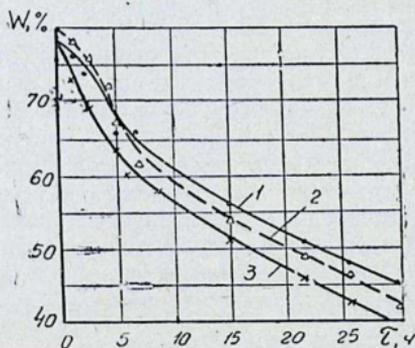


Рис. 2. Интенсивность влагоотдачи клевера в естественных условиях с предварительной электрискровой обработкой:

1 — необработанная трава (контроль); 2 — обработка электрискровыми разрядами поперек стеблей; 3 — обработка электрискровыми разрядами вдоль стеблей; W — влажность травы; τ — продолжительность сушки

происходит поражение растения электроискровым разрядом. Исследования проводились при напряжении 20—25 кВ на клевере красном в фазе начала цветения. Обработывался слой травы вдоль стеблей и поперек.

Установлено, что предварительная обработка травы электроискровыми разрядами высокого напряжения оказывает существенное влияние на продолжительность дальнейшей сушки. По нашим данным продолжительность подвяливания травы до влажности 50% (для приготовления сенажа) с применением электроискровой обработки снижается на 15—35% по сравнению с необработанной травой. Причем обработка растительной массы вдоль стеблей более эффективна (рис. 2).

Для оценки интенсивности подвяливания травы вводится коэффициент относительной средней интенсивности сушки ε_{τ} , который показывает, во сколько раз сокращается продолжительность подвяливания или сушки до конечной влажности обработанной травы по сравнению с необработанной [6], $\varepsilon_{\tau} = \frac{\tau_2}{\tau_1}$,

где τ_1 и τ_2 — продолжительность подвяливания до определенной влажности соответственно обработанной и необработанной травы.

По нашим исследованиям ε_{τ} при обработке растений поперек стеблей составил 1,13, а при обработке вдоль стеблей — $\varepsilon_{\tau} = 1,34$. При надежности опытов 0,95 ошибка составила 1,5%. Установлено, что наиболее интенсивно растения отдают влагу в самом начале сушки. Расход электроэнергии при электроискровой обработке составил ориентировочно 10—13 кВтч на одну тонну травы. При этом потери питательных веществ (каротин, протенин) снижаются в 2—4 раза за счет сокращения продолжительности подвяливания или сушки. Влажность травы, содержание каротина и протенина определяли в лаборатории зооанализов НИИСХ Северного Зауралья и в Тюменской области агрохимлаборатории по общепринятым методикам.

Наибольший эффект достигался при электроискровой обработке травы с последующим плющением холодными и горячими вальцами. Так например, в ряде опытов коэффициент относительной средней интенсивности сушки достигает 14—15. Успешное завершение разрабатываемых вопросов позволит сократить продолжительность заготовки кормов и повысить их питательную ценность.

ВЫВОДЫ

1. Предварительная обработка травы электроискровыми разрядами сокращает продолжительность дальнейшего подвяливания на 15—35%, причем наиболее эффективна обработка растений вдоль стеблей.

2. Наиболее перспективными являются комбинированные способы обработки травы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бориневич В. А.* Приготовление и хранение сена и травяной муки. М., Россельхозиздат, 1970.
2. *Еврейнов М. Г.* Электричество как фактор органических процессов.— «Электрификация сельского хозяйства», 1934, № 5.
3. *Еленев А. В.* Полнорационные брикеты — корм будущего.— «Сельское хозяйство за рубежом». Раздел «Животноводство», 1973, № 5.
4. *Зимон В.* Первые результаты дефекации кормовых культур.— «Международный сельскохозяйственный журнал», 1967, № 6.
5. *Климов А. А.* Использование электронского разряда в технологических процессах сельскохозяйственного производства.— Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», 1962, № 3.
6. *Лапенас В. Ю.* Интенсификация сушки травы с использованием электронской ее обработки. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Каунас, 1973.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕСТАВРАЦИЯ ПОЛИМЕРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

В соответствии со спецификой условий, в которых работают провода, их можно разделить на четыре группы:

1. Внутренние проводки в сельскохозяйственных помещениях (распределительные сети для приводов машин и механизмов, освещения, отопления, вентиляции и т. п.) По данным ВНИМЖ [1], средняя долговечность электрических проводов этой группы составляет 5 лет; для ежегодной замены нужно более 3 млн. км проводов. Такая низкая долговечность обусловлена тем, что изоляция значительной части применяемых проводов не пригодна к работе в условиях этих помещений.

2. Системы обогрева полов, стен, воздуха и почвы.

Вместо дефицитных проводов ПОСХВ, ПОСХП, применяемых в настоящее время, рациональнее применение проводов с повышенной рабочей температурой (до 120—140° С). По предварительным подсчетам потребность в таких проводах составляет более 7 млн. км.

3. Обмотки электрических машин. По статистическим данным преждевременный выход из строя электродвигателей составляет около 20% от числа работающих и происходит из-за несоответствия конструкции изоляции условиям сельскохозяйственного производства (попадание влаги, агрессивность среды, старение изоляции) [2]. Потребность провода на обмотки при капитальном ремонте составит около 1 млн. км в год.

4. Провода с заданными электрическими свойствами изоляции.

Провода этой группы необходимы для ионизации воздуха в инкубаторах, птичниках и других сельскохозяйственных помещениях. Потребность в таких проводах составит более 300 м на одно помещение.

Для повышения эффективности применения электрической энергии в сельскохозяйственном производстве необходимы создание и организация производства проводов специальных видов, обеспечивающих возможность внедрения современных технологических процессов и повышенную надежность работы электрического оборудования хозяйств.

Известны три основных вида изоляции, которые используются в номенклатуре проводов для сельскохозяйственного про-

изводства: эмалевая, резиновая и полимерная. Эмалевая и резиновая изоляции хорошо известны и широко применяются в кабельной технике. Наиболее перспективной является полимерная изоляция и особенно изоляция из порошкообразных полимерных материалов.

В настоящее время разработано и используется несколько

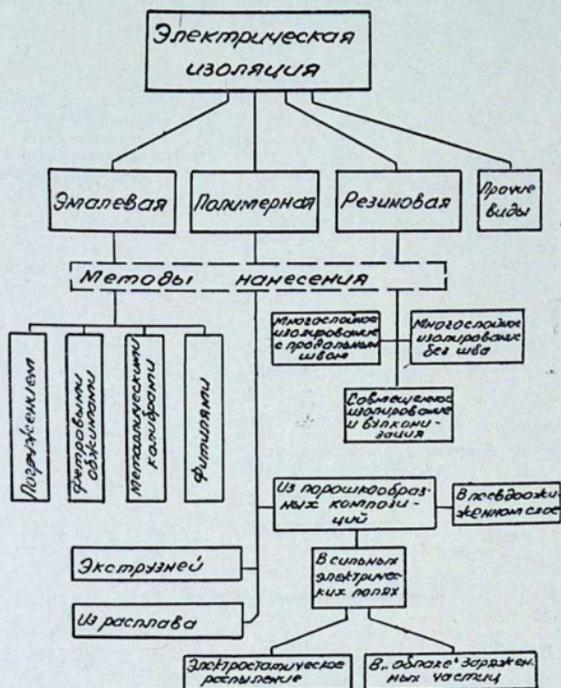


Рис. 1. Классификация методов нанесения электрической изоляции на провода

методов нанесения порошкообразных полимеров на провода (рис. 1). Наиболее распространены (рис. 2) следующие:

1. Нанесение покрытий в псевдооживленном слое. При этом псевдооживленные частицы порошка, обладая свойствами жидкости, свободно обволакивают нагретую поверхность, образуя покрытие. Разновидность этого метода характеризуется разнообразием способов получения псевдооживленного слоя (вихревой, вибрационный, вибровихревой). Независимо от способа псевдооживления характер образующегося слоя порошка в ванне одинаков. Слой представляет собой аэродисперсию, в которой частицы находятся в состоянии витания, быстро перемещаясь с одного места на другое. В общем виде процесс псевдо-

Ожижения под влиянием газового потока описывается уравнением

$$\varphi \frac{\gamma_r \cdot w^2}{2g} \cdot S = V \cdot \gamma_m \quad (1)$$

где φ — безразмерный коэффициент, учитывающий сопротивление (трение) порошка движению среды и зависящий от формы частицы и шероховатости ее поверхности;
 S — площадь поперечного сечения частицы;

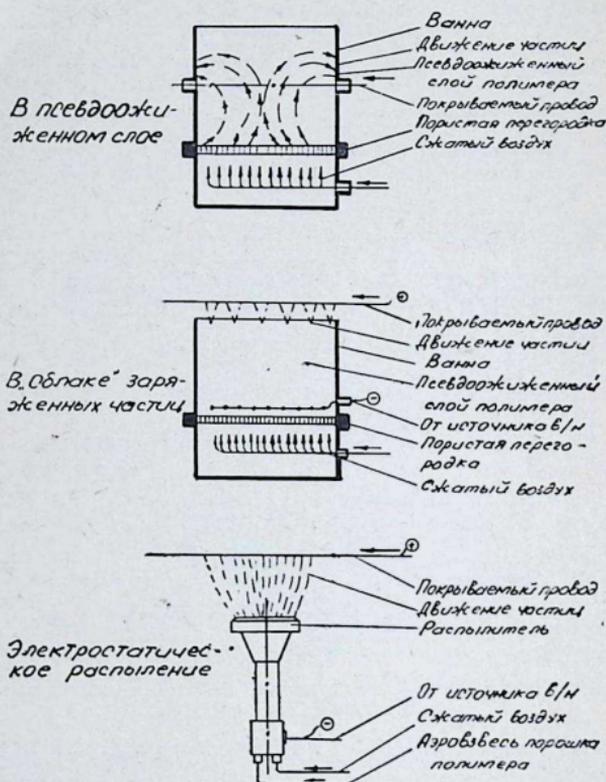


Рис. 2. Схемы методов нанесения порошкообразных полимерных материалов на провода

V — объем частицы; γ_r , γ_m — плотность газа и материала порошка; w — скорость движения газа.

К недостаткам метода можно отнести трудность управления процессом для получения равномерного покрытия. Этот метод использован на промышленной установке Череповецкого сталепрокатного завода для нанесения полимерной композиции на основе полиэтилена на стальную проволоку $\varnothing 2,2$ мм, предназна-

ченную для подвязки виноградных лоз (шпалеры). Наибольшее распространение этот метод получил в ФРГ [3].

2. Электростатическое распыление. При входе аэрозвеси порошка в металлическую камеру электрораспылителя, находящуюся под высоким отрицательным потенциалом, происходит электризация частиц контактной передачей заряда. Эти заряды настолько велики, что при выходе из распылителя частицы с большой скоростью движутся к заземленному проводу и осаждаются на нем. Этот метод используют в Японии.

3. Нанесение покрытий в «облаке» заряженных частиц.

В основу этого метода положена контактно-ионная схема заряжения взвешенных частиц порошкообразного материала.

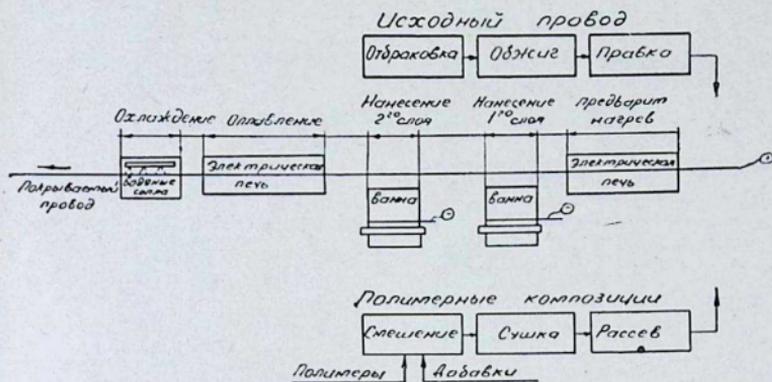


Рис. 3. Схема непрерывного технологического процесса получения двойного слоя электрической изоляции из порошкообразных полимеров

Конструктивно метод оформлен в виде обычной ванны псевдооживленного слоя, снабженной электродной системой самых разнообразных видов, соединенной с источником высокого напряжения; электродная система располагается над пористой перегородкой ванны. При этом покрываемый провод соединяется с положительным полюсом и протягивается через рабочую зону. Этот метод используется в Японии, США, СССР [4].

В предлагаемом ниже технологическом процессе изоляции проводов используется метод нанесения полимерных материалов «в облаке» как наиболее простой, обеспечивающий достаточно высокую производительность и хорошее качество покрытия.

В технологическом процессе изготовления и реставрации полимерной электрической изоляции в электрическом поле используются следующие материалы:

- а) проводниковые материалы из алюминия, меди и оцинко-

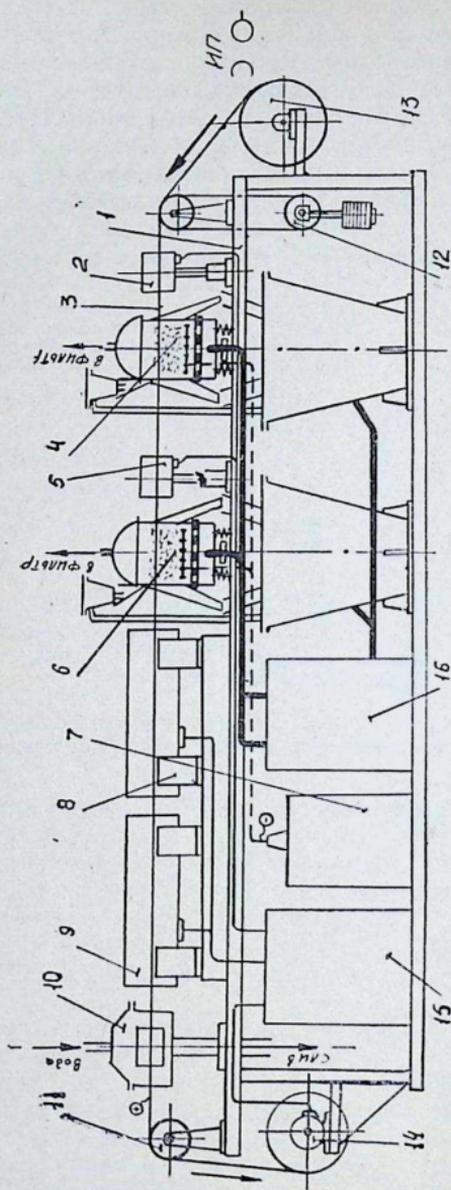


Рис. 4. Опытно-промышленная установка для нанесения двухслойной электрической изоляции на проводе из порошконолимеров:

1 — рама; 2, 5 — печи предварительного нагрева; 3 — изолируемый провод; 4, 6 — системы нанесения порошка; 7 — источник высокого напряжения; 8, 9 — печи оплавления; 10 — система охлаждения покрытия; 11 — отклоняющий блок; 12 — компенсатор; 13 — отдающий барабан; 14 — привод с принимающим барабаном; 15 — шкаф электроавтоматики; 16 — контрольно-распределительный узел сжатого воздуха

ванной стали; сечение изолируемых проводов охватывает всю номенклатуру применяемых одножильных проводов;

б) порошкообразные полимерные композиции [5].

Индивидуальные полимеры, как пленкообразователи, имеют много существенных недостатков: обладают высокой вязкостью расплавов, пониженной адгезией и т. п., поэтому применение индивидуальных полимеров для покрытий нерационально; их следует применять в смеси с другими ингредиентами, т. е. в композициях. Для изоляции проводов сельскохозяйственного назначения наиболее перспективными являются порошкообразные композиции на основе полиолефинов, полиамидов, поливинилбутираля, пентапласта и полиэфирных смол.

Схема технологического процесса (рис. 3) включает все операции получения двухслойной изоляции из порошкообразных композиций на основе одинаковых или различных полимеров для каждого слоя, а также подготовку исходных проводниковых и изоляционных материалов. Основные операции выполняются на опытно-промышленной установке (рис. 4):

а) предварительный нагрев проволоки в электрической трубчатой печи до температуры, при которой происходит частичное оплавление первого слоя покрытия (200—230° С);

б) нанесение первого слоя покрытия в «облаке» заряженных частиц первой ванны псевдооживления. Напряжение на электродной системе ванны 20—60 кВ; время осаждения 3—9 с;

в) нанесение второго слоя покрытия на частично оплавленный первый слой в «облаке» заряженных частиц из второй ванны псевдооживления. Напряжение на электродной системе ванны 20—80 кВ; время осаждения 3—9 с;

г) оплавление покрытия в электрической трубчатой печи при температуре 250—280° С до полного растекания порошка и образования сплошной массы покрытий;

д) охлаждение покрытия в водяном душирующем устройстве с регулируемой скоростью охлаждения.

Проволока непрерывно перемещается по всем операциям.

Проводниковые материалы подвергаются предварительной подготовке. Голая проволока, не бывшая в употреблении, предварительно перематывается на отдающие рабочие барабаны. В случае реставрации бывшего в употреблении изолированного провода проводится отбраковка, обжиг и правка. Провода реставрируются только в том случае, если после этого они по качеству не уступают новым и их стоимость не превышает стоимости новых.

Изоляционные материалы смешиваются в шаровой мельнице, сушатся в термошкафу и рассеиваются на вибросите.

Применение предлагаемого технологического процесса получения изоляции проводов обеспечит экономию изоляционных материалов, трудовых затрат и улучшение условий труда. При

этом повышается долговечность и надежность работы электрооборудования. Ориентировочные расчеты показывают, что эффективность от применения 1 км провода составит:

а) 12,5 руб при замене проводов марки АПВ для внутренних проводов в сельскохозяйственных помещениях;

б) 3,0 руб. при замене проводов марки ПОСХВ для обогрева стен, полов, почвы;

в) 1,4 руб. при замене проводов марки ПЭВ в обмотке электрических машин;

г) 96,5 руб. при замене высоковольтных проводов с резиновой изоляцией для ионизации воздуха в птичниках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Индустриальные способы выполнения электромонтажных работ и требования к электротехнической части проектов сельскохозяйственных производственных объектов.— В сб.: «Механизация и электрификация ферм колхозов и совхозов», вып. 5, М., «Колос», 1973.

2. Пястолов А. А. Научные основы эксплуатации важнейшего электросилового оборудования в сельском хозяйстве. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. техн. наук. Л., сельскохозяйственный институт, 1970.

3. Устройство для напыления покрытия в псевдооживленном слое на горизонтально протягиваемую проволоку. Патент ФРГ, № 1275420, 1968 г., № 33 (14,8), МАК В44 d, кл. ФРГ 75С, 9, 75С—5/01.

4. Самхарадзе Г. П. и др. Авторское свидетельство № 396724. Бюллетень изобретений, 1973, № 36.

5. Яковлев А. Д. и др. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. Л., «Химия», 1971.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА В ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Биологическая защита птицеводческих комплексов в настоящее время является одной из главных проблем промышленного птицеводства. Распространение патогенных микроорганизмов происходит по нескольким каналам (по воздуху, с водой и кормом, с обслуживающим персоналом и т.п.) Наибольшую опасность представляет собой воздушный путь передачи инфекции, поскольку он является основным для большинства инфекционных заболеваний птицы. Фильтрация воздуха является эффективным средством удаления микробиологических частиц из воздуха.

Рассмотрим возможные варианты систем фильтрации воздуха в птицеводческих помещениях:

- а) система фильтрации приточного воздуха (СФПВ);
- б) система фильтрации вытяжного воздуха (СФВВ);
- в) система фильтрации как приточного, так и вытяжного воздуха, абсолютная фильтрация (СФПВВ).

Опыт применения воздушных фильтров в птицеводстве относится почти исключительно к очистке приточного вентиляционного воздуха (СФПВ) [1], [2], [3], [4], [5].

Проведем сравнение вариантов систем фильтрации вентиляционного воздуха в птицеводстве. При рассмотрении данного вопроса были использованы общие положения фильтрационной техники с учетом специфических условий применения этой техники в птицеводстве.

1. Прежде всего отметим, что система фильтрации вытяжного воздуха не защищает птичник от заноса инфекции от источника, находящегося вне территории птицефабрики. Это обстоятельство имеет большее или меньшее значение в зависимости от места расположения птицеводческого хозяйства. В дальнейшем мы будем проводить сравнение систем фильтрации воздуха с учетом того, что вероятность заноса инфекции от источника, находящегося вне территории птицеводческого хозяйства, равна нулю.

2. Если рассмотреть СФПВ и СФВВ с точки зрения биологической защиты не всех птичников хозяйства, а только одного или нескольких, то, очевидно, наиболее приемлемой является установка СФПВ. Однако на практике необходимо осуществлять защиту всех помещений одновременно, где содержится

птица. Поэтому в данном случае уже нет такой ясности в том, какой из систем фильтрации воздуха отдать предпочтение.

3. Проведем сравнение СФПВ и СФВВ в случае фильтрации воздуха во всех помещениях птицеводческого хозяйства, где содержится птица. Для этого целесообразно прибегнуть к элементарному математическому описанию. Пусть птицеводческое хозяйство состоит из n птичников. Введем следующие обозначения:

q_i — количество микроорганизмов, выбрасываемых в единицу времени с вытяжным воздухом из i -го птичника ($i = 1, 2, \dots, n$);

α_{ii} — собственный коэффициент микробной связи, показывающий, какая доля микроорганизмов, выброшенных в единицу времени с вытяжным воздухом из i -го птичника, поступает с приточным воздухом в этот же птичник;

α_{ij} — взаимный коэффициент микробной связи между i -ым и j -ым птичниками, показывающий, какая доля микробов, выброшенных в единицу времени с вытяжным воздухом из i -ого птичника, поступает с приточным воздухом в j -ый ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$). Величины q_i ; α_{ii} , α_{ij} относятся к случаю отсутствия в птичниках СФПВ и СФВВ. Ясно, что q_i , α_{ii} , α_{ij} непрерывно изменяются во времени в зависимости от большого числа факторов. Поэтому ниже все соотношения записаны для мгновенных значений этих величин. Кроме того, мы пренебрегаем временем переноса микробов по воздуху от одного птичника к другому.

Вариант 1. Все птичники оборудованы СПФВ, причем эффективность фильтров равна η . Тогда количество микробов, проникающих в единицу времени в i -ый птичник, равно:

$$Q_i^{(1)} = (1 - \eta) (q_1 \alpha_{1i} + \dots + q_i \alpha_{ii} + \dots + q_j \alpha_{ji} + \dots + q_n \alpha_{ni}). \quad (1)$$

Вариант 2. Все птичники оборудованы СФВВ с той же эффективностью фильтрации η . Тогда, количество микробов, проникающих в единицу времени в i -ый птичник из других птичников, будет равно:

$$Q_i^{(2)} = (1 - \eta) q_1 \alpha_{1i} + \dots + (1 - \eta) q_i \alpha_{ii} + \dots + (1 - \eta) q_j \alpha_{ji} + \dots + (1 - \eta) q_n \alpha_{ni} = (1 - \eta) (q_1 \alpha_{1i} + \dots + q_i \alpha_{ii} + \dots + q_j \alpha_{ji} + \dots + q_n \alpha_{ni}), \quad (2)$$

т. е.

$$Q_i^{(1)} = Q_i^{(2)}. \quad (3)$$

Проведенный анализ показывает, что при равной эффективности очистки воздуха у СФПВ и СФВВ, количество микроорганизмов, проникающих в единицу времени в i -ый птичник, одинаково как при СПФВ, так и при СФВВ. Следовательно, с данной точки зрения при одинаковой эффективности фильтрации воздуха η системы СФПВ и СФВВ равноценны.

4. Чтобы установка СПФВ была наиболее эффективна, в птичнике необходимо поддерживать избыточное давление по отношению к окружающей среде. В случае установки в птичнике СФВВ, наоборот, необходимо иметь разделение. С точки зрения обеспечения оптимального микроклимата в птичнике, более предпочтительным является поддержание внутри его избыточного давления.

5. В проектируемых и существующих птицеводческих помещениях система вентиляции имеет вытяжных вентиляторов намного больше, чем приточных. Поэтому при одинаковой общей производительности по воздуху число фильтров в СФВВ будет больше, чем в СФПВ. Это значительно увеличивает стоимость фильтрационной системы и усложняет ее эксплуатацию.

6. Концентрация пыли в вытяжном вентиляционном воздухе птичника приблизительно на порядок превышает концентрацию ее в приточном воздухе. Поэтому при одинаковой пылеемкости частота регенерации фильтра вытяжного воздуха окажется значительно больше, чем у фильтра приточного воздуха. Чтобы увеличить пылеемкость фильтра вытяжного воздуха, перед ним следует установить фильтр грубой очистки. В результате стоимость СФВВ окажется выше стоимости СФПВ.

7. СФВВ уменьшает запыленность и микробную обсемененность воздуха на территории птицеводческого хозяйства. Это уменьшает опасность заноса инфекции в птичники с обслуживающим персоналом, а также уменьшается загрязненность окружающей среды, а следовательно, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда персонала.

8. В случае выхода из строя СФПВ птичник полностью лишается биологической защиты. В случае выхода из строя СФВВ птичник не лишается биологической защиты, если СФВВ в других птичниках исправны. Однако, если в птичнике имеется патогенная микрофлора, то при выходе СФВВ данного птичника появляется опасность распространения патогенной микрофлоры в другие птичники.

9. Применение системы абсолютной фильтрации СФПВВ позволяет объединить преимущества СФПВ и СФВВ и исключить их недостатки. Несмотря на то, что СФПВ целесообразно избыточное давление в птичнике, а при СФВВ разряжение, при создании СФПВВ с избыточным давлением воздуха внутри эффект фильтрации, а следовательно, и биологическая защита птицеводческого хозяйства будет больше, чем при применении только СПФВ или только СФВВ. Но при этом капиталовложения и затраты на эксплуатацию СФПВ значительно превосходят затраты на СФПВ и СФВВ, применяемые раздельно.

Исходя из вышензложенного, с точки зрения эффективности биологической защиты птицеводческих помещений, а также технической и экономической точек зрения, наиболее приемлемой на первом этапе является СФПВ.

Применение системы фильтрации как приточного воздуха, так и вытяжного СФПВВ технически сложнее и дороже систем СФПВ и СФВВ, примененных отдельно. Но система абсолютной фильтрации позволяет получить наивысшую эффективность биологической защиты птицеводческих помещений и ее целесообразно применять как последующий этап в развитии фильтрации приточно-вытяжного воздуха в птицеводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вайнштейн Г. С.* Проблема санитарной изоляции птицеводческих помещений.— «Птицеводство», 1972, № 12.
2. *Вайнштейн Г. С.* Современные методы обеззараживания поступающего в птичники воздуха. «Сельское хозяйство за рубежом», Сер. «Животноводство», 1970, № 11.
3. *Anderson D.* Система фильтрации и охлаждения воздуха в птичниках для выращивания ремонтных кур-несушек.— «Птицеводство», 1973, № 4.
4. *Tester L.* Очистка воздуха птичников от бактерий.— «Птицеводство», 1974, № 2.
5. *Волков Г. К., Силенок Л. Ф.* Эффективность фильтрации воздуха на птицефабриках.— «Ветеринария», 1972, № 8.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Картофель является одним из основных продуктов питания человека, важным добавлением к кормовой базе в животноводстве, ценным сырьевым материалом для различных отраслей промышленности. По пятилетнему плану (1971—1975 гг) в Челябинской области производство картофеля должно возрасти на 30% и в первую очередь за счет повышения урожайности.

Для получения высоких урожаев картофеля применяют различные методы предпосадочной обработки семенных клубней (2, 4): а) световое проращивание; б) тепловой обогрев и яровизация; в) внесение в почву Co (кобальта); г) предпосадочная обработка клубней лучами Рентгена; д) использование химических стимуляторов. Однако эти приемы весьма трудоемки и поэтому не удовлетворяют требованиям массового производства. В последнее время появились данные об использовании для предпосадочной обработки семенных клубней картофеля энергии электрических полей постоянного тока [1, 3, 5]. Результаты исследований в этой области свидетельствуют о положительном влиянии предпосадочной обработки семенных клубней картофеля в электрическом поле постоянного тока, что и послужило основой для выдачи технического задания на разработку электроклубнеобрабатывающей машины.

В 1972 году в проблемной лаборатории ЭИТ ЧИМЭСХ были проведены исследования по определению режимов обработки клубней на электроклубнеобрабатывающей машине ЭКМ-ТБ. Для этого были проведены деляночные опыты.

Результаты экспериментов показали, что наиболее эффективную прибавку урожая от 7 до 21 и 35% обеспечивают режимы: в поле коронного разряда — напряжение на коронирующий электрод 50 кВ $U = 50$ кВ, расстояние между электродами $h = 10$ см, время электростимуляции $t = 5$ с; в электростатическом поле — $U = 35$ кВ, $h = 10$ см, $t = 2$ с и $U = 50$ кВ, $h = 10$ см, $t = 2$ с.

На основании положительных результатов 1972 года на Челябинской плодовоовощной станции им. И. В. Мичурина в 1973 г. были заложены деляночные опыты, чтобы изучить влияние различных режимов предпосадочной электростимуляции семенных

клубней картофеля на повышение продуктивности растений, определить оптимальные сроки от момента электростимуляции до посадки и влияние предпосадочной электрообработки клубней на последствие, хранение клубней, распространение вирусных и грибных заболеваний. Обработанные в электрическом поле семенные клубни картофеля массой 50—70 г среднепозднего сорта Лорх были посажены по схеме 70 × 35 на делянках площадью 50 м² в четырех повторностях. Обработка клубней проводилась за 1, 10, 20 дней до посадки. На каждую делянку было высажено по 200 клубней. Полные фенологические наблюдения проводили по методике, разработанной научно-исследовательским институтом картофельного хозяйства (НИИКХ).

В результате наблюдений установлено, что обработанные клубни картофеля проросли на 2—3 дня раньше контрольных (без электрообработки). Анализ данных эксперимента, сведенных в табл. 1, показывает, что растения из клубней, обработанных в электрических полях, отличались более интенсивным ростом, ускорением фаз бутонизации и цветения по сравнению с контролем на пять-шесть дней (в поле коронного разряда) и на четыре-пять дней (в электростатическом поле). Отмечалось мощное развитие надземной части растений на опытных делянках и повышение ассимиляционной поверхности листьев.

В период вегетации растений проводился осмотр и учет здоровых и больных растений по методу НИИКХ [6]. Установлено, что растения, выросшие из обработанных клубней, меньше подвергаются заболеваниям («черной ножкой» и «готикой» — веретеновидность клубней), чем контрольные.

Наиболее эффективные варианты со сроком от обработки до посадки 10 дней. В период максимального развития ботвы были

Влияние предпосадочной обработки семян клубней

шифр варианта	Режим обработки				Срок от обработки до посадки, дни	Масса ботвы к контролю, кг и %	Ассимиляционная поверхность листьев, тыс. м ²
	подаваемое напряжение U кВ	межэлектродное расстояние, н см	средняя напряженность, Е ср	время обработки, t _c			
В-1к(1)	50	10	5,0	5	1	6,812(139,0)	25,6(105,8)
В-2к(10)	50	10	5,0	5	10	7,060(145,9)	32,6(134,7)
В-3к(20)	50	10	5,0	5	20	8,062(164,5)	32,1(132,6)
К-1	без обработки					4,900(100,0)	24,2(100,0)
В-4с(1)	35	10	3,5	2	1	5,137(101,5)	27,4(120,1)
В-5с(1)	35	10	3,5	2	10	6,175(122,0)	24,4(107,6)
В-6с(20)	35	10	3,5	2	20	5,250(105,7)	26,9(129,8)
К-2	—	—	—	—	—	5,060(100,0)	22,8(100,0)
В-7с(1)	50	10	5,0	2	1	6,325(117,1)	30,6(107,3)
В-8с(10)	50	10	5,0	2	10	6,450(119,4)	29,3(102,8)
В-9с(20)	50	10	5,0	2	20	5,940(110,0)	29,9(104,9)
К-3	—	—	—	—	—	5,400(100,0)	28,5(100,0)

проведены динамические пробы, которые показали, что электрообработка оказывает влияние на накопление урожая. При первичной динамической пробе урожай товарных клубней увеличился после обработки на 46,1% в поле коронного разряда и на 5—13% в электростатическом поле по сравнению с контролем (без электрообработки). При второй копке количество и масса товарных клубней на опытных участках увеличилась на 3,1—18,7% в поле коронного разряда и на 1,6—12,2% в электростатическом поле. При третьей копке соответственно урожай увеличился от 17,6 до 28% и от 13,8 до 46,7%.

В период динамических проб проводили учет надземной массы растений. Было установлено, что при первой динамической пробе масса ботвы опытных растений была выше контрольной на 19—64%. При второй и третьей динамических пробах отмечалось уменьшение массы ботвы как опытных, так и контрольных растений. Это связано с тем, что в это время питательные вещества из вегетативной массы оттекают в сталоны, за счет чего и происходит клубнеобразование.

В период динамических проб проведен учет накопления крахмала, сухого вещества и витамина С по методике НИИКХ. Результаты биохимических анализов показали, что предпосадочная электростимуляция семенных клубней картофеля в электрических полях повышает процент крахмала в клубнях урожая в среднем от 0,6 до 7,7 мг%, сухого вещества соответственно от 0,2 до 3,8 мг% и витамина С от 0,6 до 5,8 мг% в поле коронного разряда и от 0,6 до 4,5 мг% в электростатическом поле.

После уборки урожая и математической обработки результатов дисперсионным методом установлено, что прибавка урожая в опытах в переводе на 1 га составила: в поле коронного

Таблица 1

картофеля Лорх на повышение продуктивности растений

Урожай с делянки средней в 4-х повторностях, кг	Урожай в пересчете на 1 га (средний в 4-х повторностях), ц	Процент к контролю	Прибавка урожая, ц/га	Содержание крахмала, мг % и % к контролю	Содержание сухого вещества, в мг % и % к контролю	Содержание витамина С мг % и % к контролю
182,8	381,6	111,3	38,8	16,0(3,8)	24,1(2,1)	15,8(3,9)
223,2	439,4	128,1	96,6	16,6(7,7)	24,5(3,8)	16,1(5,9)
185,3	388,2	111,7	40,4	15,8(2,5)	24,0(1,6)	15,4(1,3)
175,8	342,8	100,0	—	15,4(0)	23,6(0)	15,2(0)
189,9	371,9	109,8	33,4	16,1(0)	24,0(2,5)	15,6(1,9)
211,3	411,8	121,6	73,3	16,4(1,8)	24,2(3,4)	16,0(4,5)
187,9	367,9	108,6	29,4	16,2(0,6)	23,6(0,8)	15,1
172,4	338,5	100,0	—	16,1(0)	23,4(0)	15,3(0)
202,3	458,6	106,0	26,2	16,0(5,2)	23,4(0,9)	15,5(1,3)
201,3	456,1	105,4	28,7	16,1(5,9)	23,6(1,7)	15,8(3,2)
216,9	490,8	113,5	58,4	15,8(3,9)	23,3(0,4)	15,4(0,6)
190,8	432,4	100,0	—	15,2(0)	23,2(0)	15,3(0)

разряда 38,8—96,6 ц/га, что соответствует 11,3—28,1%, в электростатическом поле 23,7—73,3 ц/га, что соответствует 5,4—21,6% в сравнении с контролем.

Условно чистый доход при реализации добавочной продукции с 1 га составляет от 1559,6 до 2298,6 руб.

ВЫВОДЫ

1. Предпосадочная электрообработка клубней ускоряет всхожесть растений, бутонизацию и цветение, оказывает положительное влияние на рост и развитие вегетативной массы, увеличивает ассимиляционную поверхность листьев.

2. Предпосадочная электростимуляция семенных клубней картофеля в электрических полях способствует повышению продуктивности растений.

3. Электростимуляция повышает крахмалистость клубней, сухое вещество и витамин С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорохов Г. П., Гаринский В. В., Северский Т. С. Результаты предпосадочной обработки клубней на электроклубнеобрабатывающей машине ЭКМ-ТБ. Труды ЧИМЭСХ, вып. 61, Челябинск, 1972.

2. Комендоровский А. А., Какорев О. М. Влияние кратковременной обработки клубней растворами минеральных удобрений на урожай картофеля. Труды Костромского СХИ, вып. 34, 1972.

3. Лазарев И. ., Полушкина В. С. О возможности стимулирования и торможения прорастания клубней картофеля электрическим полем технической частоты.— «Физиология растений», т. 12, вып. 6, 1966.

4. Минина Е. И. Влияние кобальта на урожай и качество картофеля на серых лесных почвах Горьковской области. Труды ВНИИ удобрений и агропочвоведения, вып. 63, 1972.

5. Шмигель В. Н., Потанина Н. Д. Влияние обработки клубней картофеля электрическими полями на некоторые показатели урожая. Труды ЧИМЭСХ, вып. 25, Челябинск, 1967.

6. Методика исследований по культуре картофеля. Под ред. Н. С. Бацанова. М., 1967.

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСПЕЛОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ ХЛОПЧАТНИКА ПУТЕМ ОБРАБОТКИ СЕМЯН В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Еще в 90-х годах И. В. Мичурин [1] исследовал влияние разрядов статистического электричества на жизнедеятельность пыльцы и указал на возможность применения электричества в гибридизации.

Многими исследователями доказано, что от влияния электрического поля высокого напряжения наряду с изменением урожайных показателей заметно изменяются биохимические и физиологические процессы.

Применением электрического поля и разрядов в технологических процессах занимаются и в Азербайджанской ССР. Калантаров М. И. [2] своими неоднократными исследованиями доказал, что под воздействием электрического и магнитного полей повышается прочность хлопкового волокна. Обработка семян хлопчатника электрическими импульсами проводилась в институте генетики и селекции АН Азерб. ССР [3, 4, 5].

Необходимо отметить, что указанные исследователи в основном изучали стимулирующее действие электрического поля на сельскохозяйственные растения. Однако мутагенное действие электрического поля нам не было известно. Учитывая это, с 1967 года мы изучаем раздельное и комплексное действие электрического поля с пониженной температурой на изменчивость хлопчатника [5]. В качестве исходного материала были взяты промышленные сорта 108-Ф и С-4727. Обработка семян электрическим полем проводилась в специальной установке, сконструированной в Азербайджанском научно-исследовательском институте энергетики имени И. Г. Есмана. Для обработки растений пониженной температурой использовали специальное оборудование — холодильную комнату на Апшеронской экспериментальной базе института генетики и селекции АН Азерб. ССР.

Определенная часть растений, полученных из семян, обработанных электрическим полем, дополнительно в фазе бутонизации подвергалась воздействию пониженной температуры 11°C и 8°C в течение 8 и 12 суток.

Семена обрабатывались двумя путями: а) в электрическом поле импульсного напряжения ЭПИН; б) токами импульсного напряжения ТИН.

При обработке семян в электрическом поле импульсного

напряжения рабочий конденсатор заполняется увлажненными семенами. При этом верхний электрод не касается семян.

При обработке же семян током импульсного напряжения, наоборот, семена располагались между обкладками рабочего конденсатора. При этом оба электрода касались поверхности семян и ток небольшой величины (миллиампер) протекал непосредственно через семена.

Опыты проводились при импульсном напряжении 2500 V, в экспозиции 30 и 60 с.

После обработки семян электрическими импульсами по указанным вариантам все обработанные семена одновременно с контрольными высевались в цветочные горшки в оранжевых условиях. В начале наступления фазы бутонизации половина опытных растений переносилась в холодильную комнату с пониженной температурой. В конце апреля, при наличии в глубине 5 см почвы температуры $+10-12^{\circ}\text{C}$ опытные и контрольные растения пересаживались в грунт.

В первом поколении M_1 определялось количество измененных растений. Семена, собранные от отдельных измененных растений, во втором поколении изучались по семьям. В третьем поколении M_3 проверялась наследственная изменчивость выделенных форм. Наряду с этим, начиная от первого поколения, ежегодно из измененных растений отбирались скороспелые и высокоурожайные формы, которые резко отличались от своих исходных форм.

Фенологические наблюдения, полевые просмотры, а также лабораторные анализы первых трех поколений показали, что при обработке семян только электрическими импульсами (независимо от варианта опыта) среди опытных растений стерильных и уродливых растений не обнаружено, если не считать единичные растения в вариантах, семена которых обрабатывались в экспозиции 60 с. При обработке семян электрическим импульсом в основном отмечалось стимулирующее действие на отдельные хозяйственные признаки, как например, урожайность и размеры коробочек. Однако следует указать, что при обработке семян электрическим импульсом высокого напряжения с последующим воздействием на эти растения пониженной температуры среди опытных растений наблюдалась гамма изменчивости, в том числе стерильных и растений с уродливыми коробочками. При этом такие формы в основном обнаружены во втором и третьем поколениях. Среди такого разнообразия были выделены и формы, обладающие как отдельными, так и комплексом положительных свойств. Измененные формы по основному биологическим и хозяйственным признакам объединялись в семьи. При этом основное внимание обращалось на формы, обладающие признаками скороспелости, поскольку генеральная линия нашего исследования была направлена на создание скороспелых форм хлопчатника.

В результате направленного отбора некоторые биологические и хозяйственные признаки наследовались, особенно скороспелость, количество плодовых ветвей, выход волокна. Некоторые измененные признаки (длина волокна, урожай на одно растение), выявленные в результате обработки семян электрическим импульсом, несмотря на направленный отбор, в четвертом — пятом поколении возвращались к своим исходным формам, так как эти изменения, видимо, носили модификационный характер изменчивости. У измененных скороспелых форм, полученных при комплексном воздействии электрических импульсов и пониженной температуры, при направленном отборе удалось сохранить этот признак в последующих поколениях.

В 1973 году на опытном участке Агдашского опорного пункта изучались десять измененных форм М₆, полученных как от комплексной, так и от отдельной обработки семян С-4727 электрическим импульсом высокого напряжения (табл. 1). Как

Таблица 1

Биохозяйственные показатели мутантных линий в М₁, полученных от комплексной обработки семян и растений сорта С-4727 электрическим импульсом высокого напряжения и температурным фактором (Агдаш — 1973 г.)

Исходные сорта и мутантные линии	Варианты опыта	Наступление фазы созревания на 27.VIII., % м±м	Вес одной коробочки, г м±м	Урожай на одном кусте, г	Количество коробочек на одном кусте	Длина волокна, мм	Выход волокна, %
2833	Стандарт	83,8±7,91	5,4±	58,3	10,8	30,0	36,9
С-4727	Контроль	46,0±5,05	5,8±0,34	79,5	15,0	29,7	34,7
11/72	Мип-30+ПТ	83,7±10,88	5,9±0,47	88,3	12,8	27,3	39,0
12/72	Имп-30	54,7±10,10	5,7±0,68	84,7	14,6	25,7	39,3
13/72	Ток-30+ПТ	64,0±9,89	6,7±0,17	106,4	15,2	27,7	39,0
14/72	Ток-30	91,0±5,66	5,8±0,61	88,3	12,8	26,8	40,0
15/72	Имп-60+ПТ	93,6±4,87	5,7±0,37	120,3	19,4	26,8	36,8
16/72	Имп-60	78,3±7,13	5,8±0,64	113,4	16,2	26,2	37,5
17/72	Ток-30+ПТ	85,5±6,68	5,5±0,24	90,9	15,4	26,2	37,1
18/72	Ток-60+ПТ	69,2±11,36	5,5±0,14	123,1	21,6	28,5	36,1
АГ-3/72	Ток-60	53,4±2,38	6,6±0,04	87,1	13,0	28,1	37,4
АГ-4/72	Ток-60	57,6±5,18	6,3±0,27	81,8	13,2	28,2	36,6

показали результаты изучения, среди измененных форм наиболее хозяйственно ценными оказались три формы, полученные воздействием на семена электрическим импульсом высокого напряжения с последующим влиянием на растения пониженной температурой. Остальные формы обладали только отдельными биологическими и хозяйственными положительными свойствами.

Таким образом, среди выделенных форм наиболее перспективными оказались формы, которые получены при обработке семян электрическими импульсами в экспозиции 30 с с после-

дующим воздействием на вегетирующие растения пониженной температурой $+5^{\circ}\text{C}$ в течение 12 суток.

В 1973 году одна мутантная линия под номером 11/72 передана в предварительное сортоиспытание.

Мутантная линия 11/72 выделена из промышленного сорта С-4727 путем обработки семян электрическим импульсом высокого напряжения (2500 В) в экспозиции 30 с, с последующим воздействием на вегетирующие растения пониженной температурой $+5^{\circ}\text{C}$ в течение 12 суток.

Результаты предварительного сортоиспытания 1973 года, проведенного на Ширване, показали, что мутантная линия 11/72 по скороспелости превосходит районированный на Ширване скороспелый сорт 2833 на один день, по числу коробочек на одно растение — на 0,57 шт, по весу одной коробочки — на 0,42 г. и по урожаю хлопка-сырца — на 1,45 ц/га.

ВЫВОДЫ

1. Электрические импульсы высокого напряжения можно применять как физический мутагенный фактор.

2. Наиболее положительный эффект для получения мутаций достигается при комплексном воздействии на хлопчатник электрическим импульсом высокого напряжения 2500 В в экспозиции 30 и 60 с и пониженной температуры $+5^{\circ}\text{C}$ в течение 12 суток. Раздельная же обработка семян электрическим импульсом оказывает в основном стимулирующее действие на отдельные биологические или хозяйственные показатели хлопчатника.

3. Среди измененных форм, полученных при комплексной обработке электрическим импульсом и температурным фактором, можно выделить обладающие хозяйственноценными свойствами.

Некоторые измененные признаки, вызванные путем комплексного и раздельного влияния электрическими импульсами и пониженной температурой с последующим направленным отбором, переходят в поколения. При этом наиболее выраженными оказались скороспелость и выход волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мичурин И. В. Принципы и методы работы. Сочинения, Том I, Госиздат с/х литературы. М., 1948.

2. Калантаров М. И. Использование импульсов высокого напряжения в хлопководстве. Доклады АН Аз. ССР сер. XVII, № 1, 1961.

3. Аскербейли О. Влияние физико-химических реагентов на рост, развитие и изменчивость хлопчатника. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Баку, 1972.

4. Мустафаев С. А. Мутагенное действие электрических импульсов на хлопчатник. Материал республиканской научной сессии по экспериментальному мутагенезу растений. Баку, 1970.

5. Мустафаев С. А. Изменение некоторых биохозяйственных особенностей у хлопчатника в зависимости от воздействия электрических импульсов высокого напряжения на вегетирующие растения. Л., 1972.

САИДХОДЖАЕВ А., МУХАММАДИЕВ А.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ХЛОПЧАТНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Серьезный ущерб хлопководству причиняет вилт. Потери урожая от поражения хлопчатника вилтом в среднем по зоне хлопкосеяния составляют свыше 500 тыс. тонн в год.

Многочисленными исследованиями установлено, что при запашке остатков пораженного вилтом хлопчатника в почве накапливается большое количество инфекции. Микросклероции гриба обнаружены на глубине почвы до 155 см, но в основном гриб наблюдается в большом количестве до глубины 40 см [1].

С целью устранения источника внесения в почву инфекции на практике применяется корчевание стеблей и корней хлопчатника с последующим удалением их с поля. Но при корчевании мелкие корни обрываются. Кроме того, с точки зрения сохранения остатков хлопчатника на поле в качестве органического удобрения, целесообразней обеззараживать их на месте.

С 1970 г. в САИМЭ исследуются методы применения электрического тока для стерилизации остатков хлопчатника (корней, стеблей и опавших частей) с целью борьбы с вилтом.

Установлено, что отношение удельных электрических сопротивлений почвы и корней на глубине почвы до 40 см в течение осеннего сезона не бывает меньше единицы. При этом для зараженных вилтом корней хлопчатника указанное отношение колеблется в пределах 1,3÷7,5. Это объясняется некоторыми биологическими изменениями, вызванными заболеванием вилтом.

Указанное соотношение удельных электрических сопротивлений почвы и корней позволило применить технологическую схему стерилизации корневой системы хлопчатника электрическим током (рис. 1). Схема включает синхронный генератор 1 мощностью 62,5 кВа, работающий от вала отбора мощности трактора; трансформатор 2, который повышает генераторное напряжение с 0,4 до 10 кВ; скользящие 3 и заземляющие 4 электроды, служащие для подачи высокого напряжения к корневой системе растений. Разрабатывается также вариант, предусматривающий подачу на корневую систему импульсного тока.

При движении электростерилизатора по рядкам хлопчатника стебли хлопчатника проходят между контактами скользящего электрода 3. Заземляющий электрод 4, погруженный в почву на глубину, до которой необходимо произвести стерилизацию, перемещается по середине борозды. С целью подачи тока на корни с заданной глубины почвы заземляющий электрод помещается в диэлектрический кожух с открытым нижним концом. Основная часть тока, проходя по корневой системе хлопчатника, нагревает ее до необходимой для стерилизации температуры, которая изучалась по следующей методике. Куст хлопчатника помещался в металлический ящик с изолированными стенками. Ящик был наполнен почвой, взятой с

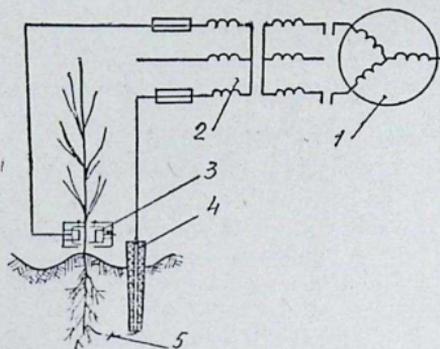


Рис. 1. Технологическая схема электростерилизации корневой системы хлопчатника:

1— синхронный генератор мощностью 62,5 кВа; 2— трансформатор 100 кВа, 0,4/10 кВ; 3— скользящий электрод; 4— заземляющий электрод с диэлектрическим кожухом; 5— путь тока между электродами

поля. Спаянный конец термопары типа ХА помещался в корневой шейке, которая находится примерно на глубине 5 см от поверхности почвы. Для этого в корневой шейке была вырезана ниша. Милливольтметр М106, служивший для измерения термо э. д. с., устанавливался на изолирующей подставке, так как через термопару оказывался подключенным к цепи высокого напряжения стерилизатора.

Один из полюсов повышающего трансформатора подключался к стеблю на высоте 10 см поверхности почвы, а другой — к металлическому ящику, дно которого не было изолировано. Ящик устанавливался на опорных изоляторах.

Сначала изучалась зависимость температуры нагревания корней и почвы от величины тока. Температура нагревания почвы вокруг корня изменялась одновременно с температурой корня. При этом термопара устанавливалась на расстоянии 1 см от корня на глубине 5 см. Величина тока регулировалась изменением напряжения с низкой стороны с помощью индукционного регулятора.

Результаты опыта показывают (рис. 2), что при одних и тех же величинах тока температура нагревания корня выше, чем температура почвы. Это соответствует цели исследования, поскольку одинаковый нагрев корня и почвы сильно увеличил бы энергоемкость процесса за счет перегрева почвы.

Представляет интерес также исследование зависимости температуры нагрева корней хлопчатника от продолжительности протекания тока, так как при движении мобильного электростерилизатора в рядках на обработку каждого растения отводится ограниченное время. Опыт проводился при экспозициях 5, 10, 20 с и неизменном токе 0,5 А. Стерилизации подвергались корни и части стебля длиной 10 см выше корневой шейки.

Обработанные растения подвержены микробиологическому анализу в институте защиты растений в г. Ташкенте. Результаты

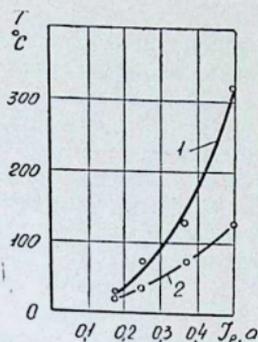


Рис. 2. Зависимость температуры нагрева корней и почвы от величины тока:

1 — температура нагрева корней; 2 — температура нагрева почвы на расстоянии 1 см от корня

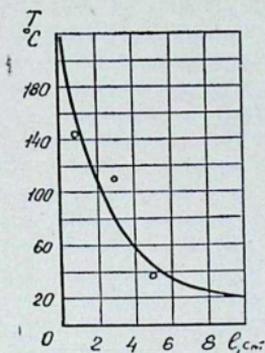


Рис. 3. Температура нагрева почвы на различных расстояниях от корня при электростерилизации:

рабочий ток $I_p = 0,5$ А; время прохождения тока $t = 10$ с

анализа показывают, что в той части стеблей и корней, по которым был пропущен электрический ток, возбудитель вилта погиб, а в остальных частях сохранился. Поскольку во всех вариантах, в том числе и в варианте с наименьшей продолжительностью обработки, получены одинаковые результаты, возможность стерилизации при более коротких выдержках предполагается проверить в предстоящем сезоне.

Нагревание почвы в процессе электростерилизации имеет положительную и отрицательную стороны. Положительная сторона ее заключается в том, что почва вокруг зараженного вилтом корня, наиболее насыщенная инфекцией, стерилизуется. Однако при этом погибает полезная микрофлора почвы. В связи с последним обстоятельством необходимо было изучить степень нагревания почвы на различном удалении от корня. Для этого по корню при всех повторностях опыта проводился одной и той же величины рабочий ток (0,5А) в течение оди-

наковых отрезков времени (10 с). Температура измерялась на расстоянии 1, 3, 5 и 10 см от корня. Спаянные концы термопар закапывались в почву на глубину 5 см.

Результаты опыта показывают (рис. 3), что по мере удаления от корня температура резко снижается. На расстоянии 5 см температура уже не опасна для микрофлоры. Стерилизация почвы в радиусе 5 см вокруг корня при ширине междурядья 60 или 90 см, которое обычно применяется в настоящее время, не приводит к уничтожению микрофлоры в целом, а в указанном радиусе полезная микрофлора за относительно короткое время восстановится.

Температура, до которой следует нагреть корневую систему хлопчатника для ее стерилизации, зависит не только от количества тепла, которое удается сообщить корням движущимся электростерилизатором, но и от продолжительности периода, в течение которого это тепло рассеивается в окружающую почву. Температура при охлаждении корней измерялась также с помощью термопары. Корень предварительно был нагрет током 0,5 А в течение 10 с до 230°С. Замеры производились через каждые 60 с. В результате установлено, что через 10 мин после отключения тока корень охладился до 40°С, и только через 35 мин — до 20°С.

Относительно медленное охлаждение корней дает возможность снизить рабочую температуру стерилизации, так как при увеличении длительности нагрева инфекция погибает при более низких температурах. Снижение рабочей температуры, в свою очередь, связано с уменьшением удельного расхода энергии на процесс.

Изложенное позволяет считать, что стерилизация корней хлопчатника с помощью движущейся по рядкам растений электроустановки осуществима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маннаков Н. М. и др. Вилт хлопчатника. Ташкент, «Узбекистан», 1972.

БЛОНСКАЯ А. П., ОКУЛОВА В. А.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ПРОРОСТКОВ И РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ*

При воздействии электрического поля постоянного тока высокого напряжения (поле коронного разряда) на семена происходит активизация процессов обмена веществ, усиливается ферментативная деятельность, ускоряются процессы роста и развития растений, что в дальнейшем способствует повышению их продуктивности.

Не случайным явился вопрос исследования процесса предпосевной электрообработки семян пшеницы сорта Комета с точки зрения электрохимии, одного из биологических методов. Он позволяет обнаружить, в первую очередь, ранние химические сдвиги, наступающие в живых системах задолго до появления выраженных физиологических и, тем более, морфологических изменений [1].

Исследования проводились в лабораторных условиях по методике активного планирования эксперимента (план Хартли по трем факторам: время воздействия, напряжение электрического поля, срок от обработки до посева; всего 25 опытов) [3].

Семена (влажность 10%) обрабатывались в поле отрицательной и положительной короны на плоскости без изоляции. Межэлектродное расстояние равнялось 10 см, использовалось выпрямительное устройство ПВС 70/1. Температура воздуха при обработке колебалась от 17,5 до 20°, относительная влажность — от 57 до 59%. Электропроводность определялась реохордным мостом Р-38 при температуре 20°.

Для определения электропроводности готовились физиологические растворы (вытяжки) из семян после электрообработки (навеска муки 5 г в трехкратной повторности каждого опыта) и растительного материала (навеска 3 г двух-пятисуточных проростков пшеницы и десятидневных растений в трехкратной повторности каждого варианта) [2]. Растительный материал пшеницы для исследований (двух-пятисуточные проростки) выращивался в термостате при температуре 25° в чашках Петри, а десятидневные растения — в металлических, во влажном песке.

* Научные руководители — Басов А. М., Изаков Ф. Я.

Взятые навески муки и растительного материала растирались и настаивались в 100 мл дистиллированной воды в течение двух часов. После фильтрации растворов определялось их сопротивление по прибору (реохордный мост Р-38), а затем подсчитывалась электропроводность.

Определялось сопротивление физиологических растворов из десятидневных растений, сразу же без настаивания после фильтрации [2].

Полученные опытные данные были выражены в процентах к контролю. После подсчетов значимость коэффициентов регрессии и адекватности были получены математические модели в виде полиномов второй степени по электропроводности в семенах пшеницы после электрообработки в поле отрицательной и положительной короны, в двух и пятисуточных проростках и в десятидневных растениях [3] (табл. 1).

Предпосевная обработка семян в электрическом поле повышает электропроводность на 10,3—32,1% в поле отрицательной короны, и на 9,5—15,5% в поле положительной короны.

Увеличение электропроводности физиологических растворов из растений пшеницы на ранних стадиях развития свидетельствует, возможно, о том, что после обработки в электрическом поле увеличивается активность анионов и катионов и повышается их содержание в клетках опытных растений.

В связи с этим исследования по выявлению механизма влияния электрического поля на семена должны развиваться по двум направлениям: определение количественного состава веществ в клетках растений на цитофотометре и изучение их структурного строения, с точки зрения молекулярной биологии.

При обработке семян в поле отрицательной короны найден оптимальный режим, который в полевых условиях обеспечивает прибавку урожая от 10 до 15% ($U = 50$ кВ; $t = 3$ с; за 12 дней от обработки до посева). Этот режим совпадает с результатами исследований по электропроводности на ранних этапах развития и доказывает прямую зависимость ее увеличения с повышением продуктивности растений (математическая модель в виде уравнения регрессии по изучению процесса электропроводности в десятидневных растениях пшеницы) (табл. 1).

Следовательно, оптимальные режимы по предпосевной электрообработке семян, повышающие продуктивность растений, можно выявить на основании электрохимических исследований в ранних стадиях онтогенеза и фотосинтеза.

Характер воздействия на семена положительной и отрицательной короны при изучении процесса электропроводности различный. Существенный эффект после электрообработки, обеспечивающий повышение электропроводности в начальный период развития, дает поле отрицательной короны по сравнению с положительной (табл. 1). Это объясняется тем, что об-

Влияние предпосевной обработки семян пшеницы сорта Комета в поле отрицательной и положительной короны на электропроводность

Наименование изучаемого процесса	Вид коронного ряда	Уравнения регрессии	Рекомендуемые параметры электрообработки			Наибольшее значение функции, %
			время обработки, с	напряжение, кВ	срок от обработки до посева, в днях	
Электропроводность в зерне пшеницы после электрообработки	Отр.	$Y = 108,4 + 7,35 x_1 + 4,85 x_2$	5	60	10	120,6
	Пол.	$Y = 113,5 + 6,6x_1 + 5,1x_2 - 5,05x_3 - 6,85x_1x_3 - 8,9x_2x_3 - 3,9x_1^2 - 5,83x_3^2$	3,7	21,6	16	109,5
Электропроводность в десятидневных растениях пшеницы	Отл.	$Y = 108,4 + 5,0x_1 + 3,2x_2 + 6,25x_3 - 6,22x_1x_3 - 9,67x_2x_3 + 14,09x_1^2$	2,8	55,6	13	110,3
	Пол.	$Y = 109,3 - 6,75x_2 + 4,9x_3 - 11,65x_2x_3 + 11,86x_3^2$	1,5	33,3	4	110,5
Электропроводность в пятисуточных проростках пшеницы	Отл.	$Y = 131,8 - 8,9x_1 - 5,45x_2 - 10,2x_1x_2 + 9,05x_2x_3 - 9,55x_1^2 - 5,52x_2 - 2,91x_3^2$	2,96	44,2	10	132,1
	Пол.	$Y = 114,5 - 6,3x_2 + 4,33x_1x_3 + 7,57x_2x_3 - 7,8x_2^2 - 9,3x_3^2 + 5,9x_3^2$	3,1	41,0	12	115,5
Электропроводность в двухсуточных проростках пшеницы	Пол.	$Y = 113,5 + 5,3x_1 + 2,5x_2 - 2,8x_3 + 5,72x_1x_2 - 5,42x_2x_3 - 6,02x_1^2 + 11,76x_2^2 - 3,5x_3^2$				

Примечание. Время обработки X_1 изучалось в пределах 1÷5 с, напряжение электрического поля X_2 30—60 кВ; срок от обработки до посева X_3 в день обработки и за 20 дней.

работка семян в поле положительной короны незначительно изменяет биопотенциал клетки.

Таким образом, воздействие электрического поля постоянного тока высокого напряжения на семена способствует увеличению электропроводности на ранних этапах развития, что приводит к повышению продуктивности растений.

Для подтверждения результатов лабораторных исследований необходимо заложить опыты в полевых условиях и проследить развитие растений в динамике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биофизика. Под общей редакцией акад. В. А. Энгельгарда. М., 1972.
2. Бурмакова Е. В. и другие. Практикум по биофизике. М., «Высшая школа», 1964.
3. Лисенков А. Н. О некоторых планах второго порядка и их использовании в многофакторных объектах.— В сб.: Проблемы планирования эксперимента. М., «Наука», 1969.

ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ КАТАЛАЗЫ И ПЕРОКСИДАЗЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА *

Обработка семян пшеницы в электрическом поле коронного разряда активизирует процессы роста и развития растений, повышая урожайность на 10—15% [1]. Предпосевная электрообработка семян влияет на жизненные процессы, вызывая стимуляцию обмена веществ и ферментативной деятельности, что способствует интенсификации фотосинтеза, усилению биохимических процессов и формированию высокого урожая [2].

Жизнедеятельность растений представляет собой сложную совокупность биохимических реакций. Активизация процессов обмена веществ зависит от деятельности каталитических ферментов (каталазы и пероксидазы) [5]. Каталаза и пероксидаза непосредственно участвуют в окислительно-восстановительных реакциях в процессе роста и развития растений. Железо, входящее в состав активного центра молекул окислительно-восстановительных ферментов, способствует изменению процессов жизнедеятельности растительных организмов [5].

Задачи исследования:

1). Выяснить влияние электрообработки семян пшеницы в поле отрицательной и положительной короны на активность ферментов каталазы и пероксидазы;

2). Выяснить влияние отлежки (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 дня) от обработки семян в электрическом поле до посева в лабораторных условиях на активность каталазы и пероксидазы.

Активность ферментов каталазы и пероксидазы определялась в суточных, трехсуточных и пятисуточных проростках яровой пшеницы Комета. Семена пшеницы имели влажность 10,6%. Температура воздуха при обработке семян составляла 21—24°, относительная влажность 42,0—49,0%. Обработка проводилась на лабораторной установке в режиме: $E = 5$ кВ/см; $I = 50$ кВ; $t = 5$ с. При этом использовалось выпрямительное устройство ПВС60—10. Некоронирующим осадительным электродом являлась плоскость, на которую в один слой помещались семена пшеницы. Для проведения анализов растительный материал выращивался в термостате при температуре 20—22° в чашках Петри. Активность каталазы определялась по Баху А. П. и

* Научные руководители Басов А. М., Изаков Ф. Я.

Опарину А. И., пероксидазы — по Михлину Д. М. и Брновицкой З. С. [3].

В результате проведенных исследований было установлено, что в суточных проростках пшеницы характер воздействия отрицательной короны на активность каталазы не отличается от положительной при всех сроках отлежки (рис. 1 а). Наиболь-

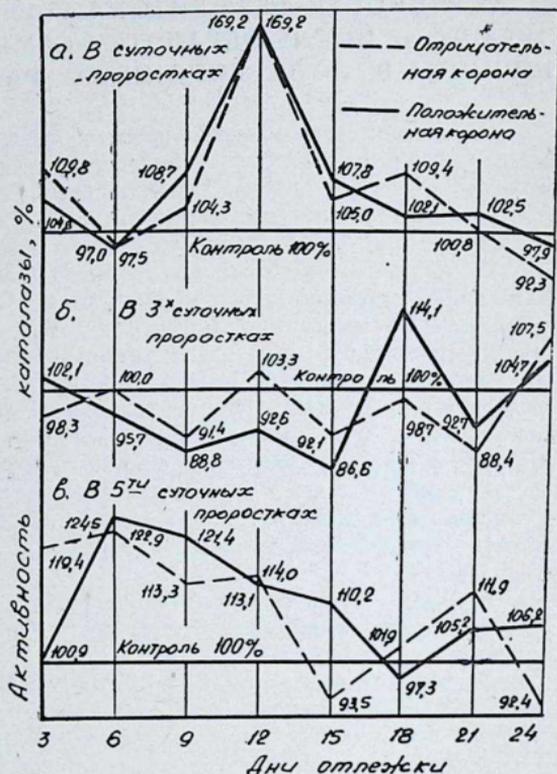


Рис. 1. Активность фермента каталазы в зависимости от сроков отлежки

шая активность каталазы (на 69,2% выше контроля) наблюдается после 12 дней отлежки. В трехсуточных проростках активность каталазы ниже контроля в подавляющем большинстве сроков отлежки (рис. 1 б). Обработка семян пшеницы в поле положительной короны дала значительное повышение активности каталазы в трехсуточных проростках после 18 дней отлежки (на 14,1 выше контроля) и незначительное — после 24 дней (на 4,7%), по остальным срокам тоже наблюдается повышенная активность фермента (рис. 1 б).

В пятисуточных проростках пшеницы после обработки в поле отрицательной короны наблюдается значительное повышение активности каталазы после шести дней отлежки (на 22,9% больше контроля). Затем по мере увеличения срока отлежки активность фермента несколько снижается, но все же остается выше контроля на 13,3% (девять дней отлежки) 14,0% (12 дней отлежки) (рис. 1 в). Необходимо отметить, что после обработки в поле отрицательной короны к 24 дням отлежки активность каталазы снижается.

После обработки семян в поле положительной короны в пятидневных проростках наибольший эффект наблюдается после шести дней отлежки (на 24,5% выше контроля) и девяти дней (на 21,4%) (рис. 1 в). Характерно, что при обработке в поле положительной короны по мере увеличения срока отлежки (15, 21, 24 дня) активность каталазы увеличивается по сравнению с контролем соответственно на 10,2 5,2 и 6,2% (рис. 1 в).

Процесс дыхания и активность фермента каталазы тесным образом связаны между собой. Ввиду того, что после предпосевной обработки семян происходит стимуляция процесса дыхания [2], в проростках пшеницы повышается концентрация перекиси водорода. Это способствует увеличению активности фермента каталазы, которой необходимо интенсивно нейтрализовать токсическое действие перекиси водорода для нормализации процессов жизнедеятельности растений. В суточных проростках пшеницы наибольшая активность фермента пероксидазы после обработки в поле положительной короны наблюдается через 18 дней отлежки (на 13,8% больше контроля) (рис. 2 а). Активность пероксидазы после обработки в поле отрицательной короны повышается по мере увеличения срока отлежки (через 21 день на 9,0% выше по сравнению с контролем, а через 24 дня — 7,6%) (рис. 2 а).

Повышение активности фермента пероксидазы в трехсуточных проростках наблюдается после обработки в поле положительной короны через 21 день отлежки (на 12,5% выше контроля), а в поле отрицательной короны после шести дней (на 7,6%) (рис. 2 б).

В пятидневных проростках пшеницы Комета увеличение активности пероксидазы после обработки в поле отрицательной короны наблюдается через 12 и 15 дней отлежки (на 8,3% и 8,2% выше контроля). По мере увеличения срока отлежки активность пероксидазы после обработки в поле отрицательной короны несколько снижается (рис. 2 в). При обработке семян пшеницы в поле положительной короны наибольшая активность фермента пероксидазы в пятисуточных проростках наблюдается после 18 и 21 дня отлежки (на 13,6% больше контроля) (рис. 2 в). Необходимо отметить, что активность пероксидазы повышается по мере увеличения срока отлежки. Осо-

бенно это характерно для обработки семян пшеницы в поле положительной короны.

Влияние электрического поля отрицательной и положительной короны в принципе одинаковое, однако отрицательные ионы более подвижны, чем положительные. Именно этим можно объяснить то обстоятельство, что активность фермента пероксидазы

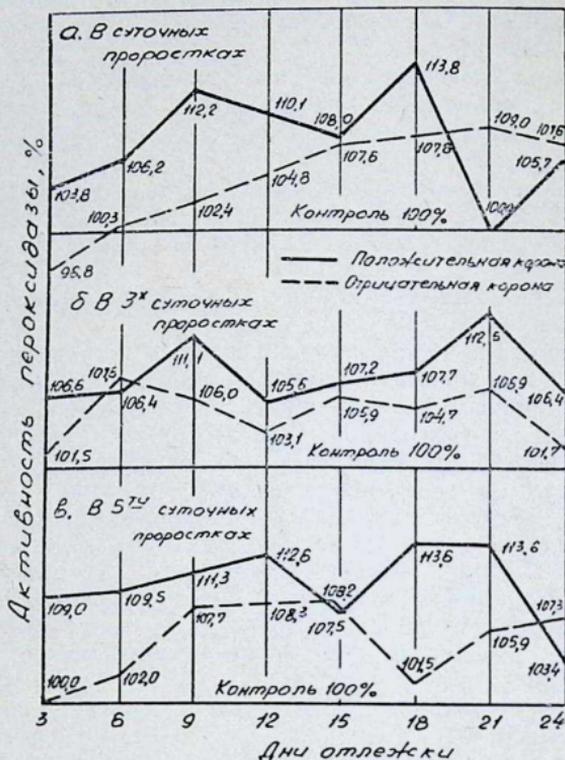


Рис. 2. Активность фермента пероксидазы в зависимости от времени отлежки

дазы повышается при воздействии электрическим полем положительной короны после увеличения сроков отлежки (15, 18, 21 день) (рис. 2). При обработке семян в электрическом поле происходит два процесса. Первый процесс вызван наложением электрического поля на живую клетку, в результате чего изменяется ее биопотенциал [4]. Изменение биопотенциала клетки оказывает очень большое влияние на каталитическую активность окислительно-восстановительных ферментов (каталазы и пероксидазы). Железо, входящее в состав активного центра молекул окислительно-восстановительных ферментов, при изме-

нении биопотенциала клетки после электрообработки меняет электрический заряд (валентность), что способствует усилению процессов жизнедеятельности растений.

Второй процесс связан с возникновением в электрическом поле комплекса с переносом заряда [4]. Предпосевная электрообработка семян, способствуя образованию комплекса с переносом заряда, благодаря сближению молекул ионизированного азота и ферментов, активизирует процесс отдачи и присоединения электрона одного вещества к другому. Непосредственно электрон не переходит с донатора на акцептор — нужен фермент в качестве посредника [5]. Комплекс с переносом заряда, взаимодействуя с ионом железа в активном центре молекулы фермента (каталазы и пероксидазы), способствует переносу электронов и активизации окислительно-восстановительных биохимических реакций в процессе роста и развития растений семена которых прошли электрообработку.

ВЫВОДЫ

1. Обработка семян в электрическом поле повышает активность каталазы и пероксидазы в суточных, трехсуточных, пятисуточных проростках пшеницы.

2. Активность каталазы под влиянием электрического поля повышается на ранних сроках отлежки. По мере увеличения отлежки активность фермента несколько снижается.

3. Активность пероксидазы после обработки семян пшеницы в поле отрицательной короны повышается на ранних сроках отлежки.

4. Обработка семян в поле положительной короны способствует повышению активности фермента пероксидазы при увеличении срока отлежки.

В связи с этим возникает возможность увеличения времени работы электротермической машины на предпосевной обработке за счет того, что одну партию семян обработать за 20 дней до посева в поле положительной короны, а другую в поле отрицательной короны за 12 дней до посева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов А. М., Изаков Ф. Я., Шмигель В. Н., Лукиенко Т. Н., Яснов Г. А., Панус Ю. В. Электротермоочистительные машины. М., «Машиностроение», 1968.
2. Басов А. М., Изаков Ф. Я. Предпосевная обработка семян в электрическом поле коронного разряда. Материалы к симпозиуму, проводимому в марте 1965 г. Центральным правлением НТО сельского хозяйства Министерством с. х. СССР и научным советом электронно-ионной технологии. М., 1965.
3. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений. Издат. сельскохозяйственной литературы. М., 1952.
4. Изаков Ф. Я., Блонская А. П. К вопросу о механизме влияния электрического поля на семена. — «Электронная обработка материалов», 1970, № 2.
5. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. М., «Колос», 1969.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КУСТАРНИКОВ

Объектом для исследования влияния электронно-ионной технологии на всхожесть семян и рост растений являлись семена прутняка простертого (*Kochia prostrata*), терескена серого (*Eurotia ceratoides*), и жузгуна безлистого *Calligonum aphyllum* L.)

Прутняк (степной, горно-степной и пустынный) широко распространен в Казахстане. Он образует несколько географических рас, отличающихся по цвету стеблей, характеру кущения и другим признакам. Прутняк обладает высокими лесомелиоративными и пескоукрепительными свойствами. Вместе с тем он считается наиболее интересным и перспективным в кормовом отношении.

Терескен — полукустарник или небольшой кустарник до 60 см высотой. Встречается во всех полупустынных и пустынных областях Казахстана. Он отличается высокой кормовой ценностью, может также эффективно использоваться для лесомелиоративных целей и озеленения.

Жузгун, кустарник до 2 м высотой; имеет исключительно большое значение для закрепления песков, обладает декоративными свойствами и может быть использован в зеленом строительстве в пределах своего ареала. Молодые веточки жузгуна хорошо поедаются овцами и верблюдами; цветы медоносны; плоды содержат дубильные вещества.

Лесомелиоративные свойства и высокая кормовая ценность этих растений в сочетании с их засухо- и солеустойчивостью позволяют рекомендовать их в качестве первоочередных для освоения полупустынных и пустынных пространств Казахстана. Однако проведению этих работ в широких масштабах в известной мере препятствует низкая всхожесть семян кустарников, произрастающих в зоне пустыни и полупустыни. В связи с этим изыскание и внедрение в практику методов подготовки семян к посеву с целью улучшения их посевных качеств, ускорения роста и развития растений приобретает важное народнохозяйственное значение.

Предыдущими исследованиями было установлено стимулирующее действие электрических полей (электростатического поля высокого напряжения ЭСП и электрического поля корон-

ного разряда ПКР) на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян прутняка, терескена и жужгуна. Были также установлены оптимальные режимы предпосевной обработки и срок отлежки «обработка — посев». Дальнейшим этапом исследований явилось установление влияния предпосевной электростимуляции семян на рост и развитие растений. В этих целях был произведен посев семян указанных растений в типичных условиях их произрастания (поланно-эфемеровая пустыня). За 10 дней до посева семена были обработаны в электростатическом поле и поле коронного разряда на установках лаборатории электронно-ионной технологии зонального конструкторского бюро МСХ Каз ССР. При напряжении 20 кВ расстояние между электродами составляло 10 см. Посев производился в четырехкратной повторности на площади 4×4 м по схеме «латинский квадрат».

В конце периода вегетации был произведен биометрический анализ. Сеянцы прутняка и терескена рендомизированно срезались на уровне корневой шейки (100 растений из каждого варианта опыта), высушивались в термостате до воздушно-сухого состояния, затем взвешивались, производилось измерение их высот и диаметров корневой шейки. Статистический анализ, проведенный по полученному в результате опытов материалу, показал, что средние значения исследованных таксационных элементов растений являются надежными при достаточной точности опыта. Полученные средние значения веса, высоты и диаметра корневой шейки сеянцев опытных вариантов и контрольной группы приводятся в табл. 1, анализ данных которой позволяет отметить, что применение электронно-ионной технологии предпосевной обработки семян обуславливает стимуляцию роста кустарников. Причем наиболее отзывчивыми на действие применяемых физических факторов оказались семена жужгуна. Опытные сеянцы превышают контрольные по весу на 25,19—116,79% по диаметру корневой шейки — на 26,41—81,13%, по высоте — на 20,9—31,2%.

Максимальная величина стимуляции сеянцев терескена наблюдается также по весу (превышение опытных сеянцев над контрольными составляет 47,76—95,52%). Несколько меньший стимулирующий эффект отмечается по диаметру корневой шейки (опытные растения превышают контрольные на 25,0—36,45%). На высоту сеянцев предпосевная электрообработка оказала наименьшее стимулирующее действие: сеянцы опытных вариантов отличаются от контрольных на 0,75—16,44%. В отличие от жужгуна и терескена обработка семян прутняка электрическими полями в большей степени оказалась на высоте сеянцев. Сеянцы опытных вариантов превышают контрольные по высоте на 28,55—44,89%, по диаметру корневой шейки — на 11,84—33,44% и по весу — на 18,47—27,35. Рассматривая вопрос о влиянии времени обработки и вида воздействия на величину

Таблица 1

Средняя величина веса, высоты и диаметра корневой шейки семян в различных вариантах опыта

Вид воздействия	Время обработки	Вес надземной части		Высота растений		Диаметр корневой шейки	
		г	превыш. над конт.	см	превыш. над конт.	мм	превыш. над конт.
Прутьяк простертый							
ПКР	2	7,17	27,35	34,32	43,71	3,83	33,44
	5	6,68	18,65	34,60	44,89	3,38	17,77
ЭСП	2	7,01	24,51	32,80	37,35	3,38	17,77
	5	6,67	18,47	30,70	28,55	3,21	11,84
Контроль		5,63		23,88		2,67	
Терескен серый							
ПКР	2	13,1	35,52	34,20	3,16	6,10	27,08
	5	10,2	52,23	36,20	9,20	6,00	25,00
ЭСП	2	11,54	72,23	38,60	16,44	6,55	36,45
	5	9,90	47,76	33,40	0,75	6,30	31,25
Контроль		6,70		33,15		4,80	
Жузгун безлистый							
ПКР	2	2,84	116,79	31,2	56,00	4,35	54,15
	5	1,64	25,19	20,9	4,5	3,35	26,41
ЭСП	2	2,51	91,6	25,8	29,00	4,80	81,13
	5	1,31		20,0		2,65	

стимуляции роста семян, можно отметить, что увеличение времени обработки несколько ухудшает рост семян; поле коронного разряда в ряде случаев проявляет большую эффективность, чем электростатическое поле.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности использования электронно-ионной технологии для улучшения посевных качеств семян и ускорения роста и развития кустарников и рекомендовать его в производство в качестве нового агротехнического приема.

ЕВТУШЕНКО А. Д., НЕЧЕТ В. А.,
БАХАРЕВА Л. И.

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА СВОЙСТВА МИКРООРГАНИЗМОВ

Вопрос о характере влияния постоянного электрического тока на свойства микроорганизмов приобретает в последнее время все большую актуальность. Это связано, в первую очередь, с тем обстоятельством, что постоянный электрический ток находит все большее применение в различных областях биологии и медицины.

На кафедре микробиологии ЧГМИ проводятся исследования, связанные с изучением процессов взаимодействия различных микроорганизмов с внешней средой при условии воздействия постоянного электрического тока и влияния последнего на различные свойства микробных клеток. Накопленный опыт позволяет сделать ряд обобщений, на наш взгляд имеющих практическое значение для специалистов различных профилей.

Как известно, все процессы взаимодействия клетки с внешней средой осуществляются на уровне клеточной стенки, поэтому при воздействии постоянного электрического тока полученный эффект будет обусловлен состоянием последней. Немаловажную роль при этом должен сыграть и ионный состав среды, в которой находятся исследуемые клетки. Исходя из этого, мы проводили эксперименты с взвешями микробных клеток в электролитах, бактериальными и споровыми аэрозолями. Объектом изучения на разных стадиях исследований служили чистые культуры *E. coli*, *Sh. sonnei*, *Sh. flexneri*, *S. clerby*, *S. anatum*, *S. typhi*; клетки вакцинных штаммов *Past pestis* (E. V) и *Bac. anthracis* (РИ — 17); вегетативные клетки и споры грибов *Aspergillus* и *Penicillium*, а также чистые культуры кислотоустойчивых микробактерий *Mycobacterium tuberculosis* в количестве 34 штаммов). Анализ полученных данных показал идентичность результатов, что дает право на обобщение.

Так, оказалось, что при воздействии на микробные клетки, находящиеся некоторое время между пластинами электродов, постоянный электрический ток может оказывать стимулирующее действие на их жизнедеятельность. Однако для получения такого эффекта в газообразной среде требуется поле напряженностью не менее 100—150 В/см, в жидкой среде на электродах достаточно создать напряженность в 0,5; 1,0 или 2,5 В/см. При-

чем наиболее четкий стимулирующий эффект был получен в опытах со спорами бактерий *Bac. anthracoides*, *Bac. subtilis* (вакционного штамма *Bac. anthracis*) и спорами грибов *Aspergillus* и *Penicillium*), которые по своей биологической сущности можно отнести к семенам, то есть к клеткам, способным длительное время находиться в состоянии анабиоза при неблагоприятных условиях внешней среды. Так, например, количество проросших спор *Bac. anthracoides* и *Bac. subtilis* после воздействия постоянного электрического тока в жидкой среде по сравнению с контролем увеличивалось на 25%, а при воздействии аэрозоли из спор этих же микроорганизмов и спор грибов *Aspergillus* и *Penicillium* количество колоний, выросших в среде, увеличивалось на 10—15%.

Сопоставляя эти данные с результатами исследований других авторов [1, 2, 3], можно сделать вывод о том, что постоянный электрический ток при определенных условиях внешней среды можно использовать как мощный стимулятор роста и развития клеток растительного и животного происхождения. Механизм этого явления довольно сложен, однако, на наш взгляд, постоянный электрический ток в данной ситуации выполняет роль своеобразного раздражителя. По всей вероятности, при кратковременном воздействии он вызывает ионизацию поверхностных компонентов клеточной стенки и активирует адаптивные ферменты, что и побуждает клетку к интенсификации своей жизнедеятельности.

С увеличением краткости воздействия постоянного электрического тока на микробную клетку или с увеличением разности потенциалов на электродах наблюдается противоположный эффект. Так, с увеличением напряженности поля до 10—20 В/см и выше при продолжительном воздействии тока (30—60 мин) на микробные клетки, суспендированные в жидкой среде, у некоторых микроорганизмов наблюдается изменение морфологических, культуральных и тинкториальных свойств. Например, клетки *Bac. anthracoides* после воздействия тока при напряженности поля в 2,5 и 5 В/см в течение 10—15 мин. уже во втором поколении существенно отличались от исходной культуры по своим морфологическим свойствам. Клетки стали более короткими, утратили способность образовывать цепочки. Отдельные особи потеряли способность окрашиваться по Граму. При выращивании на мясопептонном агаре такие клетки образовывали S-форму колоний вместо R-форм. Зато *Sh. sonnei* и *Sh. flexneri* при тех же условиях вместо S-форм чаще давали R-формы. Подвижные клетки *Bac. subtilis* и *Proteus vulgaris* после воздействия на них электрического тока в кислой среде (pH = 3,0—4,5) теряли в первых генерациях способность к активному движению. Однако уже через 2—3 пассажа на электропитательных средах большинство микроорганизмов полностью восстанавливали свои свойства. Это свидетельствует о том, что

постоянный электрический ток может использоваться в микробиологической практике как селективный фактор для получения индуцированных мутаций и отбора клеток с определенными свойствами.

Наряду с этим увеличением напряженности поля при воздействии тока на микробные клетки приводит к повышению уязвимости бактерий по отношению к антибиотикам [4], кислотам, щелочам и защитным силам макроорганизма. Так, кислотоустойчивые споры бактерий, грибов и микробактерий туберкулеза после пребывания в поле постоянного электрического тока теряют кислотоустойчивость, что создает значительные трудности при их выявлении, когда постоянный электрический ток используется для концентрации и выделения возбудителей из материала от больных при диагностике туберкулеза и других инфекционных заболеваний, т. е. в этом случае выбор условий, при которых ток воздействует на микроорганизмы, должен быть особенно тщательным в зависимости от цели и задач проводимых экспериментов. Нужно отметить, что изменяются не только физико-химические свойства клеточной оболочки, но и жизнеспособность микроорганизмов. Так, при напряженности поля в 30 В/см и длительности воздействия в течение 60 мин. в дистиллированной воде погибает до $75,42 \pm 11,6\%$ вегетативных клеток *Bac. subtilis* и *Bac. anthracoides* и только $9,85 \pm 4,14$ их спор. В то же время при воздействии постоянного электрического тока на клетки *Bac. subtilis* в условиях газообразной среды, чтобы вызвать гибель $76,26 \pm 13,03\%$ вегетативных особей, потребовалось создать поле напряженностью 1000 В/см . Правда, длительность воздействия можно уменьшить при этом до $5-10 \text{ с.}$

Существенное влияние при этом на жизнеспособность клеток оказывает и процесс ионизации окружающей среды. Появление в среде ионов Na^+ , Cu^+ , K^+ , H^+ , Cl^- , O^- увеличивает и бактерицидный эффект постоянного электрического тока. Как показали проведенные эксперименты, в основе этого эффекта лежит нарушение нормальной структуры клеточной стенки в результате диссоциации составляющих ее химических соединений, что приводит к нарушению обменных реакций между протоплазмой клетки и окружающей средой. Что касается влияния джоулева тепла, то этот вопрос нуждается в детальном изучении при специальной постановке экспериментов. При постановке наших экспериментов разогрев суспендирующей среды не превышал $1,5-2^\circ\text{C}$ даже при напряженности поля в $150-200 \text{ В/см}$.

Подводя общий итог, можно сказать, что постоянный электрический ток обладает однотипным действием на различные микроорганизмы. Характер качественного эффекта этого действия находится в прямой зависимости от ионного состава среды и величины напряженности поля постоянного электрического тока, создаваемого в ней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Inoue Sh. Длительная слабая электризация питательной среды и рост туберкулезных бактерий. Nagasa. Ki. Med. 1, 1959, 34, 1, 3—4, 48—56.
2. Кравцов П. В. Влияние слабого электрического тока на размножение и активность клубеньковых бактерий. Доклады ВАСХНИЛ, 1965, № 11.
3. Эберг Л. Я., Евтушенко А. Д. Изменение чувствительности бактерий к антибиотикам под влиянием постоянного электрического тока и продуктов электролиза среды.— «Антибиотики», 1971, № 7.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАЧАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НАГРУЗОЧНЫХ ДИАГРАММ ТРАНСПОРТЕРОВ

Экспериментально [1, 2] было показано, что момент сопротивлений M_c при трогании транспортера ТСН-3,О-Б зависит от пути $L_{\text{пуск}}$ пройденного цепью. При проектировании подобного типа приводов необходимо иметь методику предварительного расчета этой зависимости. Устройство и расположение цепи в канале обуславливают наличие ее провисов между скребками. Начало перемещения различных звеньев цепи происходит не одновременно, а по мере выбора этих провисов. Кроме этого, при большей длине цепи существенное влияние оказывают упругие деформации.

Для построения $M_c = f(L_{\text{пуск}})$ воспользуемся теорией прочностного расчета гибких нитей [3]. Эта теория справедлива при следующих условиях и допущениях:

1. Идеально гибкая нить подвешена на двух закрепленных опорах.

2. Стрела провиса нити f значительно меньше длины пролета l , поэтому длина нити $S \approx l$.

3. Провисание нити происходит под действием равномерно распределенной нагрузки q (в частности, от силы тяжести, равномерно распределенной по длине пролета).

В этом случае используются следующие расчетные формулы:

а) сила горизонтального натяжения

$$H = \frac{ql^2}{8f}; \quad (1)$$

б) стрела провиса

$$f = \frac{ql^2}{8H}; \quad (2)$$

в) длина нити по кривой провисания

$$s = l \left(1 + \frac{8f^2}{3l^2} \right). \quad (3)$$

Принципиальное отличие расчетных условий работы цепи транспортера ТСН-3,О-Б от приведенных выше положений состоит в том, что скребки цепи являются подвижными и изменение f может происходить только за счет их перемещения.

С учетом сил трения цепи и навоза $H_{тр}$ аналогично с выражением для одного пролета получим

$$f = \frac{qL^2}{8(H - H_{тр})}. \quad (4)$$

Решая уравнение (4) относительно H , имеем

$$H = \frac{qL^2}{8f} + H_{тр}; \quad (5)$$

Для установления связи между S , l и действующими усилиями, решим совместно уравнения (3, 4).

$$s = l \left[1 + \frac{q^2 l^2}{24(H - H_{тр})^2} \right]. \quad (6)$$

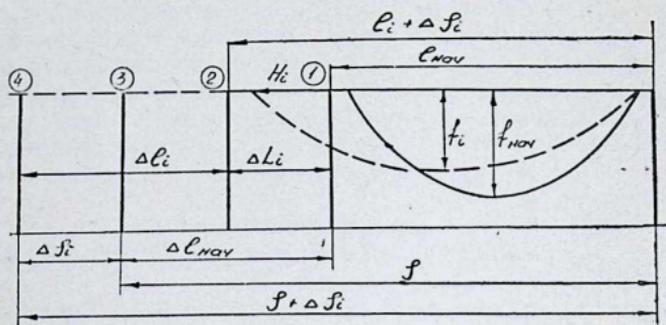


Рис. 1. Схема расположения цепи в канале при перемещении подвижного скребка

Разность между S и l будет

$$s - l = \frac{q^2 l^3}{24(H - H_{тр})^2}. \quad (7)$$

Возьмем пролет цепи (расстояние между двумя скребками) и предположим, что второй скребок неподвижен (рис. 1). В этом случае

$$s - l_{нач} = \Delta l_{нач},$$

где S — длина цепи между двумя скребками при отсутствии упругих деформаций (положение скребка 3);

$l_{нач}$ — расстояние между опорами скребков при $f_{нач}$ (положение скребка 1).

Если теперь к первому скребку приложить усилие H_1 то он переместится на расстояние

$$\Delta L_1 = \Delta l_{нач} - \Delta l_i + \Delta s_i,$$

где $\Delta s_i = (H_1 - H_{тр})K$ — перемещение скребка за счет удлинения цепи, связанного с упругими деформациями;

$K = \frac{1}{E} \left(\frac{l_1}{2F_1} + \frac{l_2}{2F_2} \right)$ — коэффициент упругой деформации цепи;

l_1, F_1 — соответственно суммарная длина пластин цепи в пролете с пазом под соединительные оси и ее сечение;

l_2, F_2 — соответственно суммарная длина пластин в пролете без паза под соединительные оси и ее сечение;

$$\Delta l_1 = (s + \Delta s_1) - (l_1 + \Delta s_1) = s - l_1 = \frac{q^2 l_1^3}{24 (H_1 - H_{тр})^2} -$$

разность между длиной цепи и ее горизонтальной проекцией при \bar{l}_1 , записанная с учетом равенства (7).

Тогда

$$\Delta L_1 = \Delta l_{нач} - \frac{q^2 l_1^3}{24 (H_1 - H_{тр})^2} + (H_1 - H_{тр}) K; \quad (8)$$

так как l_1 незначительно отличается от S , то для упрощения подсчета ΔL_1 в уравнение (8) заменяем l_1 на S

$$\Delta L_1 = \Delta l_{нач} - \frac{q^2 s^3}{24 (H_1 - H_{тр})^2} + (H_1 - H_{тр}) K. \quad (9)$$

Выражение (9) позволяет определить зависимость пути перемещения первого скребка при втором неподвижном в одном пролете цепи, если к нему прикладывать различные усилия H .

Фактически цепь транспортера имеет большое количество пролетов (до 170), и все опоры являются подвижными. Если к цепи приложить усилие H , то как видно из уравнения (9), оно будет уменьшаться в каждом последующем пролете на величину $H_{тр}$. Учитывая это, формулу для определения H в любом пролете n можем записать

$$H_n = H - H_{тр} n$$

Различные величины горизонтальных усилий $H_1 > H_2 > H_3 > \dots > H_n$ вызовут различные перемещения скребков $\Delta L_1 > \Delta L_2 > \Delta L_3 \dots < \Delta L_n$. Путь L , проходимый первым скребком, в месте приложения силы H по мере трогания цепи, будет равен в сумме перемещения отдельных скребков:

$$L = \sum_{i=1}^n \Delta L_i = \sum_{i=1}^n \left[\Delta l_{нач} - \frac{q^2 s^3}{24 (H - i H_{тр})^2} + (H - i H_{тр}) K \right]. \quad (10)$$

Так как усилие, действующее в цепи, убывает в каждом пролете на одну и ту же величину (10), для упрощения расчетов можем записать:

$$\sum_{i=1}^n (H - i H_{тр}) K \approx \frac{H}{2} K n.$$

Тогда уравнение (10) выразим так:

$$L = \sum_{i=1}^n \left[\Delta l_{нач} - \frac{q^2 s^3}{24 (H - i H_{тр})^2} \right] + \frac{H}{2} \text{ Кп.} \quad (11)$$

Выражение (11) справедливо только при отсутствии предварительного натяжения цепи, так как $\Delta l_{нач}$ определено для всех пролетов при одинаковой стреле провиса. Фактически в цепи создается усилие предварительного натяжения $H_{пр}$. В этих условиях $\Delta l_{нач}$ для каждого пролета будет различным, т. е. $\Delta l_{нач i}$. Поэтому в общем случае

$$L = \sum_{i=1}^n \left[\Delta l_{нач i} - \frac{q^2 s^3}{24 (H_{ц} - i H_{тр})^2} \right] + (\Sigma \Delta s - \Sigma \Delta s_{пр}), \quad (12)$$

где $\Sigma \Delta s_{пр}$ — удлинение цепи за счет упругих деформаций под действием $H_{пр}$;

$H_{ц} = H_c + H_{пр}$ — суммарное усилие на приводной звездочке набегающей ветви цепи;

H_c — усилие, необходимое для преодоления сил трения.

Усилие предварительного натяжения действует одновременно в обеих ветвях цепи и в последующих пролетах от натяжной станции равномерно уменьшается на величину $H_{тр}$. Тогда для набегающей ветви (при $i \leq \frac{n}{2}$)

$$\Delta l_{нач i} = \frac{q^2 s^3}{24 (H_{пр} - i H_{тр})^2}.$$

Для сбегающей ветви (при $i > \frac{n}{2}$)

$$\Delta l_{нач i} = \frac{q^2 s^3}{24 [H_{пр} - (n - i) H_{тр}]^2}.$$

Подставив в равенство (12) значение $\Delta l_{нач i}$, окончательно получим

$$L = L_{наб} + L_{сб} + L_{деф}, \quad (13)$$

где

$$L_{наб} = \frac{q^2 s^3}{24} \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{(H_{пр} - i H_{тр})^2} - \frac{1}{(H_{ц} - i H_{тр})^2} \right] - \quad (14)$$

путь, проходимый цепью на приводной звездочке за счет выбора провисов в набегающей ветви;

$$L_{сб} = \frac{q^2 s^3}{24} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{[H_{пр} - (n - i) H_{тр}]^2} - \frac{1}{(H_{ц} - i H_{тр})^2} \right\} - \quad (15)$$

то же в сбегающей ветви;

$$L_{\text{деф}} = \left[\left(H_{\text{ц}} - \frac{n}{2} H_{\text{тр}} \right) n - H_{\text{пр}} n' \right] K - \quad (16)$$

путь, проходимый цепью на приводной звездочке за счет упругих деформаций при условии, когда $H_{\text{пр}} < H_{\text{тр}} \frac{n}{2}$;

$n' = \frac{H_{\text{пр}}}{H_{\text{тр}}}$ — количество пролетов цепи, у которых под действием $H_{\text{пр}}$ произошла упругая деформация звеньев. Когда $H_{\text{пр}} > H_{\text{тр}} \frac{n}{2}$,

$$L_{\text{деф}} = nK \left(H_{\text{ц}} - H_{\text{пр}} - \frac{n}{4} H_{\text{тр}} \right). \quad (17)$$

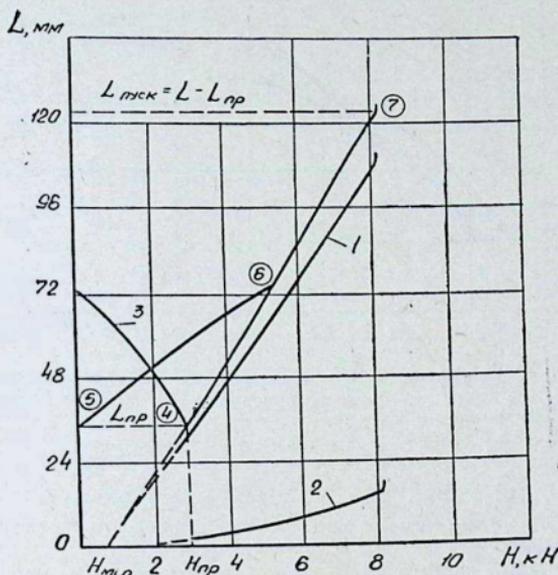


Рис. 2. Теоретическая зависимость L от H при пуске транспортера без навоза с $H_{\text{пр}} = 2,9$ кН: 1 — $(L_{\text{сб}} + L_{\text{нб}}) = f(H_{\text{ц}})$; 2 — $L_{\text{деф}} = f(H_{\text{ц}})$; 3 — $L_{\text{пуск}} = f(H_{\text{пр}})$; 4, 6, 7 — $L = f(H_{\text{ц}})$; 5, 6, 7 — $L_{\text{пуск}} = f(H_{\text{с}})$

Полученные выражения позволяют определить зависимость L от $H_{\text{ц}}$ при трогании транспортера в различных условиях: при отсутствии предварительного натяжения (11), с предварительным натяжением цепи (13), без нагрузки с различной массой навоза.

Таким образом, для теоретического расчета $H_{\text{с}} = f(L_{\text{пуск}})$ в общем случае необходимо использовать следующую методику:

1. По паспортным данным транспортера определить q , s , p .
2. Подсчитать $H_{тр}$ для одного пролета и максимальное усилие сопротивления при перемещении цепи транспортера.
3. Задаваясь усилием предварительного натяжения $H_{пр}$, определить по формуле (11) зависимость $L_{пр} = f(H_{пр})$.
4. По формулам (14, 15) для каждого пролета и всей цепи определить $L_{наб}$, $L_{сб}$ и по (16, 17) $L_{деф}$.
5. Определить по формуле (13) суммарную зависимость $L = f(H_{ц})$.

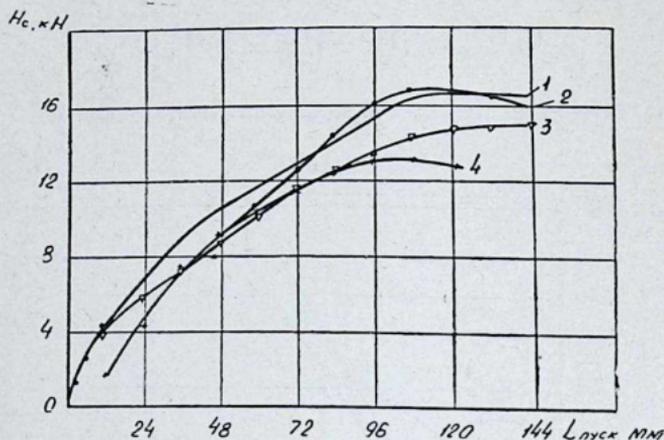


Рис. 3. Зависимость H_c от $L_{пуск}$ при вторичном пуске транспортера:
 1 — теоретическая с $m_{ц} = 2800$ кг при $H_{пр} = 2,9$ кН; 2, 3, 4 — экспериментальные с $m_{ц}$: 2 — 3100 кг; 3 — 2800 кг; 4 — 1380 кг

6. Для построения $L_{пуск} = f(H_c)$ необходимо графически вычесть из $L = f(H_{ц})$ $L_{пуск} = f(H_{пр})$, которая будет являться зеркальным отображением $L_{пр} = f(H_{пр})$.

Полученная зависимость перестраивается в $H_c = f(L_{пуск})$. Результаты теоретического расчета $L_{пуск} = f(H_c)$ по приведенной выше методике для холостого хода ТСН-3, О-Б с длиной цепи 168 м (рис. 2) показывают, что усилие сопротивления по мере трогания транспортера с $H_{пр} = 2,9$ кН достигает максимального значения за $L_{пуск} = 88$ мм, что соответствует угловому пути вала двигателя 7,3 оборота. Из рис. 2 следует, что за счет выбора провисов и упругих деформаций усилие предварительного натяжения, рекомендованное в работах [4; 5], полностью компенсируется и уже в точке 6 становится равным нулю. В результате этого при дальнейшем выборе провисов и удлинения цепи за счет упругих деформаций за приводной станцией образуется слабина цепи, что ухудшает ее сход с приводной звездочки и приводит к рассоединению звеньев цепи. Натя-

жение цепи в этом случае осуществляется только за счет H_c , действующего через всю цепь. Создание большой величины $H_{пр}$ отрицательно сказывается на долговечность работы транспортера, а эффект при этом получается незначительный. Таким образом, при существующей конструкции натяжной станции натяжение цепи за счет $H_{пр}$ осуществляется практически только при неработающем транспортере.

Для улучшения работы транспортера, повышения его надежности необходимо изменить конструкцию натяжной станции, т. е. сделать ее такой, чтобы величина $H_{пр}$ не изменялась от $L_{пуск}$. В результате этого при меньших величинах усилия предварительного натяжения в цепи будет сохраняться $H_{пр}$.

Для подтверждения справедливости полученных теоретических выражений на рис. 3 приведено сравнение теоретической зависимости $H_c = f(L_{пуск})$ при $m_n = 2800$ кг и экспериментальной при $m_n = 1380, 2800, 3100$ кг. Как видно из рис. 3, построенные $H_c = f(L_{пуск})$ по приведенной выше методике дает вполне удовлетворительные результаты и может быть рекомендовано для расчета начальных участков нагрузочных диаграмм транспортеров указанного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаповалов А. Т., Кондратенков Н. И. Пуск транспортеров ТСН-3,0-Б.— «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства». 1974, № 4.
2. Шаповалов А. Т., Кондратенков Н. И. Экспериментальное исследование механических характеристик и нагрузочных диаграмм горизонтальной части транспортера ТСН-3,0-Б.— В сб.: «Системы автоматизированных электроприводов сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий». М., ВИЭСХ, 1973.
3. Беляев Н. Б. Сопrotивление материалов. М., «Наука», 1965.
4. Транспортер скрепковый для уборки навоза из животноводческих помещений. ТСН-3,0-Б. Монтаж, эксплуатация, уход. Елгава, 1970.
5. Мамедов Н. Р. Предварительное натяжение тяговой цепи навозоуборочных транспортеров.— «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», 1967, № 9.

УДК 001.891.

Басов А. М. Научно-исследовательские направления в работе кафедры
Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Результаты исследований по всем научным направлениям находят достаточное отражение в учебной и методической литературе. Показано, что общее направление работы кафедры применения электрической энергии в сельском хозяйстве ЧИМЭСХ сводится к гармоническому сочетанию научных исследований (и в первую очередь проблемных) с совершенствованием методов преподавания и подготовки высококвалифицированных кадров.

УДК 631.371.

Басов А. М. Влияние рабочего органа ЭИТ на формирование новых агроприемов и технологических процессов
Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Показано, как электрические поля постоянного тока высокого напряжения, воздействуя на материал, приобретают функцию рабочего органа. Изучение возможностей ЭИТ позволило сделать выводы, теоретически, экспериментально и в производственных условиях обосновав целесообразность ее применения для создания новых агроприемов и технологических процессов в растениеводстве, животноводстве и т. д. Использование других физических факторов для воздействия на биологические объекты в сельскохозяйственном производстве не позволяет создать комплексные агроприемы, отвечающие требованиям поточного технологического процесса.

УДК 537.212.003.12.

Шмигель В. Н. О рабочем органе в технологических процессах машин
Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Дается физическая оценка различным рабочим органам в технологических процессах.

Показано, что в качестве рабочих органов технологических устройств могут выступать различные силовые поля, в частности электрическое поле, которое обладает целым рядом преимуществ по сравнению с другими рабочими органами машин.

Библиогр.— 10.

УДК 551.59.

Самхарадзе Г. П., Михайлов О. С. К вопросу оценки влияния атмосферных условий на разрядные характеристики установок ЭИТ
Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Рассмотрены данные о температуре и атмосферном давлении воздуха различных метеорологических станций СССР. Произведена количественная оценка влияния колебаний относительной плотности воздуха на характеристики коронного разряда и получены соотношения между параметрами геометрии электродов и электрическими характеристиками короны.

Рис.—2, библиогр.—7.

УДК 631.362.36.

Изаков Ф. Я., Завяцкас В. К. К теории разделения семян на электростатической зерноочистительной машине

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Рассматриваются условия ориентировки эллипсоида в электростатическом поле с учетом моментов, созданных электрическими силами для проводящих частиц и идеальных диэлектриков, и асимметрии центра тяжести. Выявлен признак делимости частиц, ориентированных в электростатическом поле.

Рис.—8, библиогр.—3.

УДК 621.3.032.2.

Басов А. М., Утешев У. Вольтамперные характеристики электрокоронных установок с сетчатым некоронирующим электродом

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Описана методика и приведены результаты экспериментального исследования вольтамперных характеристик различных коронирующих систем. Дан анализ влияния конструкций коронирующего и некоронирующего электродов и скорости воздушного потока на величину тока короны.

Рис.—5, библиогр.—1.

УДК 631.362.36.

Изаков Ф. Я., Желтоухов А. И. Об использовании униполярной зарядки семян в поле биполярной короны

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Показана возможность повышения производительности электроочистительной машины транспортерного типа за счет увеличения электрических сил при использовании диэлектрической ленты в поле биполярной короны.

Рис.—2, библиогр.—4.

УДК 631.3.035.3.

Каменир Э. А., Быков В. Г. О контактной зарядке частиц перед их сепарацией в поле коронного разряда

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены результаты экспериментальных исследований по контактной зарядке частиц. Показано, что она может быть использована для предварительной обработки сепарируемого материала. Разработана конструкция коронного барабанного сепаратора с устройством для предварительной контактной зарядки.

Рис.—5 библиогр.—5.

УДК 621.86.067.

Паранюк В. А. Расположение питающего бункера горки с продольным и поперечным углами наклона

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Предлагается способ выбора оптимального расположения питающего бункера горки с продольным и поперечным углами наклона в зависимости от свойств частицы.

Рис.—1, библиогр.—6.

УДК 631.362.36.

Бабицын Г. С., Ермолин М. Я., Каменир Э. А. К применению электрзернообрабатывающих машин для подготовки семян подсолнечника

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены результаты эксперимента по сортированию и разделению ружанки на некоторых электрообрабатывающих машинах. Показана возможность их использования для указанных процессов.

Рис.—1, табл.—2, библиогр.—2.

УДК 631.362.36 : 621.3.08.

Бабицын Г. С. Влияние окружающей среды на электрическую прочность воздушных промежутков ЭЗМ

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Рассматривается взаимное влияние факторов окружающей среды: температуры, влажности и запыленности на величину пробивной напряженности воздушного промежутка. В результате экспериментирования получены уравнения регрессии, позволяющие получить величину пробивного напряжения при различном сочетании факторов окружающей среды.

Рис.—1, табл.—3, библиогр.—5.

УДК 539.1.073.

Утешев У. Измерение сил, действующих на частицы, находящиеся одновременно в электрическом и аэродинамическом полях.

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены конструкция и принцип действия устройства для измерения сил, действующих на частицы, находящиеся одновременно в электрическом и аэродинамическом полях. Описана методика применения указанного устройства при измерении силы как совмещенного поля, так и отдельных полей.

УДК 633.11.002.61.

Лавров И. М. Аэродинамические свойства зерен пшеницы и овсяга, сориентированных в электростатическом поле

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены результаты экспериментальных исследований аэродинамических свойств семян пшеницы и овсяга, полученных в электростатическом поле при различной фиксированной ориентации частиц. Показана экспериментальная

установка. Приведена эмпирическая зависимость для расчета критической скорости.

Рис.—4, библиогр.—4.

УДК 635.7 : 631.531.173.4.

Грибанова Н. И., Козинский В. А. Исследование сушки семян трав инфракрасным излучением

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены результаты экспериментальных исследований сушки семян трав инфракрасным излучением в лабораторных условиях. Эксперименты проводились при различных режимах работы излучателя. Составлена номограмма для определения режимов сушки в элементарном неподвижном слое в условиях естественной конвекции (допустимая облученность, продолжительность процесса).

Рис.—3, табл.—1, библиогр.—6.

УДК 679.867.

Ахтямов Я. А., Басов А. М., Бабицын Г. С., Каменир Э. А., Шарипов С. М. К поиску признака делимости вспученного вермикулита

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Изложены методика и результаты экспериментального исследования некоторых свойств вспученного вермикулита и пустой породы. На основании полученных результатов предлагается использовать для обогащения вспученного вермикулита центробежные и электростатические сепараторы.

Рис.—2, табл.—3, библиогр.—4.

УДК 621.3.035.3.

Ариольд А. Э., Каменир Э. А. Исследование устройства для подачи ориентированных частиц в камерный электросепаратор

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Описывается устройство для ориентации удлиненных частиц при их подаче в камерный сепаратор. Предложен показатель оценки качества работы такого устройства и представлены результаты исследования.

Рис.—4

УДК 631.227.2.

Файн В. Б. Исследование электрических свойств пыли птицеводческих помещений

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены данные о диэлектрической проницаемости и удельном электрическом сопротивлении пыли птицеводческих помещений. Показано, что при нормальной для птицеводческих помещений влажности воздуха (60—70%) пыль является диэлектриком.

Рис.—5, библиогр.—10.

УДК 678.056.621.359.

Борок А. М. **Аэрозольный источник ионов**

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Рассматриваются условия получения максимального поля в электростатическом распылителе жидкости. Удаётся получить плотность тока, равную $3-4 \text{ мА/дм}^2$ при напряжении на электродах 20 кВ/см .

Рис.—2, библиогр.—2.

УДК 632.934.1.

Дондоков Д. Д. **Исследование работы электростатического распылителя при обработке растений**

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены результаты исследований по электрическому распылению ядохимиката на растения. Показано, что при этом существенно улучшается качество обработки, особенно нижней стороны листьев, где густота покрытия увеличивается в 20—30 раз.

Рис.—3.

УДК 635.7 : 631.563.2.

Червяков Д. М., Ермолаев М. Н., Басов А. М. **Вопросы интенсификации сушки травы с предварительным электрическим воздействием**

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Показаны влияние биологических свойств травы, продолжительность ее сушки, отмечаются недостатки естественной сушки травы. Приводятся методы и результаты исследований обработки клевера электронскими разрядами высокого напряжения с целью сокращения продолжительности сушки. Обработка вдоль стеблей сокращает сушку на 34%, поперек стеблей — на 13%. Наиболее перспективными являются комбинированные способы обработки травы.

Рис.—2.

УДК 621.315.3.

Гарин Н. Н., Изаков Ф. Я. **Изготовление и реставрация полимерной электрической изоляции проводов сельскохозяйственного назначения в электрическом поле**

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Описываются методы нанесения полимерной изоляции на провода, технологический процесс изготовления изоляции в электрическом поле и его экономическая эффективность.

Рис.—4, библиогр.—4.

УДК 631.227.2 : 614.7.

Возмилов А. Г., Файн В. Б. **Анализ систем фильтрации воздуха в птицеводческих помещениях**

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Рассмотрены возможные варианты систем фильтрации вентиляционного воздуха в птицеводстве и проведено сравнение этих вариантов. Сделан вывод о том, что на первом этапе развития биологической защиты в птицеводстве наиболее приемлемой является система фильтрации приточного воздуха.

Библиогр.—5.

УДК 636.2 : 631.531.173.3.

Басов А. М., Коваленко А. Ф., Миронова А. Н. Влияние предпосадочной обработки клубней картофеля в электрическом поле на повышение продуктивности растений

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приведены результаты предпосадочной обработки клубней картофеля в поле коронного разряда и электростатическом поле. Клубни обработаны на ЭКМ—ТБ. Исследования проведены на овощном поле Челябинской плодОВОЩНОЙ станции им. И. В. Мичурина. Результаты экспериментов показали увеличение вегетативной массы растений, ассимиляционной поверхности и повышение урожая на 5,4—28,1%. Кроме того, в клубнях урожай повышается содержание крахмала на 0,6—7,7%, сухого вещества на 0,2—3,8%, витамина С на 0,6—5,8 мг%.
Табл.—1, библиогр.—5.

УДК 633.511 : 632.93.

Мустафаев С. А. Повышение скороспелости и урожайности хлопчатника путем обработки семян в электрическом поле высокого напряжения

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Представлены результаты исследований по совместному действию электрического поля и пониженной температуры на изменчивость хлопчатника. Показана возможность применения импульсов высокого напряжения в качестве мутагенного фактора.

Табл.—1, библиогр.—5

УДК 633.511 : 632.93.

Сайдходжаев А. Мухамадиев А. Стерилизация корневой системы хлопчатника электрическим током

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Описывается метод применения электрического тока для борьбы с поражением хлопчатника вилтом. Приводятся схема установки и результаты исследований. Указывается что реализация этого метода в хозяйственных условиях вполне осуществима.

Рис.—3, библиогр.—1.

УДК 633.11 : 631.531.173.3.

Блонская А. П., Окулова В. А. Влияние электрического поля на электропроводность проростков и растений пшеницы

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Экспериментально получены математические модели электропроводности растений пшеницы на ранних стадиях онтогенеза после обработки семян в электрическом поле постоянного тока высокого напряжения.

Табл.—1, библиогр.—3.

УДК 633.1 : 631.531.173.4.

Блонская А. П., Окулова В. А., Миронова А. Н. Изучение активности ферментов каталазы и пероксидазы после обработки семян яровой пшеницы в поле коронного разряда

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Установлено, что электрообработка семян отрицательной и положительной короны способствует повышению активности катализа на ранних сроках отлежки и пероксидазы при увеличении его.

Рис.—2, библиогр.—5.

УДК 635.976 : 631.531.1734.

Исмаилов К. А. Результаты использования электрических полей для предпосевной обработки семян кустарников

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Приводятся результаты экспериментальных исследований по влиянию электрического поля на посевные качества семян кустарника. Сделан вывод о целесообразности использования ЭИТ для улучшения посевных качеств семян.

Табл.—1.

УДК 576.8.06.

Евтушенко А. Д., Нечет В. А., Бахарева Л. И. Влияние постоянного тока на свойства микроорганизмов

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Рассмотрен вопрос влияния электрического тока на свойства микроорганизмов. Сделан вывод, что характер качественного эффекта этого действия находится в прямой зависимости от ионного состава среды и величины напряженности поля.

Библиогр.—4.

УДК 621.867.

Кондратенков Н. И. Теоретический расчет начальных участков нагруженных диаграмм транспортеров

Труды ЧИМЭСХ, вып. 97, 1975 г.

Предлагается методика расчета нагруженных диаграмм транспортера ТСН-3, 0-Б при пуске и приводятся результаты теоретических исследований. Делаются выводы о необходимости изменения конструкции натяжной станции для увеличения надежности транспортера в работе.

Рис.—3, библиогр.—5.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Басов А. М.</i> Научно-исследовательские направления в работе кафедры	5
<i>Басов А. М.</i> Влияние рабочего органа ЭИТ на формирование новых агроприемов и технологических процессов	8
<i>Шмигель В. Н.</i> О рабочем органе в технологических процессах машин	17
<i>Изаков Ф. Я., Завязцкас В. К.</i> К теории разделения семян на электростатической зерноочистительной машине	20
<i>Самхарадзе Г. П., Михайлов О. С.</i> К вопросу оценки влияния атмосферных условий на разрядные характеристики установок ЭИТ	23
<i>Басов А. М., Утешев У.</i> Вольтамперные характеристики электрокоронных установок с сетчатым некоронирующим электродом	38
<i>Изаков Ф. Я., Желтоухов А. И.</i> Об использовании униполярной зарядки семян в поле биполярной короны	43
<i>Каменир Э. А., Быков В. Г.</i> О контактной зарядке частиц перед их сепарацией в поле коронного разряда	46
<i>Паранюк В. А.</i> Расположение питающего бункера горки с продольным и поперечным углами наклона	53
<i>Бабицын Г. С., Ермолин М. Я., Каменир Э. А.</i> К применению электрозернообрабатывающих машин для подготовки семян подсолнечника	58
<i>Бабицын Г. С.</i> Влияние окружающей среды на электрическую прочность воздушных промежутков ЭЗМ	62
<i>Утешев У.</i> Измерение сил, действующих на частицы, находящиеся одновременно в электрическом и аэродинамическом полях	66
<i>Лавров И. М.</i> Аэродинамические свойства зерен пшеницы и овсяга, сортированных в электростатическом поле	69
<i>Грибанова Н. И., Козинский В. А.</i> Исследование сушки семян трав инфракрасным излучением	74
<i>Ахтямов Я. А., Басов А. М., Бабицын Г. С., Каменир Э. А., Шарипов С. М.</i> К поиску признака делимости вспученного вермикулита	78
<i>Арнольд А. Э., Каменир Э. А.</i> Исследование устройства для подачи ориентированных частиц в камерный электросепаратор	84
<i>Файн В. Б.</i> Исследование электрических свойств пыли птицеводческих помещений	88
<i>Борок А. М.</i> Аэрозольный источник ионов	93
<i>Дондоков Д. Д.</i> Исследование работы электростатического распылителя при обработке растений	97
<i>Червяков Д. М., Ермолаев М. Н., Басов А. М.</i> Вопросы интенсификации сушки с предварительным электрическим воздействием	102
<i>Гарин В. Н., Изаков Ф. Я.</i> Изготовление и реставрация полимерной электрической изоляции проводов сельскохозяйственного назначения в электрическом поле	106
<i>Возмилов А. Г., Файн В. Б.</i> Анализ систем фильтрации воздуха в птицеводческих помещениях	113
<i>Басов А. М., Коваленко А. Ф., Миронова А. П.</i> Влияние предпосевной обработки клубней картофеля в электрическом поле на повышение продуктивности растений	117
<i>Мустафаев С. А.</i> Повышение скороспелости и урожайности хлопчатника путем обработки семян в электрическом поле высокого напряжения	121
<i>Саидходжаев А., Мухаммадиев А.</i> Стерилизация корневой системы хлопчатника электрическим током	125
	159

<i>Блонская А. П., Окулова В. А.</i> Влияние электрического поля на электропроводность проростков и растений пшеницы	129
<i>Блонская А. П., Окулова В. А., Миронова А. Н.</i> Изучение активности ферментов каталазы и пероксидазы после обработки семян яровой пшеницы в поле коронного разряда	133
<i>Исмаилов К. А.</i> Результаты использования электрических полей для предпосевной обработки семян кустарников	138
<i>Евтушенко А. Д., Нечет В. А., Бахарева Л. П.</i> Влияние постоянного тока на свойства микроорганизмов	141
<i>Кондратенков Н. И.</i> Теоретический расчет начальных участков на-грузочных диаграмм транспортеров	145
Аннотации	152

Редактор *М. А. Задко*
Технический редактор *Пашина А. П.*

Подписано к печати 18/XI-1975 г. Формат бумаги 60×90/16. ФБ05502. Учетно-издат. лист. 10. Тираж 500 экз. Цена 73 коп. Заказ 2529.

Областная типография Челябинского областного управления издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Челябинск, ул. Творческая, 127.

