

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

ГОД ИЗДАНИЯ ШЕСТОЙ

1

1963

АРХАНГЕЛЬСКИЙ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени В. В. КУЙБЫШЕВА

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Проф. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчалъ** (зам. отв. редактора), проф. **С. Х. Будыка**, доц. **Г. А. Вильке**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **Г. Н. Зайчик**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **Г. Я. Трайтельман**, доц. **В. В. Щелкунов**.

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

---

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство и о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей лесных вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических и лесохозяйственных институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17,  
Лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

## ЗА УСКОРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ЛЕСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ноябрьский Пленум ЦК КПСС принял важное решение о централизации руководства технической политикой в стране, о создании стройной системы отраслевого подчинения научных учреждений, которая обеспечивала бы более быстрое внедрение в народное хозяйство новейших достижений науки и техники. В свете этих решений научная и учебная деятельность вузовских коллективов должна также принять более конкретный, ясно выраженный отраслевой характер и в то же время обеспечить быстрое развитие теоретических и общинженерных наук. Вузы должны продолжать совершенствовать отраслевую подготовку инженерных кадров на основе последних достижений науки и техники, отражая во всех видах учебных занятий проблемы не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня.

После Пленума ученым вузов и работникам государственных отраслевых комитетов становится все более очевидным, что вузы, наравне с исследовательскими институтами, а может быть и в большей степени, ответственны за технический прогресс в той отрасли, для которой они готовят кадры. Следовательно, вузы должны занимать решающие участки в единой линии научного фронта и получать со стороны промышленности и Госкомитетов соответствующие материальные ресурсы, обеспечивающие наступательное движение науки.

На Пленуме обращалось особое внимание на развитие ряда отраслей народного хозяйства, в том числе лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства; указывалось на необходимость сохранения наших лесных богатств, разумного и бережного их расходования. Партия и Советское правительство и раньше уделяли много внимания лесной промышленности и лесному хозяйству; но никогда еще так остро не ставился вопрос о техническом прогрессе в этой отрасли народного хозяйства — о полном и рациональном использовании древесины; о комплексной механизации и росте производительности на всех этапах заготовительной и лесоперерабатывающей промышленности; об улучшении качества продуктов и изделий из древесины, о расширенном воспроизводстве лесных ресурсов:

За последние годы вузовские коллективы и исследовательские институты проделали значительную работу по механизации и автоматизации отдельных участков и цехов в лесозаготовительных и перерабатывающих предприятиях, по расширению энерговооруженности труда, получению из древесины волокон; пластиков, строительных и конструкционных плит и других новых материалов, по совершенствованию технологических процессов.

Однако, как совершенно правильно отмечали тов. Н. С. Хрущев и другие участники Пленума, развитие лесного производства далеко отстает от современного состояния науки и техники, от потребностей народного хозяйства.

В лесозаготовительной промышленности на работы, выполняемые вручную, приходится свыше 40% всех трудовых затрат, а на сплаве еще больше. Немногим лучше положение и в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности, где ручной труд на складах сырья достигает 15%, на складах пиломатериалов — 40%, а на рейдовых работах и в водных цехах — 70%. Общие трудовые затраты при производстве одной тонны целлюлозы на отечественных заводах значительно выше, чем на новейших предприятиях Канады и США. Комплексная механизация не получила полного завершения ни в одной отрасли лесной промышленности, ибо на самых передовых предприятиях в механизированных потоках все еще применяется ручной труд.

Многие годы десятки научных учреждений и вузов решают проблему полного использования древесины и комплексной механизации производства. В области лесного хозяйства и лесозаготовки работают над созданием высокопроизводительных насаждений на вырубленных и вырубаемых площадях, а также над пересмотром сортиментных и товарных таблиц, с расчетом использования дровяной древесины и отходов лесозаготовок; над организацией комплексных лесных предприятий непрерывного действия. Создают основы организации и экономики комплексного использования древесного сырья, а также разрабатывают технологию переработки отходов лесозаготовок. Решают задачи по унификации механизации лесозаготовительных и лесовосстановительных работ, создания постоянных дорог.

В области деревообработки трудятся над снижением удельного расхода древесины на единицу продукции и полным использованием отходов древесины, особенно за счет производства высококачественных плиточных материалов, унификацией и нормализацией выпускаемой продукции, повышением надежности и долговечности изделий.

В области целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности разрабатывают методы более полного использования всего органического комплекса древесины и более рационального использования отходов производства. Осуществляют перевод всех производственных процессов на непрерывные, с полной их автоматизацией.

Бесспорно, в каждом научном учреждении есть те или иные достижения и рекомендации промышленности, но они не объединены общей идеей и во многих случаях имеют частное применение.

В нашей стране по-прежнему много кубометров древесных отходов остается в лесу, огромное количество опилок, горбылей и реек сжигается в топках, отходами лесохимических предприятий загрязняются реки, захламливаются окружающие территории и отравляется воздух. Трудовые затраты на единицу выпускаемой продукции все еще очень высоки.

Дело складывается так, что ученые и работники промышленности знают, в каком направлении нужно работать для ускорения технического прогресса, часто созывают конференции, где много говорится о пользе изучаемых проблем, а практически эти проблемы решаются годами и десятилетиями. Почему же это происходит?

Это происходит потому, как отмечал в докладе Н. С. Хрущев, что осуществлению четкой и правильной технической политики во многих отраслях народного хозяйства мешают разобщенность и распыленность научных и конструкторских сил. Например, в нашей стране существует более ста научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждений, призванных обслуживать лесную промышленность и лесное хозяйство. В действительности многие из них не могут успешно выполнять эту задачу, так как не имеют квалифицированных кадров, современной экспериментальной базы и вынуждены дублировать друг



друга, приспосабливаться к местным нуждам, решать второстепенные вопросы, забывая об интересах единой технической политики в стране, о специализации и кооперировании производства. Например, на Севере страны — в городах Архангельске, Петрозаводске, Сыктывкаре расположены три института леса, три научных института, занимающихся вопросами лесозаготовительной промышленности. Значительное количество исследовательских институтов, занимающихся лесом, функционирует и в других лесных и нелесных районах страны. Кроме того, при совнархозах, осуществляющих заготовку и переработку леса, имеются крупные проектные институты, многочисленные конструкторские группы и бюро технической информации. К сожалению, эти многочисленные научные и проектные учреждения не имеют самого главного — практической координации своей работы.

За последнее время идет процесс дробления исследовательских учреждений: научные институты, под флагом укрепления науки с производством, открывают свои филиалы и лаборатории. Так, в Архангельске недавно организован филиал Центрального исследовательского института бумаги, без научных кадров и лабораторий; и это при наличии в Архангельске проблемной химической лаборатории в АЛТИ и трех исследовательских институтов, занимающихся химией. Даже Архангельский институт леса и лесохимии открыл свой филиал в Мурманске.

В соответствии с решением Пленума научно-исследовательские, проектные институты и конструкторские бюро, обслуживающие лесную промышленность (в широком смысле этого слова), но находящиеся сейчас в разных ведомствах, должны быть переданы Государственному Комитету по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству при Госплане СССР.

Отраслевое подчинение научных институтов имеет в виду, прежде всего, их укрупнение и сосредоточение научных сил на решении коренных задач, непосредственно связанных с развитием производства.

По нашему мнению, отраслевые институты не могут успешно решать серьезных производственных задач без развития соответствующих общетехнических и лесоинженерных наук. Применение научных знаний к решению практических задач возможно только на основе теоретического обобщения экспериментальных и опытных работ, проводимых в исследовательских институтах; а такая работа возможна лишь мощным научным учреждениям, располагающим современной экспериментальной базой и квалифицированными научными кадрами. Выдвигая такое требование, мы ни в коей мере не думаем, что развитие общинженерных и отраслевых инженерных наук могут обеспечить научные институты, они не в состоянии полностью решить эту задачу, как бы хорошо ни была поставлена там теоретическая работа.

Современные инженерные науки развиваются в тесной взаимосвязи с математикой, физикой, химией и другими основными науками, которые разрабатываются главным образом в Академии наук, учебных институтах и университетах. Поэтому работа исследовательских институтов должна строиться на тесном взаимодействии с теоретическими исследованиями ученых, работающих в вузах.

Нужно остро критиковать научные учреждения, недооценивающие теоретических обобщений и широких связей с учебными институтами, ибо это мешает техническому прогрессу. Возьмем конкретный пример с механизацией и автоматизацией в лесозаготовительном производстве. За последние пять лет в стране построены десятки полуавтоматических поточных линий на нижних складах, но все они работают слабо и не дают должного эффекта. Над доработкой их в различных институтах

трудятся сотни специалистов, выполняющих свою задачу по особым планам, а обобщений нет, нет и теории расчета и конструирования таких линий. Эта проблема может еще надолго остаться нерешенной, если не будут привлечены последние достижения общинженерных наук для создания теории конструирования линий.

Отраслевые институты и промышленные предприятия с большим опозданием подхватывают теоретические разработки ученых вузов. За последние годы учеными Ленинградской лесотехнической академии, АЛТИ и других научных учреждений изучены некоторые свойства лигнина, которые выявили возможность применения в ряде производств сульфатного лигнина. В АЛТИ разработаны полупроизводственные установки для получения лигнина, но организовать выпуск этого нового продукта, применить прогрессивный метод использования древесины нет желания ни у отраслевых институтов, ни у предприятий.

По нашему мнению, отраслевые институты, через систему конструкторских бюро заводов и проектных институтов, должны внедрять в производство не только конструкции своих машин или новые технологические разработки, но и осуществлять практическое применение в производстве результатов исследований вузовских научных коллективов. Приведу по этому поводу положительные примеры:

Кафедра водного транспорта АЛТИ в содружестве с ЛИИВТ и ЦНИИЛесосплава сконструировала новый тип секционного плота; после широких производственных испытаний Архангельский совнархоз и СУРП перешли на сплав леса в этих плотах. Успешно внедрены на лесосплаве по Енисею плоты Сибирского технологического института.

Предложенные Московским лесотехническим институтом совместно с ЦНИИЛХИ нитролаки и грунтовые эмульсии находят эффективное применение в деревообрабатывающей промышленности.

Кафедры инженерных конструкций и сухопутного транспорта леса АЛТИ разработали методику расчета осадок насыпей на болотах; после апробации этой методики на двух всесоюзных совещаниях многие проектные институты приняли ее на вооружение. Используются на лесовозных дорогах также новые покрытия из стабилизированных грунтов, разработанные Московским лесотехническим институтом.

Но путь внедрения нового часто бывает тернистым, и государственным комитетам придется много работать в этом направлении.

Из многочисленных препон, мешающих внедрению в производство законченных вузами исследований, особенно труднооборимы три.

Первая — это отсутствие опытно-испытательных баз, где бы результаты научных достижений любого института получали объективную государственную оценку. В современных условиях доказать прогрессивность новой машины или технологии чрезвычайно трудно. Приведу пример. В 1958 г. большим коллективом ученых АЛТИ была завершена многолетняя работа по разработке, конструированию и изготовлению опытного образца тепловоза для узкоколейных железных дорог, получившего предварительное одобрение и направленное в Крестецкий леспромхоз, где он должен был пройти испытания наряду с мотовозами ЦНИИМЭ и одного машиностроительного завода. В Крестецком леспромхозе тепловоз АЛТИ два года водил составы в ожидании окончания проектирования и изготовления конкурирующих с ним моделей, а затем выяснилось, что машиностроительный завод начал серийный выпуск своей модели тепловоза, не приняв во внимание работы других испытываемых образцов; таким образом, многолетний труд АЛТИ и ЦНИИМЭ оказался безрезультатным.

Вторая препона — это стремление каждого института быть «го-

ловным», быть единственным автором хотя бы и самых незначительных идей и предложений, стремление от начала и до конца решать проблему без посторонней помощи, часто в ущерб интересам производства. Государственный Комитет призван положить этому конец: каждому институту должно быть определено место в решении комплексных проблем. Сообщения о решенных в учебных институтах общетехнических проблемах должны быстро доводиться до сведения работников производства и внедряться путем совместной работы вузов, отраслевых институтов и промышленных предприятий.

Третья препоны — это косность некоторых совнархозов и предприятий в вопросах внедрения нового, особенно если это новое связано в какой-то мере с реконструкцией и реорганизацией.

Если проанализировать принимаемые ежегодно совнархозами и предприятиями решения о проведении мероприятий по механизации и автоматизации производственных процессов, внедрению новой техники и передовой технологии, то окажется, что многие пункты этих решений переписываются из года в год.

На продолжительное время затянулось внедрение в производство установки Ленинградской лесотехнической академии по энергохимическому использованию древесных отходов; двухкамерной топки Архангельского лесотехнического института для энергетического использования несортированных отходов лесозаготовок; агрегата Сибирского технологического института для сбора порубочных остатков на лесосеке. На протяжении нескольких лет Красноярский комбайновый завод не принимает разумного предложения ученых о замене привозного бука, используемого на изготовление деревянных деталей, местной лиственной древесины. Большинство лесозаводов медленно внедряет на складах пиломатериалов новую технологию складских работ — метод «единого сушильного пакета».

Разработанные в 1960 г. Московским лесотехническим институтом технология и машины для раскроя сырья и пиломатериалов на целые и клееные заготовки не внедряются в производство, так как планирующие организации до сего времени не включили в план изготовление опытных образцов машин.

Из-за нераспорядительности совнархозов не внедрены в производство разработанные в Сибирском технологическом институте гидродинамический генератор акустических колебаний для размола бумажной массы и устройство для сушки кормовых дрожжей дымовыми газами. Не находят осуществления предложения Архангельского лесотехнического института по получению дубителей из сплавной коры, одоранта-сульфана из дымовых газов, лаков из сульфатного скипидара и многие другие рекомендации вузов.

Только бурлящий поток народного движения, возглавляемого Геннадием Денисовым и горячо поддержанного Никитой Сергеевичем Хрущевым, прорвал плотину, преградившую путь разумным предложениям ученых о повышении производительности лесов, сохранении подроста на лесосеках, применении постепенных рубок и другим предложениям, направленным на сохранение лесов и восстановление лесонасаждений. Большие права государственных комитетов в деле внедрения новейших достижений науки и техники и широкая инициатива трудящихся в осуществлении решений Пленума в ближайшее время должны устранить эти препоны.

В осуществлении технического прогресса важное место принадлежит научным кадрам. Формирование будущих инженеров, новаторов, талантливых конструкторов и ученых начинается в вузовских аудито-

риях. Вот почему за последние годы деятельность высшей школы направлена на то, чтобы с первых же курсов воспитывать студентов как инженеров-исследователей, смелых новаторов, будущих научных работников. Это возможно только в том случае, когда учебный процесс и научная работа в вузе тесно, воедино связаны с производством.

Для гармонического сочетания учебной, производственной и научной работы вузы, прежде всего, обязаны непрерывно улучшать качественный состав студенчества, пополняя первые курсы передовыми рабочими, новаторами лесного и сельскохозяйственного производства, наиболее способными выпускниками средних школ, которые подготовлены для напряженной и многогранной работы.

В институтах следует также всемерно расширять исследовательские лаборатории, а учебные лаборатории по оборудованию и оснащению подтягивать до уровня исследовательских. Лабораторная база должна стать такой, чтобы студенческий практикум на первых курсах мог включать в себя элементы исследований, а на старших носить ярко выраженный исследовательский характер. Студенты должны постепенно овладевать творческими методами и становиться постоянными помощниками кафедр в выполнении конструкторских и исследовательских работ, а в дальнейшем активными борцами за осуществление технического прогресса.

С этой же целью необходимо совершенствовать преподавание в вузах дисциплин по новой технике и синтетическим материалам, чтобы выпускаемые инженеры были способны внедрять в производство новейшие технические средства. Нельзя согласиться с утверждениями, что знакомство с электроникой, счетно-решающими устройствами и другими разделами новейшей техники нужно не всем инженерным специальностям.

Неправомерность этих утверждений можно доказать на примере лесохозяйственного факультета. До недавнего времени в практической работе инженеров этой специальности не применялась сложная техника, в соответствии с этим положением и в учебных планах лесохозяйственных факультетов математическим и общинженерным наукам отводилось скромное место. Сейчас положение изменилось, инженеры лесного хозяйства при лесоустройстве начинают применять стереоизмерительную и радиолокационную аппаратуру, а для обработки полевых материалов электронно-вычислительную технику. В практику лесохозяйственных работ все шире входят землеройные, грузоподъемные, транспортные и другие машины. В борьбе с пожарами и вредителями леса лесоводы применяют авиацию и современную химию. Таким образом, новая техника необходима и для инженеров лесного хозяйства.

Решения Пленума ЦК КПСС обязывают вузы резко улучшить подготовку аспирантов как для себя, так и для исследовательских институтов, отбирать в аспирантуру наиболее активную и талантливую молодежь. Особую настойчивость учебным институтам следует проявить в повышении квалификации научных кадров. Утвержденные Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР и министерствами других республик планы по подготовке научных кадров должны быть выполнены.

Ф. И. Коперин  
Профессор

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ДЕЙСТВИЕ РАСТВОРА ГИББЕРЕЛЛИНА НА ВСХОЖЕСТЬ  
СЕМЯН ЛЕСНЫХ ПОРОД

В. С. СОКОЛОВ

Кандидат биологических наук

(Центральный ботанический сад АН БССР)

Гиббереллины могут резко стимулировать процессы роста и развития растений. В лесном хозяйстве в настоящий период практически наиболее доступным и дешевым приемом использования гиббереллинов является обработка семян раствором препарата.

В связи с этим в 1960 г. мы изучали влияние гиббереллина, изготовленного на Рижском заводе медицинских препаратов, на прорастание семян различных древесных и кустарниковых пород: березы бородавчатой, сосны обыкновенной, акации желтой, жимолости татарской, шелковицы белой, ясеня пенсильванского.

В опыте, как правило, использовали стандартные семена урожая 1959—1960 гг. Сортность семян определяли предварительно путем учета чистоты и лабораторной всхожести (береза бородавчатая, сосна обыкновенная, жимолость татарская, шелковица белая) или их доброкачественности (акация желтая\*, ясень пенсильванский): Семена для опыта были взяты как в воздушно-сухом, так и набухшем\*\* состоянии.

Лабораторную (техническую) всхожесть определяли путем учета количества проросших семян в течение определенного срока (15—40 дн.) в зависимости от породы. Хотя, согласно ГОСТу 1438—55, для ясеней принимается во внимание доброкачественность семян, в опыте мы учли их всхожесть, которая благодаря обработке гиббереллином за 40 дней составила 72%.

В опытах испытывали 0,002%-ный и 0,02%-ный растворы гиббереллина, то есть концентрации, применяемые при обработке надземных органов растений. Прорастивание воздушно-сухих и набухших семян осуществляли в чашках Петри на фильтровальной бумаге, увлажненной раствором гиббереллина. Для приготовления растворов использовали обычную водопроводную воду.

Результаты прорастивания приведены в табл. 1.

\* Свежесобранные семена акации желтой часто очень медленно прорастают, особенно в жаркую и сухую погоду, поэтому их сортность установлена путем определения доброкачественности.

\*\* Набухание семян осуществлялось до тех пор, пока не прекращалось поглощение ими влаги; у семян акации желтой оно длилось 12 час, у жимолости татарской и ясеня пенсильванского — более суток. Время набухания не включалось в период прорастания семян.

Таблица 1

Порода	Год урожая	Состояние семян	Варианты опыта	Всхо- жесть семян, %	Скорость прораста- ния се- мян, дн.
Береза бородавчатая	1960	Воздушно- сухие	Контроль	78	6,3
			0,002%-ный раствор	66	5,7
			0,02%-ный	69	5,4
Сосна обыкновенная	1959	"	Контроль	72	8,2
			0,002%-ный раствор	76	8,0
			0,02%-ный	70	7,3
Акация желтая	1960	"	Контроль	23	6,2
			0,002%-ный раствор	21	9,0
			0,02%-ный	18	6,5
		Набухшие	Контроль	22	5,5
			0,002%-ный раствор	19	8,3
Жимолость татарская	1959	Воздушно- сухие	0,02%-ный	8	5,4
			Контроль	91	12,9
			0,002%-ный раствор	83	14,3
	Набухшие	0,02%-ный	76	14,7	
		Контроль	92	11,3	
		0,002%-ный раствор	86	11,8	
	1960	Воздушно- сухие	0,02%-ный	77	12,3
			Контроль	72	19,5
			0,002%-ный раствор	72	17,3
Шелковица белая	1959	"	0,02%-ный	86	16,7
			Контроль	12	8,7
			0,002%-ный раствор	80	8,5
Ясень пенсильванский	1959	Набухшие	0,02%-ный	82	8,3
			Контроль	4	8,0
			0,002%-ный раствор	10	24,8
			0,02%-ный	72	14,8

Из представленных данных видно, что семена различных видов древесных и кустарниковых пород неодинаково реагируют на обработку раствором гиббереллина.

Например, резко повысилась лабораторная всхожесть семян шелковицы белой и ясеня пенсильванского, обработанных 0,02%-ным раствором гиббереллина. В этих случаях, как показали наши наблюдения, под влиянием гиббереллина происходило довольно значительное, заметное для глаз растрескивание семенных оболочек, благодаря чему обеспечивалось интенсивное поступление кислорода воздуха к зародышу, что во многом способствует увеличению всхожести семян. Наряду с этим, под влиянием стимулятора, возможно, более интенсивно шли биохимические процессы, ведущие к прорастанию.

Видимое нарушение целостности семенных покровов под влиянием гиббереллина отмечалось также у жимолости татарской урожая 1959 и 1960 гг. Однако в данном случае это обстоятельство не способствовало значительному стимулированию прорастания, так как у жимолости семенные оболочки играют меньшую роль в этом процессе, чем у шелковицы и ясеня.

Как видно из таблицы, под влиянием гиббереллина увеличилась лабораторная всхожесть и сократился период прорастания лишь свежесобранных семян жимолости (урожая 1960 г.), в то время как для семян урожая предыдущего года испытываемые концентрации оказались малоэффективными. Это объясняется относительно неодинаковым состоянием внешних и внутренних органов семян, что обусловлено различными погодными условиями в период их формирования и созревания, различными сроками хранения и другими факторами.

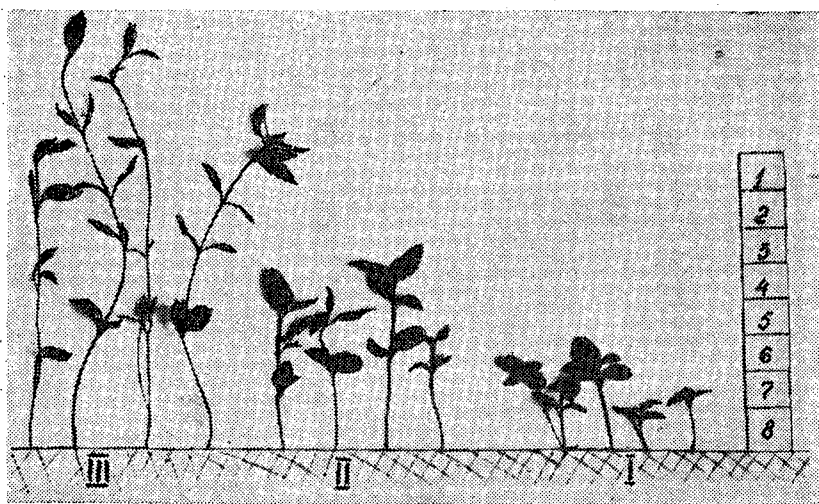


Рис. 1. Влияние раствора гиббереллина в период набухания семян на последующее состояние всходов.

I — контроль; II и III — всходы, выращенные из семян, обработанных 0,002%-ным и 0,02%-ным раствором.

Под влиянием гиббереллина несколько снизилась всхожесть семян березы бородавчатой, свежесобранных семян акации желтой (воздушно-сухих и набухших) и жимолости татарской урожая 1959 г. (воздушно-сухих и набухших), особенно при использовании более высокой концентрации раствора. На сосновые семена гиббереллин почти не оказывал влияния, что можно объяснить неподходящей концентрацией раствора.

Опыт показал, что для определения оптимальной концентрации раствора в период прорастания семян необходимо учитывать лабораторную, а также грунтовую всхожесть, устойчивость всходов к неблагоприятным факторам внешней среды в последующий период и т. д. Излишняя концентрация раствора снижает их лабораторную и грунтовую всхожесть, устойчивость всходов к неблагоприятным факторам внешней среды и вызывает ненормальное развитие молодых растений. Это видно на примерах проращивания семян березы бородавчатой и жимолости татарской урожая 1959 г. Проросшие семена этих пород были высеяны в почву. Результаты опыта показали, что под влиянием избыточной концентрации гиббереллина (0,02%) грунтовая всхожесть семян березы бородавчатой снизилась с 50 (контроль) до 48%, а сохранность всходов через 2—2,5 месяца уменьшилась с 60 (контроль) до 4%. У жимолости татарской всхожесть снизилась с 89 до 67%, а сохранность — с 47 до 4%.

Под действием высокой концентрации раствора (0,02%) растения получают ослабленными: у них резко удлиняется стебель (12 против 1,9 см в контроле), в то время как корни растут медленнее (7,95 против 9,45 см), количество листьев хотя и увеличивается (11,2 против 3,4), однако они имеют малые размеры (рис. 1).

В то же время относительно оптимальная концентрация гиббереллина не только увеличивает лабораторную всхожесть, но и в ряде случаев, как показали наши опыты, способствует более быстрому появлению всходов, повышает всхожесть семян и не снижает жизнеспособ-

ности всходов. Например, у контрольных семян жимолости татарской урожая 1960 г. грунтовая всхожесть составила 60%, а у семян, увлажненных раствором гиббереллина относительной оптимальной концентрации (0,002%) — 70%; всходы, полученные от обработанных раствором гиббереллина семян, отличались значительно большей устойчивостью. Грунтовая всхожесть семян ясеня пенсильванского, набухших в растворе гиббереллина, увеличилась в два раза. Грунтовая всхожесть семян шелковицы белой и сохранность всходов существенно не изменились, однако всходы появились почти вдвое быстрее, что имеет большое значение.

Многочисленными исследованиями установлено, что обработка надземной части растений раствором гиббереллина хотя и способствует более интенсивному приросту стебля и листьев, но в то же время во многих случаях отрицательно влияет на состояние корневой системы; ухудшает ее рост в длину и снижает темпы накопления органического вещества.

Это явление особенно нежелательно для лесных пород, у которых состояние корневой системы часто играет решающее значение для приживаемости сеянцев на лесокультурной площади, их последующей устойчивости и роста посадок.

В табл. 2 приведены данные о соотношении корней и надземных органов всходов в зависимости от приемов обработки семян раствором гиббереллина.

Таблица 2

Способ обработки семян	Порода	Варианты опыта	Отношение воздушно-сухого веса корней к весу надземной части, %
Семена выдерживали в растворе гиббереллина и высевали в почву в ненаклонившемся состоянии	Жимолость татарская	Контроль	43,7
		0,002%-ный раствор	43,9
	Шелковица белая	Контроль	34,1
		0,002%-ный раствор	39,2
Семена выдерживали в растворе гиббереллина до появления проростков, после чего высевали в почву	Жимолость татарская	Контроль	48,1
		0,002%-ный раствор	36,8
	Ясень пенсильванский	Контроль	47,1
		0,002%-ный раствор	39,3

Данные, приведенные в таблице, показывают, что в том случае, когда высевали набухшие в растворе и ненаклонившиеся семена, из них образовывались всходы с нормальным соотношением корней и органов надземной части. Если же семена выдерживали в растворе до образования проростков, из них получались всходы со слаборазвитыми корнями и непропорциональным соотношением других органов.



## РЕЗУЛЬТАТЫ АЭРОСЕВА В КВАНДОЗЕРСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. Е. КИЗЕНКОВ**

Аспирант

**Ф. Б. ОРЛОВ**

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В нашей стране за последние 25 лет с самолета засеяна значительная площадь концентрированных вырубок и гарей. Вопросам изучения эффективности аэросева уделено большое внимание в работах ряда лесоводов [12], [10], [11], [3], [5], [1], [6], [13], [14] и др.

На Севере исследованиями аэросева продолжительное время занимаются работники кафедры лесных культур Архангельского лесотехнического института, в результате чего накоплен значительный материал. Однако многие вопросы его применения изучены недостаточно и являются спорными. В связи с этим необходимо всестороннее изучение аэросева лесных семян прежних лет и обобщение опыта его применения.

Настоящая работа является результатом исследования культур, созданных аэросевом в 1952 г. в Квандозерском лесничестве комбината «Мехреньглес».

### *Характеристика площади аэросева и его проведение*

Аэросев в Квандозерском лесничестве проведен в кварталах 115—116 (509,7 га) и 39 (224,8 га). Господствующей породой на всей площади до рубки насаждения была ель. Преобладающий тип леса — ельник-черничник. Почвы свежие супесчаные и легкосуглинистые на карбонатном суглинке, оподзоленность средняя. Рельеф слабоволнистый. Заготовку древесины производили в период с 1948 по 1951 гг. Трелевку хлыстов осуществляли тракторами КТ-12. Степень минерализации почвы при заготовке древесины в весенне-летний период составляла 15—20% площади. Очистка лесосек — огневая в кучах. Весной 1951 г. на значительной площади прошел пожар, который в разной степени минерализовал верхний слой почвы. На лесосеках обсеменителей не оставляли; подростка предварительного происхождения почти не сохранилось. Захламленность на всей площади в основном слабая — до 15 м<sup>3</sup> на 1 га. Естественное возобновление в год проведения аэросева представлено березой до 1000 шт. на 1 га (высота 20—25 см) и осинкой до 150 шт. на 1 га (высота 35—40 см). Посев семян производили с самолета ПО-2А сплошным способом. В кварталах 115—116 22—27 мая высевали семена сосны II—III классов

сортности, собранные в разных лесхозах Архангельской области, в среднем 1,88 кг на 1 га. В квартале 39 2—4 июня высевали семена ели II—III классов сортности, также местные, 1,65 кг на 1 га.

### Обследование культур

Культуры сосны и ели на всей площади аэросева нами обследовались дважды: в августе 1953 г. и июле 1961 г. В 1953 г. для учета двухлетних всходов равномерно на всей площади было заложено 1510 учетных площадок размером  $2 \times 2$  м каждая. В 1961 г. размер учетных площадок для обследования 10-летнего молодняка был увеличен до  $2 \times 20$  м. Их закладывали вдоль ходовых линий с расстоянием между ходовыми линиями 400—600 м и между центрами площадок — 20 м в 1953 г. и 100 м — в 1961 г. Величина обследованной площади составила 0,09—0,1% от общей площади аэросева, что соответствует указаниям Н. Е. Декатова и Н. С. Зюзя [4]. При обследовании культур сосны и ели вся площадь аэросева нами разбита на три выдела в зависимости от степени воздействия огня на живой напочвенный покров и лесную подстилку, состава напочвенного покрова, а также высеваемой породы.

На выделе № 1 площадью 228 га (кварталы 115—116) пожар 1951 г. полностью уничтожил живой напочвенный покров и лесную подстилку. Почва среднеподзолистая свежая легкосуглинистая. В 1953 г. на этом выделе в покрове преобладал иван-чай (0,3—0,4). По данным обследования 1961 г. в живом напочвенном покрове господствуют черника (0,4), хвощ лесной (0,2), из мхов — кукушкин лен с сомкнутостью 0,8. Захламленность слабая. Бывший тип леса — ельник-черничник. Рельеф площади сравнительно ровный. Высеена сосна.

На выделе № 2 площадью 281,7 га (кварталы 115—116) воздействия огня не было. Почва и захламленность в основном такие же, как на предыдущем выделе. В 1953 г. в живом напочвенном покрове преобладал луговик извилистый (0,4—0,5), редко вейник, иван-чай, брусника. В 1961 г. доля луговика извилистого уменьшилась до 0,1. В напочвенном покрове господствуют черника (0,4), из мхов — кукушкин лен (0,7). Редко встречаются майник двулистный, копытень. Естественное возобновление в 1953 г. было представлено березой и осинкой до 2000 шт. на 1 га (высота — 30—50 см), в 1961 г. — березой и осинкой до 8000 шт. на 1 га (высота 2,7—3,0 м). Бывшие типы леса — ельник-черничник на большей части выдела (187 га), ельник-брусничник (56 га) и ельник-долгомошник (38,7 га). Высеена сосна.

На выделе № 3 площадью 224,8 га (квартал 39) прошел беглый пожар, который вызвал неполное прогорание лесной подстилки и уничтожил большую часть древесно-кустарниковой и травянистой растительности. Почва свежая легкосуглинистая. Живой напочвенный покров в 1953 г. был представлен, главным образом, иван-чаем (0,3) и луговиком извилистым (0,1—0,2). В 1961 г. в покрове преобладали черника (0,5); брусника (0,1), из мхов — кукушкин лен (0,5). Естественное возобновление в 1953 г. было представлено березой до 700 шт. на 1 га (высота 30—40 см), в 1961 г. — березой и осинкой до 8000 шт. на 1 га (высота 2,5—2,8 м). Тип леса ельник-черничник. Высеена ель.

Табл. 1 показывает распределение молодняка хвойных после аэросева, а также самосева лиственных пород на 1 га по выделам.

Из таблицы видно, что лучшие результаты оказались на выделе № 1. В данных условиях огонь, вызвавший полное прогорание лесной подстилки, благоприятно повлиял на появление и дальнейшее разви-

Таблица 1

№ выдела	Время обследования	Количество учетных площадок	Количество здорового молодняка на 1 га, шт.								
			всего хвойных и лиственных	сосны		ели		березы		осины	
				$M \pm m$	%	$M$	%	$M$	%	$M$	%
1	Август 1953 г.	467	27500	26200 ± 450	95,5	—	—	1100	4,0	200	0,5
	Июль 1961 г.	55	18400	13900 ± 800	75,5	—	—	3200	17,5	1300	7,0
2	Август 1953 г.	573	12550	10450 ± 650	83,5	—	—	1600	12,5	500	4,0
	Июль 1961 г.	68	11980	4180 ± 500	35,0	—	—	5900	49,0	1900	16,0
3	Август 1953 г.	470	1500	—	—	800	53,5	700	46,5	—	—
	Июль 1961 г.	57	8050	—	—	350	4,3	6900	86,0	800	9,7

тие всходов, что отмечено также в ряде литературных источников [12], [10], [11], [1], [9] и др.

Там, где огонь не затронул поверхность почвы (выдел № 2), результаты аэросева оказались значительно ниже, несмотря на одинаковые лесорастительные условия, норму и время высева семян.

Отпад молодых сосенок за 8 лет на участке № 2, не подвергшемся прогоранию, происходил значительно интенсивнее (60%), чем на сильно выжженном участке № 1 (47%). Это объясняется тем, что живой напочвенный покров из злаков на выделе № 2, где не было прогорания, развивался значительно сильнее, особенно в первые годы. Следует также отметить неравномерность распределения всходов сосны на площади выдела № 2. Сосенки в основном расположены на огнищах, в местах поранения почвы при трелевке древесины, в прогалинах, между куртинами луговика, около разложившихся пней.

На выделе № 3 посев ели не дал желаемого результата. Это объясняется тем, что посев семян был произведен на площади, на которой пожар в значительной степени уничтожил древесно-кустарниковую и травянистую растительность. Молодые всходы ели в первый же год в силу биологических особенностей не могли прижиться на гари, лишенной полога из лиственных пород и травяного покрова. Необходимо отметить, что при учете в 1953 г. насчитывалось 1850 однолетних сухих елочек на 1 га и 675 двухлетних. В общей сложности отпад за два года после посева составил 76%. Все погибшие елочки были расположены на открытых местах, здоровые всходы, как правило, около пней, валежника или отдельных березок, не тронутых пожаром. Аналогичные данные получил Е. П. Сысоев [14].

#### Качественная характеристика результатов аэросева

При оценке культур сосны и ели, созданных аэросевом, мы использовали шкалу, предложенную Е. П. Сысоевым [14], согласно которой результат аэросева следует считать хорошим при количестве равномерно расположенных здоровых всходов сосны на третий год после посе-

ва от 5 до 8 тыс. на 1 га, ели 3÷5 тыс.; удовлетворительным — 3÷5 и 1÷3; плохим — ниже 3 и ниже 1 тыс.

Таким образом, в кварталах 115—116 на площади 509,7 га, включающей выделы № 1 и 2, при наличии 10-летних сосенок в среднем 8540 шт. на 1 га, результат аэросева следует признать хорошим. Качество культур сосны вполне удовлетворительно. Средняя высота их равна 156,8 см; максимальная — 247 см. Средний прирост по высоте в 1959 г. составил 19,8 см; в 1960 г. — 22,2 см; в 1961 г. — 43,4 см. Сомкнутость крон в 1961 г. равнялась 0,5—0,6, а с лиственным молодняком 0,7—0,8.

Сомнительного молодняка сосны в 1961 г. оказалось 960 шт. на 1 га, засохшего — 300. Усыхание вызвано заглушением молодняка в отдельных местах густым пологом лиственных пород. Заболевания щотте и сосновым вертуном единичны.

Посев семян ели на выделе № 3 дал явно неудовлетворительный результат (табл. 1). Средняя высота 10-летних культур ели 124,5 см. Качество их вполне удовлетворительно.

### Результаты аэросева в зависимости от типов леса

Влияние типов леса на результаты аэросева хорошо выражено на выделе № 2, где бывшие насаждения были представлены тремя типами леса.

Таблица 2

Бывшие типы леса	Площадь, га	Количество сосенок на 1 га, шт.		Отпад, %
		1953 г.	1961 г.	
Ельник-черничник	187	12500	5100	59,0
Ельник-брусничник	56	7700	3600	53,0
Ельник-долгомошник	38,7	3400	800	76,5

Из таблицы видно, что лучший результат аэросева сосны отмечен в бывшем типе леса ельник-черничник. Значительный отпад культур сосны за 8 лет объясняется тем, что на свежих почвах этого типа леса создались благоприятные условия для разрастания луговика извилистого, который заглушал молодые сосенки. В ельнике-брусничнике результаты несколько ниже, что вызвано снижением грунтовой всхожести семян из-за сухости верхнего горизонта почвы, наступившей вскоре после посева. Несколько меньший отпад связан с ослабленным влиянием живого напочвенного покрова, который представлен луговиком извилистым (0,2—0,3), иван-чаем (0,1—0,2). Худшие результаты оказались в ельнике-долгомошнике. Мощный моховой покров из кукушкина льна (до 15—20 см) препятствовал появлению всходов. Семена зависали в подушках мха, а прорастающие не входили в контакт с минеральной частью почвы, на что указывает также в своей работе О. Э. Шергольд [16].

На развитие всходов после аэросева сильное влияние оказал живой напочвенный покров, который постоянно изменяется во времени как по видовому составу, так и по степени развития [15], [2], [7], [8] и др. Представителями живого покрова, оказывающими наиболее существенное влияние на всходы, являются иван-чай, луговик извилистый и вейник. Растительная группировка с господством иван-чая со степенью покрытия 0,2—0,4 в первые годы после посева благоприятно влия-

ла на развитие всходов, которые под его пологом находили защиту от крайних температур и излишнего освещения. В последующие годы с увеличением густоты иван-чая до 0,7—0,8 сказывалось его вредное влияние на молодые сосенки, в результате чего происходил значительный отпад культур. В 1953 г. на заложенных нами площадках с густотой иван-чая 0,2—0,4 всходов-двухлеток насчитывалось 35—37 тыс. шт. на 1 га, а с густотой 0,7—0,8 в среднем 11—12 тыс. шт. Наиболее отрицательное влияние на молодняк сосны оказал луговик извилистый.

Результаты аэросева зависят от давности рубки, с чем, несомненно, связана и степень задернения вырубки. На вырубках 1948—1949 гг. при средней задерненности луговиком извилистым на 1 га насчитывалось 2325 десятилетних сосенок, а на вырубках 1950—1951 гг. при слабой задерненности — 6480 шт. В местах с сильной задерненностью луговиком извилистым всходы после аэросева отсутствовали.

Естественное возобновление в последующие после аэросева годы протекало неодинаково, что видно из табл. 1.

Наши наблюдения в 1953 г. показали, что примесь лиственных пород оказывала положительное влияние на культуры; под пологом их в первые годы всходы сосны и ели находили защиту от неблагоприятных условий. При повторном обследовании культур сосны обнаружено, что в отдельных местах наблюдается значительное угнетение и охлестывание молодых сосенок березой и осинкой, особенно при сомкнутости полога последних 0,7—0,8. В этих случаях нужны рубки ухода.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. Опыт аэросева сосны и ели. Сборник статей по лесному хозяйству. Архангельск, 1958. [2]. М. Д. Данилов. Лесоводственное значение иван-чая. Сборник трудов Поволжского лесотехнического института, вып. 1, 1937. [3]. Н. Е. Декатов. Аэросев в таежной зоне. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1955. [4]. Н. Е. Декатов, Н. С. Зюзь. Указание по аэросеву семян сосны и ели. Л., 1956. [5]. Н. Е. Декатов. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. Гослесбумиздат, М.-Л., 1961. [6]. П. Н. Львов, А. И. Стальский. Аэросев семян сосны и ели в связи с типами вырубок. Сборник статей Института леса и лесохимии «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве», Архангельск, 1959. [7]. И. С. Мелехов, П. В. Голдобина. Изменение напочвенного покрова в связи с концентрированными рубками. Сборник научно-исследовательских работ АЛТИ № 9, 1947. [8]. Ф. Б. Орлов. Об изменении живого напочвенного покрова на гарях. Сборник научно-исследовательских работ АЛТИ № 9, 1947. [9]. Ф. Б. Орлов. К вопросу о влиянии травянистой растительности на возобновление сосны. Труды АЛТИ, т. XIII, 1949. [10]. Ф. Б. Орлов. Шире применять аэросев на Севере. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1954. [11]. Ф. Б. Орлов. Результаты аэросева на Тотемской гаре Вологодской области. Труды АЛТИ № 14, 1954. [12]. А. П. Пестерев. Аэросев как способ лесовозобновления вырубаемых площадей на Севере. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1952. [13]. Е. П. Сысоев. Эффективность аэросева в Кировской области. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1957. [14]. Е. П. Сысоев. Лесовосстановление концентрированных вырубок путем аэросева в условиях Кировской области. Киров, 1959. [15]. М. Е. Ткаченко. Очистка лесосек. Сельхозгиз, М.-Л., II изд., 1931. [16]. О. Э. Шергольд. Результаты аэросева в Коми АССР. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1954.

Поступила в редакцию  
25 апреля 1962 г.

## СОРИМЕНТАЦИЯ ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СИБИРИ ПО ТОВАРНЫМ ТАБЛИЦАМ

Э. Н. ФАЛАЛЕЕВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Сибирский технологический институт)

При сортировке древесных запасов насаждения или лесного массива часто пользуются товарными таблицами, дающими возможность определить суммарный выход деловой древесины и промышленных сортиментов без предварительного перечета деревьев. Впервые такие таблицы были введены в производственную практику Н. П. Анучиным [1].

Товарные таблицы составляются на основе закономерного распределения деревьев по ступеням толщины, что зависит от среднего диаметра насаждения. При этом на основании закономерностей, установленных А. И. Тарашкевичем [3], [4] и А. В. Тюриным [5], [6], [7], считается, что насаждения с близкими средними диаметрами характеризуются одинаковым строением по толщине, а следовательно, и однородной товарной структурой. Указанное положение справедливо лишь по отношению к одновозрастным насаждениям. Анализ данных 526 пробных площадей, заложенных в пихтовых лесах различных районов Сибири, показывает, что в насаждениях с одинаковыми средними диаметрами деревья по толщине часто распределяются по-разному, а поэтому выход деловых сортиментов в них различен. Это обусловлено тем, что пихтовые насаждения Сибири отличаются разновозрастностью и по своему строению существенно отличаются от нормальных. Специальные исследования [9] показали, что степень варьирования диаметра и высоты деревьев в пихтовых насаждениях по сравнению с чистыми одновозрастными значительно выше.

С течением времени в строении пихтовых древостоев, а также других компонентов насаждения — подроста, подлеска и живого напочвенного покрова — происходят существенные изменения. Это дало нам основание по аналогии с известной схемой Б. П. Колесникова [2] выделить в пихтовых насаждениях качественно обособленные стадии развития [8].

Таким образом, для построения рядов распределения деревьев по толщине необходимо, помимо величины среднего диаметра, знать принадлежность их к определенным стадиям развития (табл. 1). Табл. 2 иллюстрирует распределение по ступеням толщины деревьев в зависимости от стадий развития при средних диаметрах пихтарников 20 и 24 см. Такой же характер имеют ряды распределения деревьев по толщине при других средних диаметрах.

Таблица 1

Стадии развития пихтовых насаждений	Древостой	Подрост	Подлесок	Живой напочвенный покров
Молодняк и-совмещающаяся с ней стадия перестойности. Перестойность и совмещающаяся с ней стадия молодняка	Наибольшее количество деревьев имеет диаметр, близкий к среднему. Много крупномерного сухостоя и валежника, в пологе больше ок-на и прогалны	Густой, образующий куртины и группы в прогалинах и окнах	Средней густоты, по видовому составу разнообразный	В густом травяном покрове много светолюбивых видов. Моховой покров обычно не выражен
Средневозрастность и совмещающаяся с ней стадия разрушения. Разрушение и совмещающаяся с ней стадия средневозрастности	Основная масса деревьев прихоронится на низшие ступени толщины. Много крупномерного сухостоя и валежника	Очень редкий, сильно угнетенный	Не выражен	Очень редкий, часто совсем не выражен
Припевание и совмещающаяся с ней стадия окончательного распада. Окончательный распад и совмещающаяся с ней стадия припевания	Наибольшее число деревьев прихоронится на ступень толщины несколько меньше средней. Очень много засохшего тонкомера	Редкий, угнетенный	Редкий	Редкий
Спелость	Основная масса деревьев прихоронится на ступень толщины, близкую к средней	Редкий, угнетенный	Редкий	Средней густоты

Стадия развития насаждений	Распределение числа деревьев (%)					
	4	8	12	16	20	24
Молодняк—перестойность	9,0	7,4	14,5	19,0	19,2	15,8
	<u>7,7</u>	<u>6,7</u>	<u>9,3</u>	<u>13,7</u>	<u>15,8</u>	<u>15,8</u>
Средневозрастность — разрушение	21,5	15,2	12,9	11,2	9,8	9,5
	<u>18,3</u>	<u>13,9</u>	<u>11,8</u>	<u>10,0</u>	<u>8,9</u>	<u>8,0</u>
Приспевание — окончательный распад	10,7	19,6	16,4	14,3	11,6	8,2
	<u>8,4</u>	<u>13,2</u>	<u>15,4</u>	<u>12,9</u>	<u>11,9</u>	<u>9,7</u>
Спелость	4,6	9,3	14,1	18,3	20,0	17,2
	<u>2,2</u>	<u>4,3</u>	<u>8,3</u>	<u>14,1</u>	<u>19,6</u>	<u>20,1</u>

Примечание. В числителе — данные для насаждений, имеющих средний

Товарные таблицы составляют обычно для трех разрядов товарности, которые устанавливаются в каждом конкретном случае глазомерно по соотношению в насаждении числа деловых и дровяных стволов. Необходимо отметить, что достоверное отношение деревьев пихты к тем или иным категориям качества возможно только после их спиливания и разделки на сортименты. Глазомерно без рубки дерева это сделать невозможно, так как основным сортообразующим пороком древесины пихты являются комлевые гнили. По внешним признакам их наличие в подавляющем большинстве случаев установить не удается, так как плодовые тела на зараженных деревьях появляются далеко не всегда. Кроме того, даже если нижняя часть ствола и поражена гнилями, то это еще не является основанием для отнесения дерева к дровяным.

Анализ пробных площадей, на которых по методу случайной выборки было взято значительное число моделей с разделкой на сортименты, показывает, что в пихтовых лесах полуделовые и дровяные деревья встречаются редко. По данным 40 пробных площадей, заложенных в различных районах Сибири, на которых было срублено 4255 моделей, на долю деловых стволов пришлось 97,8%. Наибольшее количество полуделовых и дровяных деревьев на отдельных пробных площадях не превысило 9,2%, а на ряде проб их вообще не оказалось. Отсюда следует, что все пихтовые древостои относятся к первому разряду товарности. В то же время лесоустроители, зная, что пихта в сильной степени поражена комлевыми гнилями, характеризуют пихтовые древостои вторым и даже третьим разрядами товарности, что заведомо ведет к резкому уменьшению выхода деловой древесины, определяемого по товарным таблицам. То же самое можно сказать о материальной оценке лесосечного фонда по данным глазомерной таксации с последующим использованием товарных таблиц.

В связи с этим мы отказались от деления пихтовых древостоев по разрядам товарности и составили товарные таблицы в одном варианте отдельно для насаждений, относящихся к различным стадиям развития (табл. 3). Выход деловой древесины при одном и том же среднем диаметре оказывается примерно одинаковым и колеблется в пределах 2%. Однако распределение древесины по классам крупности и на основные промышленные сортименты существенно различается. Так, выход балансов и рудничной стойки в насаждениях на стадиях молодняка, приспевания и спелости в среднем на 5% выше, чем в насаждениях других стадий. Поэтому составление товарных таблиц



Таблица 2

по ступеням толщины (см)								
28	32	36	40	44	48	52	56	60
8,4	5,1	1,4	0,2	—	—	—	—	—
13,1	8,6	5,7	2,6	0,3	0,2	—	—	—
8,0	5,8	3,2	1,3	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2
8,0	7,2	5,7	3,7	2,4	1,1	0,6	0,3	0,1
7,5	4,5	3,5	1,9	1,2	0,3	0,1	0,1	0,1
7,0	6,4	5,0	3,5	2,8	1,6	1,2	0,7	0,3
10,0	4,2	1,5	0,8	—	—	—	—	—
14,7	8,9	5,0	1,8	0,7	0,3	—	—	—

диаметр 20 см; в знаменателе — 24 см.

Таблица 3

Средний диаметр насаждения, см	Распределение запаса, % от общего			Распределение деловой древесины по классам крупности, %			Выход промышленных сортиментов, % от запаса деловой древесины			
	деловая древесина	дрова	отходы	крупная	средняя	мелкая	баланс	рудинчатая стойка	пиловочник	мелкий кругляк

## Стадия молодняка — перестойности или перестойности — молодняка

14	75	12	13	—	58	42	89	—	—	11
16	75	11	14	3	55	32	90	3	—	7
18	76	11	13	5	68	27	89	5	—	6
20	76	11	13	12	68	20	84	12	—	4
22	76	11	13	22	66	12	76	20	2	2
24	76	11	13	29	58	13	68	25	4	3
26	77	11	12	39	51	10	59	30	9	2
28	76	12	12	46	46	8	52	31	15	2

## Стадия средневозрастности — разрушения или разрушения — средневозрастности

10	73	11	16	8	40	52	67	8	—	25
12	74	11	15	10	46	44	72	9	1	18
14	74	11	15	17	56	27	74	14	3	9
16	75	12	13	26	53	21	67	18	8	7
18	75	12	13	22	59	19	73	16	6	5
20	75	12	13	32	53	15	64	23	9	4
22	75	12	13	40	48	12	57	28	12	3
24	76	12	12	47	43	10	50	31	16	3

## Стадия приспевания — окончательного распада

12	74	11	15	4	50	46	79	4	2	17
14	75	11	14	13	55	32	77	12	1	10
16	76	11	13	18	55	27	74	14	4	8
18	76	11	13	27	54	19	68	21	6	5
20	75	12	13	33	51	16	63	24	9	4
22	75	13	12	44	44	12	53	27	17	3
24	75	13	12	50	40	10	48	28	22	2
26	75	13	12	54	37	9	44	28	26	2
28	74	14	12	58	35	7	41	28	30	1

## Стадия спелости

14	74	12	14	2	52	48	88	—	—	12
16	77	10	13	2	63	35	90	2	—	8
18	76	11	13	6	68	26	88	6	—	6
20	76	11	13	13	68	19	83	12	1	4
22	76	11	13	17	66	17	80	15	2	3
24	76	11	13	25	62	13	73	21	4	2
26	76	11	13	34	56	10	63	27	8	2
28	76	12	12	43	49	8	56	30	13	1

отдельно для насаждений различных стадий оправдывает себя. Введение этих таблиц в производственную практику позволит повысить точность лесотаксационных работ.

Наши товарные таблицы для спелых насаждений и таблицы проф. Н. П. Анучина для пихтовых насаждений I разряда товарности дают весьма близкие результаты как по выходу деловой древесины, так и по отдельным промышленным сортаментам.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Техника расчета сырьевой базы фанерной промышленности. Гослестехиздат, М.-Л., 1933. [2]. Б. П. Колесников. Кедровые леса Дальнего Востока. Труды Дальневосточного филиала АН СССР, т. II (IV), М.-Л., 1956. [3]. А. И. Тарашкевич. Способ быстрой оценки насаждений без заложения пробных площадей. Журн. «Лесопромышленное дело», май, 1923. [4]. А. И. Тарашкевич. К вопросу о строении насаждений. Журн. «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо» № 9, 1924. [5]. А. В. Тюрин. Строение нормальных насаждений. Журн. «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо» № 1, 1923. [6]. А. В. Тюрин. Строение ненормальных насаждений. Журн. «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо» № 2 и 3, 1923. [7]. А. В. Тюрин. Еще о строении насаждений. Журн. «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо» № 12 и 1, 1924. [8]. Э. Н. Фалалеев. Некоторые особенности строения пихтовых лесов. Труды Сибирского технологического института, сб. XXV, Красноярск, 1960. [9]. Э. Н. Фалалеев. Строение пихтовых лесов Сибири. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

Поступила в редакцию  
19 июня 1962 г.

## К ОБОСНОВАНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ УГЛОВ РЕЗАНИЯ СОШНИКОВ ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН

А. П. ФЕДИН

Инженер

(Белорусский НИИ лесного хозяйства)

В настоящее время в ряде учреждений страны проектируют лесопосадочные машины. Но данных, на основании которых можно было бы конструировать рабочие органы этих машин, пока еще недостаточно. В статье излагаются результаты исследований, которые можно использовать при выборе оптимальных значений углов резания (вхождения) сошников лесопосадочных машин.

На основании исследований установлено, что при резании почвы сошниками нормальные напряжения в ней с увеличением расстояния от поверхности, к которой приложена нагрузка, резко уменьшаются, если возникают необратимые перемещения частиц в результате сдвига почвы. За пределами зоны с остаточными деформациями интенсивность изменения напряжений уменьшается, и они асимптотически приближаются к нулевому значению. Деформации продолжаются до того момента, пока напряжения в ней по величине не станут ниже сопротивления почвы этой деформации. Такие процессы протекают в две стадии: а) увеличение напряжений до величины, соответствующей сопротивлению почвы деформации; б) деформация, с одновременным уменьшением напряжений.

Величина максимальных нормальных напряжений, возникающих в почве при движении сошника, в основном зависит от сопротивления почвы сдвигу и в некоторой степени от параметров сошника. С уменьшением угла резания напряжения, определенные в однозначных точках, увеличиваются (рис. 1, 2, 3), причем в разных горизонтах с различной интенсивностью. Линии равных напряжений, построенные на основании приведенных графиков для сошников с углами резания менее  $90^\circ$ , имеют выпуклость, направленную в сторону рабочего органа. При углах более  $90^\circ$  выпуклость направлена в противоположную сторону (рис. 4).

Различие в форме линий равных напряжений обусловлено характером деформаций и, в частности, условиями сдвига. В процессе резания почвы сошниками в ней происходит сдвиг по поверхностям, следом которых в сечении, перпендикулярном оси хода сошника, являются активные линии скольжения. Форма этих линий зависит от параметров сошника, физико-механических свойств почвы и от изменения этих свойств в пределах глубины хода.

Во время движения сошников с углами резания меньше  $90^\circ$  сдвиг почвы происходит по поверхностям скольжения, а в сечении, перпен-

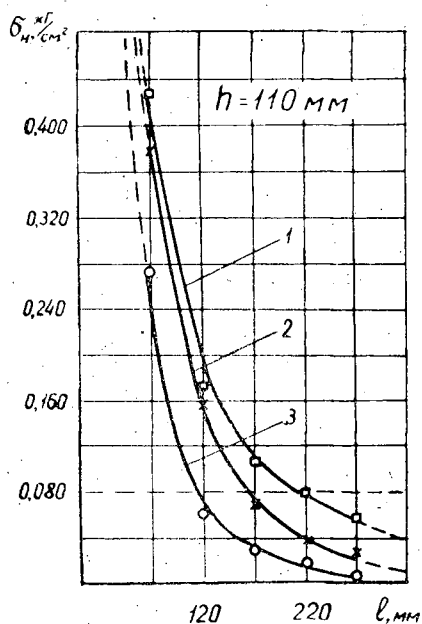


Рис. 1. 1 —  $\alpha_n = 44^\circ 40'$ ; 2 —  $\alpha_n = 73^\circ 34'$ ; 3 —  $\alpha_n = 135^\circ 20'$ .

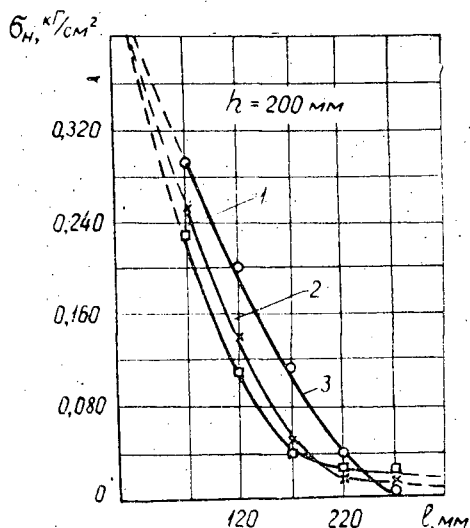


Рис. 2. Обозначения см. на рис. 1.

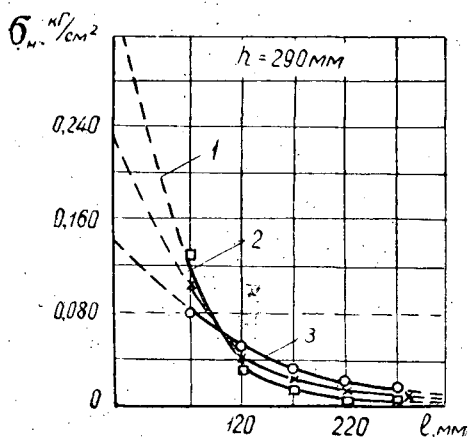


Рис. 3. Обозначения см. на рис. 1.

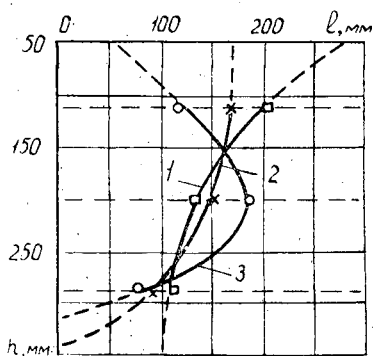


Рис. 4. Обозначения см. на рис. 1.

дикулярном оси хода, — по линиям скольжения, не имеющим перегибов (поверхности и линии «первого типа», рис. 5, кривая 1). Если углы резания больше  $90^\circ$ , то сдвиг почвы происходит в основном по линиям (поверхностям) скольжения, имеющим один или несколько перегибов (линии и поверхности «второго типа», рис. 5, кривая 2). Сказанное характерно для достаточно однородной деформируемой среды. В противном случае сдвиг почвы происходит в основном по активным поверхностям (линиям) скольжения второго типа, независимо от параметров сошников. За указанными поверхностями образуются зоны уплотнения.

Установлено, что сдвиг почвы по поверхностям скольжения второго типа в отличие от первого приводит к повышению усилий резания. С увеличением угла резания усилие резания изменяется по зависимости, подобной кубической параболе (рис. 6). Но анализ данных ука-

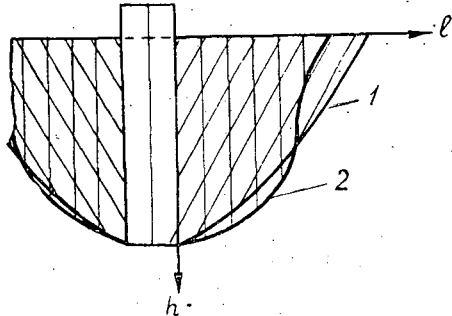


Рис. 5.

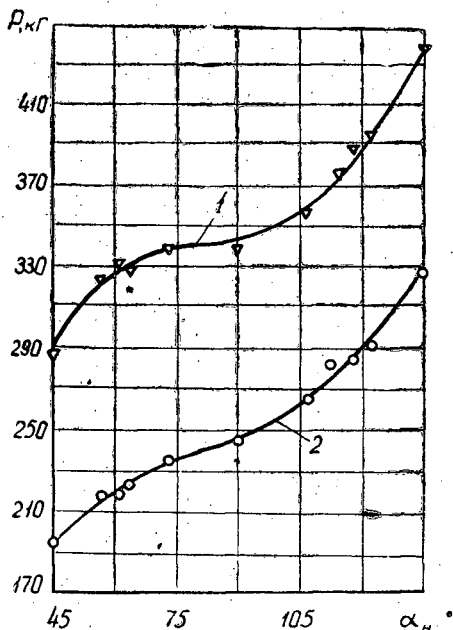


Рис. 6. 1 — кривая для суглинки; 2 — для песка.

зывает на то, что интенсивность изменения усилия резания не одинакова для точек, расположенных на равных расстояниях слева и справа от точек перегибов кривых. В связи с этим для левой и правой ветвей выведены два уравнения параболы второго порядка.

При движении сошников в суглинке уравнения имеют вид:

$$P = 0,0489\alpha_n^2 + 7,46\alpha_n + 53$$

и

$$P = 0,0334\alpha_n^2 - 5,36\alpha_n + 550,$$

где  $P$  — усилие резания;

$\alpha_n$  — угол резания.

Для песчаной почвы эти уравнения следующие:

$$P = 0,0200\alpha_n^2 + 3,75\alpha_n + 68$$

и

$$P = 0,0248\alpha_n^2 - 3,73\alpha_n + 379.$$

Точка перегиба кривой для суглинки соответствует меньшим углам резания ( $78^\circ$ ), а для песка — большим ( $84^\circ$ ).

Увеличение усилия резания по правой ветви кривой обусловлено перераспределением почвенных частиц как за счет сдвига, так и некоторого уплотнения почвы за поверхностями скольжения. Значит, причиной увеличения усилия резания в этом случае в определенной мере является сжатие почвы, которое при идентичных условиях проведения экспериментов больше для песка, чем для суглинки. При деформации достаточно однородной среды сошниками с углами резания меньше  $90^\circ$  зоны уплотнения не образуются, то есть увеличение усилия резания по левой ветви кривой в основном связано с сопротивлением почвы сдвигу, которое в идентичных условиях больше у суглинистой почвы, чем у песчаной.

Удельное сопротивление резанию суглинистой и песчаной почв для угла  $45^\circ$  составляет соответственно 85 и 80%, а для угла  $135^\circ$  — 129 и

134% по сравнению с сопротивлением для угла  $90^\circ$ . Наиболее резкое возрастание усилия резания происходит в диапазонах углов от  $45^\circ$  до  $60^\circ$  и от  $90^\circ$  до  $135^\circ$ . Наименьшие усилия резания возникают при минимальных углах резания. Однако, учитывая конструктивные трудности выполнения сошников с такими углами, целесообразно проектировать и изготавливать их с переменными углами резания: от минимальных ( $22 \div 25^\circ$ ) для нижних сечений к большим для верхних. При этом даже в верхних сечениях сошника, работающих в пределах верхних горизонтов почвы, угол резания не должен превышать  $90^\circ$ .

Исходя из конструктивных и технологических условий, целесообразно применение профилей режущих кромок наральных, построенных по двум сопряженным окружностям с определенными радиусами и с соответствующим расположением их центров.

В условиях нераскорчеванных лесосек средние тяговые сопротивления выше у сошников, имеющих углы резания больше  $90^\circ$ , а максимальные — у сошников с углами резания меньше  $90^\circ$ . Максимальные тяговые сопротивления меньше у сошников первого типа, вследствие выглубления их при встрече с корнями большого диаметра. На лесопосадочных машинах, предназначенных для работы в условиях нераскорчеванных лесосек, а также на почвах, засоренных остатками древесной и травянистой растительности и камнями, целесообразно применение сошников с углами резания менее  $90^\circ$ , но с установленным впереди дисковым или иной конструкции ножом, угол резания у которого больше  $90^\circ$ .

Поступила в редакцию  
4 января 1962 г.

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ИЗРЕЖИВАНИЕ НАСАЖДЕНИЙ

А. В. АФАНАСЬЕВ

Научный сотрудник

(Костромская ЛОС)

Рост и развитие насаждений сопровождается постоянным их естественным изреживанием, в результате которого в спелых и перестойных насаждениях сохраняется часто не больше 1% деревьев от первоначального количества. Особенности изреживания обуславливаются определенным сочетанием причин биологического и экологического характера. В настоящее время явление естественного изреживания насаждений остается неизученным, так как не исследованы определяющие его отношения деревьев друг к другу и к окружающей среде. Тем не менее необходимость теоретического разрешения этого вопроса вытекает из его громадного практического значения в лесоводстве, поскольку с ним связано определение оптимальной густоты при посеве и посадке леса, степени изреживания насаждений при проведении рубок ухода и пр. Однако до настоящего времени существуют различные мнения по вопросам изреживания, о влиянии условий местопроизрастания на интенсивность этого процесса и др.

В настоящей статье рассматриваются два важнейших фактора естественного изреживания насаждений: условия местопроизрастания и взаимоотношения деревьев, причем последний — более подробно, так как роль этого фактора часто недооценивается.

Если допустить, что влияние взаимоотношений деревьев на изреживание насаждений незначительно (как это иногда представляют), то ход изреживания независимо от густоты насаждения должен определяться условиями местопроизрастания, а именно: чем благоприятнее сочетание факторов жизни растений, тем большее число особей насаждения должно оказаться в нормальных условиях существования, тем слабее должен протекать процесс изреживания. Фактически же наблюдается обратная картина: высокобонитетные насаждения изреживаются раньше и интенсивнее. Например, к 50 годам в еловом насаждении V класса бонитета остается 7249 деревьев, а в насаждении I класса только 2136. Средние высоты и диаметры различаются также почти в три раза\*. И наоборот, несмотря на различие в возрасте, густота низко- и высокобонитетных насаждений почти не различается, если близки по размеру их средняя высота и диаметр. Например, 20-летний ельник Ia и 50-летний ельник V классов бонитета при равных средних размерах очень близки по густоте. То же относится к сосновым, березовым и другим насаждениям.

\* Данные подобраны из таблиц хода роста А. В. Тюрина.

Если существует указанная зависимость, то, следовательно, густота насаждений разной производительности с увеличением возраста должна изменяться одинаково, если также одинаково изменятся их средние высоты и диаметры, что и наблюдается в действительности.

Отмеченная нами зависимость, несомненно, является причинной. Она может быть выражена следующим уравнением, которому соответствует гиперболическая кривая,

$$y = \frac{57560}{x} - 1410,$$

где  $y$  — число стволов на единице площади;  
 $x$  — средняя высота насаждения.

Однако не следует забывать и о влиянии условий среды на изреживание насаждений. Их роль в процессе естественного изреживания считается первичной, так как среда определяет рост и развитие, а следовательно, и взаимоотношения деревьев. В связи с этим можно утверждать, что низкобонитетные насаждения изреживаются менее интенсивно, чем высокобонитетные. Противоречивость взглядов по данному вопросу обусловлена, на наш взгляд, только различием признаков, взятых за основу при подборе сравниваемых насаждений. Для сравнения следует подбирать насаждения разной производительности, близкие по высоте к диаметру, независимо от возраста, так как, во-первых, густота насаждения и его средняя высота и диаметр находятся в тесной взаимосвязи, и, во-вторых, высокобонитетные насаждения начинают изреживаться раньше низкобонитетных.

Нами изучались особенности изреживания мягколиственных молодняков в условиях Костромской области, в двух наиболее распространенных типах леса: ельник-черничник и ельник кислично-липняковый.

Изреживание молодняков начинается с 5—6-летнего возраста. При средней высоте насаждения 2 м высота отмерших особей не превышает 0,5 м. По мере смыкания полога до полного (11—13 лет) количество сухостоя нарастает постепенно (до 2—4%), хотя густота в этот период роста максимальная. Резкое увеличение процента усохших деревьев происходит только после смыкания полога и достигает максимума по числу деревьев и по запасу (до 20% от общего количества деревьев) примерно через 4—5 лет.

Следует отметить, что интенсивность отмирания деревьев находится в тесной связи со степенью их дифференциации. По нашим данным, дифференциация деревьев также достигает кульминации к моменту общей сомкнутости полога (к 14—17-летнему возрасту), о чем свидетельствует максимальный процент деревьев, оставших в росте, то есть деревьев с высотой, не превышающей  $\frac{1}{3}$  средней высоты насаждения (табл. 1).

Таблица 1

Возраст насаждения, лет	5	8	15	17	21	35
Процент деревьев в нижней трети высоты насаждения от общего количества . . . . .	50	55	70	60	50	30

Резкое увеличение количества сухостоя после смыкания полога насаждения объясняется резким изменением условий среды. Например; под сомкнувшимся пологом 15—20-летних молодняков освещенность



в среднем равна 1—2 тыс. лк или 1—3% от полной. Под пологом еще не сомкнувшихся молодняков (до 10-летнего возраста) освещенность даже в куртинах не падает ниже 5% от полной, средняя же составляет 8—12 тыс. лк или 10—12% от полной. Таким образом, почти все деревца здесь получают достаточное количество света.

В 15—20-летних молодняках с сомкнувшимся пологом 90% сухостоя (по числу деревьев) приходится на нижнюю треть высоты насаждения, однако не на меньшие по размерам деревца (табл. 2).

Таблица 2

Возраст насаждения, лет	Средняя высота насаждения, м	Распределение сухостоя (%) по грациям высот (м)								
		до 0,5	0,6—1	1,1—2	2,1—3	3,1—4	4,1—5	5,1—6	6,1—7	7,1—8
9	2	4,4	6,6	1,6	—	—	—	—	—	—
15	8	5,5	46,0	42,2	26,2	6,7	1,6	0,6	—	—
17	10	29,0	40,0	47,5	44,0	32,3	10,0	2,1	—	—
21	12	4,7	17,3	38,2	42,0	40,0	37,4	18,2	15,2	1,6

Поскольку условия местопроизрастания особей, находящихся под сомкнувшимся пологом, не могут существенно различаться, то максимум сухостоя, отмеченный нами для определенной высоты деревьев того или иного насаждения, можно объяснить наименее благоприятным сочетанием факторов жизни растений в течение всего времени их роста и развития. При этом имеется в виду не только степень (интенсивность) воздействия неблагоприятных условий среды (недостаток света, тепла, влаги и пр.), но и продолжительность их влияния.

До смыкания полога изреживание, как уже отмечалось, протекает слабо, в результате чего замедляется рост и развитие преобладающей части насаждения. Это явление отмечали многие исследователи [5], [3], [2], [1], [4] и др. По нашим данным, отрицательное влияние очень большой густоты в мягколиственных молодняках проявляется уже с 5-летнего возраста, усиливаясь по мере роста и развития насаждения (табл. 3). Излишняя густота задерживает рост не только деревьев низших градаций высот, о чем свидетельствует резкое увеличение их количества в густых биогруппах, но и лучших деревьев, показателем чего может служить небольшое количество или полное отсутствие их в высших градациях. Если взять за основу данные показатели, то в 5-летних молодняках оптимальной следует считать густоту 10—20 деревьев на 1 м<sup>2</sup>.

Судя по количеству особей в высших и низших градациях высот, оптимальная густота для 7-летнего насаждения должна быть несколько меньшей, чем для 5-летнего. Следовательно, с возрастом отрицательное влияние излишней густоты насаждения усиливается. Однако это наблюдается только до начала интенсивного естественного изреживания. Например, в возрасте 15 лет насаждение уже настолько изредилось, что влияние перегущенности почти исчезает (табл. 4).

Судя по количеству особей в высших и низших градациях высот, за оптимальную густоту биогрупп в 15—20-летнем возрасте можно принять 3—6 деревьев на 1 м<sup>2</sup>.

Таким образом, излишняя густота, характерная для молодняков с еще не сомкнувшимся пологом, замедляет прирост всех или преобладающей части деревьев. Однако, несмотря на это, интенсивного изреживания насаждения, желательного в этот период, не происходит, так

Таблица 3

№ пробных площадей	Средняя густота пород на 1 м <sup>2</sup> , шт.	Распределение деревьев березы и осины по градациям высоты (м)					Число обмеренных деревьев	Средняя высота, м
		до 0,5	0,6—1,0	1,1—1,5	1,6—2,0	2,1—2,5		
5-летнее насаждение кислочно-липнякового типа								
1	38	34,9	43,0	19,0	3,1	—	963	0,75
		9,7	11,9	5,4	0,9	—		
	17	22,2	39,2	28,1	9,8	0,7	170	0,90
		3,0	5,2	3,7	1,3	0,1		
8	20,0	44,0	29,0	7,0	—	245	0,90	
	1,1	2,3	1,45	0,35	—			
6	18,5	43,5	30,0	8,0	—	168	0,94	
	0,57	1,32	0,93	0,24	—			
2	15	19,6	46,0	26,4	7,2	0,8	235	0,90
		2,5	6,4	3,1	0,9	0,1		
	8	17,8	36,2	31,8	12,8	1,4	360	1,0
		1,1	2,2	1,9	0,8	0,1		
3	15,2	32,7	31,0	19,0	2,1	244	1,1	
	0,36	0,77	0,72	0,44	0,05			

7-летнее насаждение черничного типа

1	58	49,0	45,0	5,4	0,6	—	327	0,58
		27,0	24,5	3,0	0,3	—		
	41	48,0	44,0	6,3	0,9	0,8	461	0,61
		18,5	16,8	2,4	0,3	0,3		
33	41,0	44,5	11,4	2,5	0,6	520	0,69	
	10,8	11,7	3,0	0,65	0,1			
11	25,0	24,0	25,0	20,5	5,5	424	1,1	
	2,2	2,2	2,2	1,9	0,5			
5	21,5	22,3	27,0	20,9	8,3	150	1,2	
	0,9	0,95	1,15	0,92	0,35			

Примечание. В числителе приведено среднее количество деревьев на единице площади (%); в знаменателе — среднее количество деревьев на 1 м<sup>2</sup> (шт.).

Таблица 4

Средняя густота пород на 1 м <sup>2</sup> , шт.	Распределение деревьев (%) по градациям высот (м)										Число обмеренных деревьев	
	до 1,0	1,1—2,0	2,1—3,0	3,1—4,0	4,1—5,0	5,1—6,0	6,1—7,0	7,1—8,0	8,1—9,0	9,1—10,0		10,1—11,0
7,7	8,8	30,5	18,2	11,4	13,8	7,6	4,7	2,1	1,5	1,4	—	341
	0,54	1,86	1,1	0,7	0,84	0,46	0,29	0,1	0,1	—	—	
4,5	6,6	26,6	17,0	12,8	12,3	8,1	6,6	4,3	2,9	2,8	—	211
	0,22	0,88	0,56	0,42	0,41	0,26	0,22	0,14	0,1	0,1	—	
2,2	11,1	11,1	24,1	13,0	18,5	13,0	3,7	1,8	—	1,8	1,9	84
	0,17	0,17	0,36	0,2	0,28	0,2	—	—	—	—	—	

Примечание. Значения числителя и знаменателя см. в табл. 3.

как условия среды для большинства особей продолжают оставаться более или менее удовлетворительными. В дальнейшем, когда деревья достаточно дифференцируются, когда под сомкнувшимся пологом на-

саждения создадутся крайне неблагоприятные условия для роста и развития особей, отставших в росте, и уже не обеспечивается минимум потребности в свете, тепле, влаге и пище, происходит их отмирание. Благодаря тому что деревца обладают необходимой «чувствительностью» к минимуму света, тепла, влаги и пищи, насаждение с этого момента осуществляет строгий самоконтроль над густотой, изреживаясь по мере роста и развития. В насаждении устанавливается тесная взаимосвязь между густотой и средними размерами и, таким образом, в дальнейшем исключается всякая перенаселенность и, следовательно, замедление роста насаждения. В связи с этим отпадает необходимость в специальном изреживании насаждения с целью повышения его общей продуктивности (имеются в виду чистые насаждения), о чем также свидетельствуют многочисленные исследования М. Е. Ткаченко, А. В. Тюрина, Н. П. Георгиевского, А. В. Давыдова и др.

Таким образом, благодаря естественному изреживанию насаждения создаются благоприятные условия для роста и развития остающихся на корню особей. Положительная роль его заключается и в том, что в результате самоизреживания происходит естественный отбор лучших, наиболее приспособленных к существованию в данных условиях особей. Естественное изреживание является закономерным явлением в лесу, направленным на сохранение и процветание вида.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Гослесбумиздат, 1957.
- [2]. Х. М. Исаченко. Вопросы первоначальной густоты культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1949.
- [3]. Н. С. Нестеров. Очерки по лесоводству. 1933.
- [4]. В. П. Тимофеев. Влияние густоты древостоев и классов роста деревьев на формирование продуктивных насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1961.
- [5]. Г. Р. Эйтинген. Влияние густоты древостоя на рост насаждения. «Лесной журнал» вып. 6—8, 1918.

Поступила в редакцию  
4 января 1962 г.

## К ВОПРОСУ О ДЕЙСТВИИ АРБОРИЦИДА 2,4-Д НА ЛЕЩИНУ

А. М. ИЛЬИН

Инженер

(Воронежский лесотехнический институт)

Арборицид 2,4-Д применяется для уничтожения лещины при уходе за молодняками, [10], [5], [12], [1], при расчистке лугов и пастбищ [9], [11], [7], [8], [6], при уходе за лесными полосами [4]. Ценные предложения по использованию арборицида 2,4-Д против лещины содержат работы проф. Н. Е. Декатова [2], [3].

Настоящими исследованиями намечается дать некоторые рекомендации производству по более рациональному использованию химических препаратов для уничтожения лещины и пополнить знания о механизме их передвижения по растению.

Опыты проводили в вегетационный период 1961 г. в квартале 53 Правобережного лесничества Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института, где в марте 1960 г. были прорублены коридоры шириной 4 м в насаждении состава 10Д, ед. Лп, 18 лет, III класса бонитета, полнотой 0,4; тип условий местопроизрастания — Д<sub>2</sub>. За 1960 год и часть вегетационного периода 1961 г. (до 28 мая) появилась поросль лещины в количестве до 1200 кустов на 1 га высотой 1—1,3 м.

Методика опытов заключалась в следующем. Для обработки побегов лещины использовали водные растворы натриевой соли 2,4-Д и бутилового эфира 2,4-Д в концентрациях 1% и 0,5% по кислотному эквиваленту. Конечные результаты опытов показали, что лещина реагирует совершенно одинаково на действие растворов этих концентраций, поэтому мы рассматриваем только результаты обработки 0,5%-ными растворами натриевой соли 2,4-Д и бутилового эфира 2,4-Д. Опыты без кольцевания производили в следующих вариантах (рис. 1): № 1 и 2 — обработка верхней и нижней частей побега натриевой солью 2,4-Д; № 3 и 4 — то же бутиловым эфиром. Каждый вариант имел пятикратную повторность. При обработке верхних частей побегов нижние аккуратно отгораживали плотной бумагой и наоборот. Для опрыскивания применяли пульверизаторы. Опыты проведены 28 мая. В период с 29 мая по 21 июля сделано шесть учетов.

Натриевая соль 2,4-Д действует на растение примерно по следующей схеме: концы побегов изгибаются книзу и в сторону, после этого они поникают, чернеют и засыхают; листья сворачиваются по главной жилке, оставаясь зелеными; затем они поникают, желтеют и, засыхая, буреют, но не опадают; черешки изгибаются, затем буреют и засыхают.

Действие ядохимиката проявляется, в первую очередь, на обработанных частях растения. При этом весьма характерно, что в варианте № 1 нижние части побегов засыхают значительно позже верхних, а в варианте № 2 верхние части совершенно не изменяются до окончания вегетационного периода. В этом варианте натриевая соль также движется в нисходящем направлении, но, не имея возможности проникнуть в древесину, не поднимается с продуктами минерального питания в верхнюю часть побега. Отсюда вытекает вполне определенный вывод, что передвижение проникшего в растение препарата происходит в нисходящем направлении по ситовидным трубкам луба вместе с продуктами фотосинтеза. Под влиянием бутилового эфира концы побегов поникают, чернеют и засыхают; листья сворачиваются, буреют и засыхают; у некоторых вариантов они остаются зелеными 2—3 дня после обработки; черешки изгибаются, буреют и засыхают. Бутиловый эфир 2,4-Д действует в первую очередь на обработанные части растений, затем на необработанные. При этом (вариант № 3) наблюдается та же закономерность, что и в варианте № 1 с натриевой солью 2,4-Д: погибают верхние, а затем и нижние части побегов, то есть препарат передвигается в нисходящем направлении.

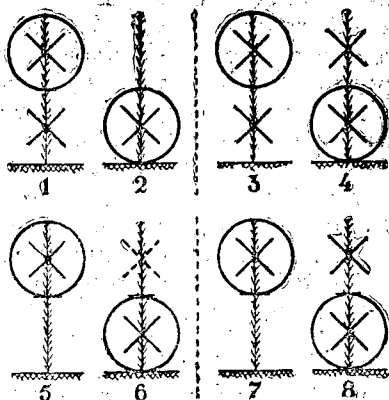


Рис. 1. Схема обработки побегов лещины.

1 и 2—0,5%-ным раствором натриевой соли 2,4-Д; 3 и 4—0,5%-ным раствором бутилового эфира 2,4-Д без кольцевания; 5—8—то же с кольцеванием.

В варианте № 4 (обработка нижних частей побегов бутиловым эфиром 2,4-Д) наблюдается иная картина, чем в варианте № 2 с натриевой солью: происходит постепенная гибель верхних частей, но значительно позднее нижних. Объяснить такое явление можно тем, что эфир очень быстро и легко попадает в ткани растений и, проникнув за пределы лубяной части в древесину, по сосудам и трахеидам вместе с водой поступает в верхнюю необработанную часть растения.

Для подтверждения ранее приведенного вывода о том, что арборицид передвигается по лубу в нисходящем направлении, были поставлены опыты по обработке окольцованных побегов лещины.

На средней части побега острым ножом делали два кольцеобразных надреза коры вместе с лубом. Ленту коры шириной 0,5 см и луба отделяли от древесины. Обработку препаратом производили сразу же после кольцевания. Схема опытов была принята та же, что и для неокольцованных побегов.

Применено также четыре варианта: № 5 и 6 — обработка верхней и нижней частей побега натриевой солью 2,4-Д; № 7 и 8 — то же бутиловым эфиром 2,4-Д.

В варианте № 5 погибла верхняя часть побега; нижняя осталась без признаков повреждения до конца вегетационного периода. Этот вариант еще раз подтверждает, что натриевая соль передвигается сверху вниз по лубяной части (кольцо преградило дальнейшее ее продвижение). В варианте № 6 погибла обработанная нижняя часть побега, а спустя 10—13 дней и верхняя, но, очевидно, по другой причине: подсыхает окольцованное место, что препятствует поступлению вверх необходимого количества влаги, листья теряют тургор, желтеют и постепенно опадают. В варианте № 7 погибла верхняя часть (ниж-

няя осталась без изменения), а в варианте № 8 — нижняя и следом за ней верхняя часть. Как видно, кольцо не является препятствием для продвижения бутилового эфира вверх. Это еще раз подтверждает предположение о том, что бутиловый эфир, хорошо проникая в растительные ткани и доходя до проводящих путей древесины, способен подыматься по ним.

Проведенные опыты убедительно доказывают целесообразность дать производству следующие дополнительные рекомендации по борьбе с одно- и двухлетними побегами лещины.

1. Заметной разницы в токсичности 1 %- и 0,5 %-ного растворов натриевой соли и бутилового эфира не наблюдается. В связи с этим можно рекомендовать для производственных условий как натриевую соль, так и бутиловый эфир в концентрации 0,5 % по действующему началу.

2. При обработке лещины натриевой солью 2,4-Д не обязательно следить за полным смачиванием всего облиственного побега, а придерживаться того, чтобы препарат обязательно попал на верхнюю и среднюю части побегов. Это сократит расход раствора и удешевит производство работ.

3. При обработке побегов бутиловым эфиром 2,4-Д достаточно частичного смачивания любой части листовой поверхности. Это также сократит расход раствора ядохимиката и повысит производительность труда при обработке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Арэнд. Применение гербицидов в хвойных (насаждениях) при помощи авиации. Реферативный журнал «Биология» № 15, 1960. [2]. Н. Е. Декатов. Химические меры борьбы с сорной древесной и кустарниковой растительностью. Лениздат, 1956. [3]. Н. Е. Декатов. Химические средства борьбы с сорной растительностью в лесном хозяйстве. Гослесбумиздат, 1958. [4]. Л. Ю. Ключников. Химическая борьба с сорняками в несомкнувшихся лесных полосах. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1959. [5]. М. Ф. Коломейцева, Л. Н. Пойменова. Применение гербицида 2,4-ДУ для борьбы с травяной растительностью и нежелательными древесно-кустарниковыми породами. Сборник трудов по лесному хозяйству, Шиповская ЛОС, вып. 1, 1958. [6]. А. Ф. Скрипченко. Перспективный способ улучшения кормовых угодий. «Земледелие» № 5, 1958. [7]. А. К. Эглите. Новейшие гербициды и перспектива их применения в лесном хозяйстве. Сборник трудов по защите растений. АН Латвийской ССР, Рига, 1957. [8]. А. К. Эглите. Борьба с кустарниками при помощи натриевой соли 2,4-Д и 2,4,5-Т. Изд. АН Латвийской ССР, № 3, 1957. [9]. И. Д. Юркевич и др. Опыт применения гербицидов в расчистке лугов и пастбищ. Журн. «Колхозник Белоруссии» № 4, 1955. [10]. И. Д. Юркевич и др. Химический метод ухода за молодняками. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1956. [11]. И. Д. Юркевич и др. Эффективность химической очистки лугов и пастбищ от кустарников. Журн. «Колхозник Белоруссии» № 10, 1956. [12]. А. А. Якунин. Наш опыт применения гербицида. Журн. «Лесное хозяйство» № 8, 1959.

Поступила в редакцию  
6 августа 1962 г.

## МАЙСКИЙ ХРУЩ В ЛЕСАХ МАРИЙСКОЙ АССР

**П. А. ПОЛОЖЕНЦЕВ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

**Б. Г. ТРОИЦКИЙ**

Старший научный сотрудник

(Татарская ЛОС)

Марийская АССР считается лесной страной, 50% ее территории занято лесами, являющимися основным богатством республики. Однако наличие в республике огромной непокрытой лесной территории — пустырей, необлесившихся лесосек, гарей, погибших культур и естественных молодняков — граничит с бедствием. Главной причиной этого является распространение майского хруща, проблему уничтожения которого для лесов МАССР до сих пор нельзя считать решенной.

*Майский хрущ в лесах Марийской АССР*

Хотя майский хрущ в лесах считается «застарелой язвой» [6], в литературе сведения о нем крайне скудны. Н. В. Шмелев [8], исследовавший заселенность почв в разных растительных условиях, нашел, что майский хрущ распространен всюду на песчаных почвах; степень заселенности им колеблется от 0,5 до 10,5 личинок на 1 м<sup>2</sup>. Максимальная плотность приурочена к пустырям с наличием куртин сосны и березы и к изреженным кулисам с отдельными куртинами сосны; пустыри без древесной растительности заселены в слабой степени.

Последующие, известные нам исследования заселенности почв майским хрущом, сделанные через четверть столетия (1954 г.), принадлежат Казанской экспедиции «Агрореспект», выполнившей их в связи с составлением проекта облесения гарей и вырубок в лесхозе Муш-Мари.

В 1955 г. в том же лесхозе обследование почв произвел Б. Г. Троицкий. По его данным, менее зараженными оказались пустыри-гары 1921 г. (от 0,5 до 2,1 личинок на 1 м<sup>2</sup>), промежуточное положение занимали концентрированные необлесившиеся лесосеки прошлых лет, где в зависимости от наличия на них подроста плотность поселения личинок колебалась от 1,4 до 3,1 на 1 м<sup>2</sup>. Наиболее сильно — от 6,2 до 12 личинок — были заселены отмирающие сосновые молодняки в возрасте 8—20 лет.

В 1956 г. обследование было продолжено силами Управления лесного хозяйства и лесоустройства. Из 500 га имевшихся сосновых культур к моменту обследования от майского хруща погибло 50%.

Повсюду в молодняках, страдающих от хруща, на стволах встречался подкорный клоп, который является здесь вторичным вредителем.

В 1957—1958 гг. наблюдалось некоторое уменьшение пораженных площадей, достигнутое, очевидно, в результате авиацимической борьбы, проводившейся в эти годы с майским хрущом в имагиальной стадии. К 1960 г. они снова увеличились, появились ранее не обнаруженные очаги, расширились старые, возникли новые, особенно в районах концентрированных вырубок. В первом лесопатологическом районе за шесть лет (1954—1960 гг.) очаг майского хруща разросся почти в семь раз.

Размножившийся вредитель не щадит и молодняки естественного происхождения, и культуры различных типов, густоты, смещения, в том числе и гнездовые. В 1961 г. нами отмечена гибель гнездовых культур сосны 1948 г.

### *О причинах распространения майского хруща в Марийской АССР*

В сводке П. А. Положенцева «О залегании хруща *M. hippocastani* F. в лесах СССР» [5] распространение и численность хруща в лесах северных и более южных широт связывается с вырубкой лесов, причем особенно в южных, так как там леса стали изреживаться или вырубаться на целое столетие раньше. Эти высказывания подтверждены практикой, например в таежных лесах, о чем свидетельствуют работы А. В. Яцентковского [9], И. С. Мелехова [1], [2], [3], [4] и В. И. Кашина (1954 г.). И. С. Мелехов указывает, что объектом нападения личинок майского хруща в таежной зоне является не только самосев и подрост, но и 15—20-летние сосны. Под пологом материнского леса хруща нет. Распространение и размножение хруща на севере И. С. Мелехов связывает с низовыми пожарами и концентрированными рубками. Н. В. Шмелев, впервые писавший о майском хруще в МАССР, также говорит об этих факторах, но, по его мнению, «в почву, сильно прокаленную пожаром с выгоранием гумусового слоя, майский жук яйца откладывать избегает». Первой причиной, способствовавшей заселению лесов МАССР майским хрущом, были сильные пожары в 1895 и 1921 гг. В результате пожара 1921 г., охватившего леса на площади 230 000 га [7], образовались «Марийские гари»; за последующее пятилетие площадь отмирающего леса уже под воздействием стволовых вредителей (преимущественно усачей) увеличилась до 377 000 га (С. А. Богословский, 1931). Было уделено много внимания эксплуатации отмершего леса, но возможности размножения на горяч и рубках майского хруща не предполагали.

Вторым важным фактором в развитии очагов майского хруща в МАССР являются концентрированные рубки. Несомненное влияние на распространение хруща оказали и инвазии хвоегрызущих насекомых, таких, например, как сосновая пяденица, сосновый шелкопряд и др. Расширению очагов послужили и неудачные типы лесных культур, создававшихся по схеме: 1,5—4 м между рядами и 0,5—1 м в рядах. Как известно, смыкание подобных культур наступает через 10—15 лет, поэтому в них создаются условия, оптимальные для инвазии и размножения майского хруща.

### *О борьбе с хрущом*

До 1952 г. в лесах МАССР борьбы с майским хрущом не вели, в лучшем случае от него защищались гексахлораном. С переходом к



лесовосстановлению пустырей, частично заселенных хрущом, и старых лесосек сразу стали поступать сигналы о гибели культур. На первых порах лесоводы в целях предотвращения или ослабления действия хруща создавали культуры на почвах, подготовленных разными способами, разных типов смешения и густоты, площадками, гнездами, с применением ОВ и пр. Площади концентрированных вырубок продолжали увеличиваться, а с ними расширялись и площади, занятые майским хрущом. В 1957 и 1958 гг. была осуществлена авиахимическая борьба с жуком, которая практически не дала ощутимых результатов из-за ряда организационных недочетов.

В сентябре 1961 г. комиссией из 16 специалистов\* были обследованы почвы пустырей (Красноярское лесничество, Кокшайского лесхоза, кварталы 75, 118), гарей (Лушмарское лесничество, Мушмаринского лесхоза, квартал 46; Красноярское лесничество, квартал 114), концентрированных вырубок (Лушмарское лесничество, квартал 41), культур сосны от 1 до 20 лет и старше по гарям и концентрированным вырубкам (Лушмарское лесничество, кварталы 5, 6, 11, 18, 19, 32, 42; Красноярское лесничество, кварталы 66, 69, 68), молодняков естественного происхождения (Лушмарское лесничество, кварталы 11, 12), участков соснового леса с полнотой 0,7 и выше в возрасте 40 лет и старше (Лушмарское лесничество, кварталы 11, 46). Все эти участки расположены в условиях сухого и свежего боров. Комиссия отметила следующее.

1. Массовое усыхание культур (и естественных молодняков) происходит с первого года их производства и особенно с 5-летнего возраста (несмотря на опудривание корней гексахлораном при посадках и внесение его в почву), независимо от типа и густоты культур, а также разных способов подготовки почвы.

2. Основной причиной гибели сосновых культур и естественных молодняков является полное или частичное объедание корней майским хрущом. В больших масштабах отмирание молодняков началось в последнее пятилетие.

3. Плотность поселения майского хруща в почве колеблется от 1 до 18 личинок на 1 м<sup>2</sup> в зависимости от категорий площадей (на необлесенных участках 1—3 шт., в культурах и естественных молодняках от 3 до 18 шт.), типа лесорастительных условий и степени расstroенности молодняков.

4. Очаги майского хруща прогрессируют. Массовый лёт жуков ожидается в 1962—1963 гг.

5. Проводившиеся рубки ухода за молодняками в очагах хруща или вблизи них способствовали заселению их хрущом, так как они изреживали их.

Учитывая изложенное комиссия не сочла возможным рекомендовать дальнейшее производство культур на уже зараженных или опасных участках вплоть до полной ликвидации действующих очагов. Эффективные результаты может дать лишь авиахимическая борьба, проводимая одновременно на всех зараженных площадях.

На специальном совещании технико-экономического Совета Марийского совнархоза с участием партийных и советских организаций, научно-исследовательских учреждений и учебных заведений республи-

\* В состав комиссии, кроме авторов, входили: проф. И. С. Аверкиев, доц. Г. С. Незабудкин, старший инженер Управления Главлесхоза Н. В. Еремин, главный инженер, инспектор Главлесхоза В. Л. Горохов, главный инженер Воронежской экспедиции «Агролеспроект» тов. Василевский, директор Мушмаринского лесхоза Н. К. Костромин, директор Кокшайского лесхоза В. Г. Боровков и др.

ки были подтверждены основные выводы комиссии; вместе с тем найдена возможность производства культур без полной ликвидации очагов хруща, однако с предосторожностями профилактического характера.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. С. Мелехов. Концентрированные рубки в бассейне реки Юлы и лесовозобновление в связи с ними. Труды АЛТИ, 1945. [2]. И. С. Мелехов. Влияние пожаров на лес. М.-Л., 1948. [3]. И. С. Мелехов. Изучение концентрированных рубок и возобновление леса в связи с ними в таежной зоне. Сб. «Концентрированные рубки в лесах севера». Изд. АН СССР, 1954. [4]. И. С. Мелехов. Научные основы лесовосстановления в таежных лесах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1959. [5]. П. А. Положенцев. О залегании хруща *M. hippocastani* F. в лесах СССР. Труды Башкирского СХИ, т. IV, 1942. [6]. Б. Г. Троицкий. Опыт и результаты авиахимборьбы с восточным майским хрущом в 1957 г. в Чувашской и Марийской АССР. Сборник трудов по лесному хозяйству, вып. XIV, Казань, 1958. [8]. Н. В. Шмелев. Майский хрущ *Melolontha hippocastani* Fabr в Марийской автономной области. Известия Казанского института сельского хозяйства и лесоводства, № 3, 1927. [7]. Д. Н. Шлыков. Очерк лесного хозяйства Маробласти, ч. I, Йошкар-Ола, 1927. [9]. А. В. Яцентковский. Майский хрущ, рубки и лесовозобновление. Журн. «Лесное хозяйство» № 8, 1929.

Поступила в редакцию  
4 августа 1962 г.

## ЛИСТВЕННИЦА В ЛЕСОСТЕПИ

Н. Г. АКИМОЧКИН

Зам. директора по научной работе

(Лесостепная опытная станция Липецкой области)

На лесостепной опытной станции акклиматизируется восемь видов лиственницы. В данной статье представлены материалы по росту, устойчивости и декоративности некоторых видов, наиболее перспективных для защитного лесоразведения и озеленения.

Самосев лиственницы изучался по методике проф. В. Г. Нестерова.

Наиболее старые посадки (1903—1905 гг.) лиственницы европейской и сибирской имеются в парке станции на южном и юго-западном склонах крутизной 5—7°, на выщелоченном черноземе.

В дендрариуме, в условиях засушливого плато с глубоким (30—35 м) залеганием грунтовых вод, на выщелоченном черноземе в 1929—1938 гг. введены посадкой лиственница: сибирская, западная, даурская, японская, Чекановского, польская и американская.

Сравнительные данные роста некоторых видов лиственницы, произрастающей в парке и дендрариуме, представлены в табл. 1.

Из приведенной таблицы видно, что в парке лиственница европейская имеет лучшие показатели роста по диаметру и высоте.

В дендрариуме все виды лиственницы растут удовлетворительно. В одинаковых условиях лиственница даурская оказалась недостаточно засухоустойчивой и имеет худшие показатели роста. Лиственница японская (образец из Японии) по росту занимает одно из последних мест. Это объясняется недостаточной устойчивостью ее против низких температур. По данным проф. Н. К. Вехова, у этой лиственницы в возрасте до 6—7 лет наблюдалось подмерзание верхинных побегов. Позднее обмерзание прекратилось, но рост остался замедленным.

Кроме указанных видов, в дендрариуме произрастают одиночные экземпляры лиственницы Чекановского, польской и американской.

Все лиственницы в условиях станции оказались достаточно зимостойкими и без всяких признаков подмерзания перенесли одну из суровых зим 1955—1956 гг., когда температура снижалась до  $-45,5^{\circ}$ .

Для испытания и быстреего внедрения в производство отдельные виды лиственницы были введены и в лесные опытные культуры. Сравнительные данные роста некоторых видов в них приводятся в табл. 2.

Из приведенной таблицы видно, что лучшие показатели роста оказались у лиственницы сибирской на склонах северо-западной, юго-западной и северо-восточной экспозиций, где почва лучше увлажнена и меньше смыта, чем на засушливом юго-восточном склоне.

Место посадки	Порода	Происхождение	Время посадки	Возраст посадочного материала, лет	Схема посадки	Количество посаженных деревьев	Количество сохранившихся деревьев
Парк	Лиственница европейская	—	—	—	Отдельные деревья	8	6
"	" сибирская	—	—	—	Двухрядная аллея, 5 × 2 м	26	18
Дендрариум	"	Мохвский опытный лесхоз	Октябрь 1929 г.	3	1 × 1 м	248	179
"	" западная	Северная Америка	Апрель 1930 г.	3	1,5 × 1 м	10	6
"	" даурская	Дальний Восток	Май 1929 г.	4	1 × 1 м	99	31
"	" японская	Батуми	Октябрь 1935 г.	3	1,5 × 1,5 м	21	18
"	"	Япония о. Июкогама	Октябрь 1929 г.	4	1,5 × 1,5 м	32	8

Порода	Время посадки	Экспозиция склона	Крутизна склона, °	Возраст посадочного материала, лет	Схема посадки	Количество посаженных деревьев	Количество сохранившихся деревьев
Лиственница сибирская	Весна 1930 г.	СЗ	15—17	2	1 × 1 м	268	46
" даурская	Весна 1935 г.	"	"	10	1,5 × 1,5 м	58	27
" сибирская	Весна 1930 г.	ЮВ	17—18	2	2 × 2 м	128	107
"	"	СВ	15—17	"	"	56	38
"	"	ЮЗ	"	"	"	56	33

Большинство из лиственниц, произрастающих на станции, плодоносит и дает здоровый самосев на опушках и под пологом материнских и других насаждений. На юго-восточном склоне крутизной 1—3° в аллейной посадке (5 × 2 м) лиственница сибирская (возраст 34 года, средний диаметр 21,7 см, высота 14,2 м) под пологом и в междурядьях различных культур имеет здоровый самосев.

Таблица 1

возраст, лет	Таксационные показатели						Наличие самосева	Возраст плодоношения, лет	Примечание
	диаметр, см		высота, м		средний годичный прирост, см				
	средний	наибольший	средняя	наибольшая	по диаметру	по высоте			
60—65	40,9	52,0	21,6	22,3	—	—	—	17	
60—65	28,0	35,0	17,6	18,5	—	—	—	7	
34	17,3	28,2	15,2	17,6	0,50	44,0	На опушках имеется самосев, под пологом отсутствует	—	Кроны деревьев сомкнуты
34	23,8	29,8	12,5	13,0	0,70	36,0	Под пологом	20	Кроны частично разомкнуты
36	14,2	22,2	11,2	12,8	0,39	31,0	Под пологом и на опушках	8	Небольшая кривизна и сбежистость стволов
28	15,8	26,6	11,8	13,4	0,56	44,0	На опушке самосев, под пологом его нет	10	Деревья прямостоятельные, малосбежистые, с сомкнутыми кронами
35	14,4	22,0	8,6	11,5	0,41	24,0	—	—	Кроны сомкнуты, кривизна и сбежистость стволов

Таблица 2

возраст, лет	Таксационные показатели						Примечание
	диаметр, см		высота, м		средний годичный прирост, см		
	средний	наибольший	средняя	наибольшая	по диаметру	по высоте	
33	20,4	30,6	14,2	15,6	0,62	43,0	Кроны сомкнуты
36	15,8	22,3	11,6	13,9	0,44	32,0	
33	15,6	32,0	10,8	12,9	0,47	33,0	
33	19,8	28,5	12,2	14,5	0,60	37,0	
33	21,3	28,9	12,5	14,5	0,65	38,0	

Данные о самосеве различных видов лиственницы приводятся в табл. 3. Самосев разных видов лиственницы вполне жизнеспособен, имеет здоровый вид и отличается хорошим ростом.

Наличие естественного семенного возобновления указывает на полную акклиматизацию лиственницы и подтверждает биологическую устойчивость ее в данных почвенно-климатических условиях.

Таблица 3

Материнская порода	Место самосева	Возраст, лет	Высота, см	Площадь учета, м <sup>2</sup>	Количество всходов	
					на учетной площади, шт.	в переводе на 1 га, тыс. шт.
Лиственница сибирская	СЗ опушка материнского насаждения . . .	5-12	35-210	100	68	6,8
"	Под пологом разных ив	4-12	40-540	175	180	10,3
"	" " черемухи поздней	3-8	16-120	400	347	8,6
"	" " черемухи пенсильванской	4-10	21-215	200	149	7,4
"	" " груши уссурийской	3-10	15-330	200	176	8,8
"	" " скумпии	3-10	15-420	200	125	6,2
"	" " боярышника	5-13	36-480	300	364	22,1
Лиственница западная	" " материнских деревьев	3-5	15-25	15	4	2,6
Лиственница даурская	" " "	3-9	45-135	40	19	4,7
"	СЗ опушка материнского насаждения . . .	5-12	25-170	100	29	2,9
Лиственница японская	ЮВ опушка . . .	5-7	30-90	25	8	3,2
"	ЮЗ опушка материнского насаждения . . .	4-5	8-15	25	4	1,6

У всех лиственниц кроны отличаются ажурностью, хвоя весной темно-зеленая или зеленая, во второй половине лета оливково-зеленая, осенью приобретает золотисто-желтую или золотистую окраску. Хвоя у разных видов опадает в разное время: в середине октября — у даурской и польской, во второй половине октября — у сибирской и Чекановского, в первой половине ноября — у японской и западной и в середине ноября — у европейской и американской.

Независимо от рельефа и почв все лиственницы отличаются хорошим ростом, устойчивостью и декоративностью и представляют большую ценность для защитного лесоразведения и озеленения.

Поступила в редакцию  
15 августа 1961 г.

## СЕКВОИЯ ГИГАНТСКАЯ В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ КРЫМА

Г. Д. ЯРОСЛАВЦЕВ

Старший научный сотрудник,  
кандидат сельскохозяйственных наук

(Государственный Никитский ботанический сад)

Секвойя гигантская является долголетней быстрорастущей хвойной породой, дающей ценную древесину и хорошо скрепляющей почву на горных склонах. Она давно привлекала внимание наших ученых и лесоводов.

В 1859 г. секвойя гигантская была завезена в Никитский ботанический сад (рис. 1). В последующие годы ее здесь размножили в небольшом количестве и распространили по садам и паркам. Благодаря этому отдельные деревья секвойи разного возраста встречаются во многих местах нижней зоны Южного берега Крыма (до высоты около 300 м над уровнем моря). Имеющиеся в нескольких пунктах Ялтинского лесхоза экземпляры секвойи к 50—60 годам достигали высоты 30 м и диаметра 0,7—0,8 м. Местная сосна крымская достигает здесь таких размеров к 120—150 годам. Наиболее крупный экземпляр секвойи в Никитском ботаническом саду, в возрасте 74 лет имел высоту 30,4 м и диаметр ствола 1,5 м.

Первая попытка введения секвойи гигантской в лесные культуры Ялтинского лесхоза была осуществлена в 1950 г. сектором селекции и интродукции ВНИИЛХа (В. И. Ермаков). Однако из-за неблагоприятных почвенных условий (табл. 1) секвойя в культурах страдает, а сопутствующий ей орех грецкий вообще выпал. К августу 1958 г. здесь сохранилось 154 секвойи. Их средняя высота была  $75,47 \pm 0,24$  см с колебаниями от 18 до 172 см. В октябре 1960 г. число живых растений составило 152 (50,7% от числа первоначально посаженных), а средняя высота  $91,05 \pm 0,09$  см (с колебаниями от 21 до 230 см).

В 1955 г. И. Н. Авксентьевой (Крымская горно-лесная опытная станция) были проведены посадки 600 саженцев секвойи гигантской в квартале 25 Ливадийского лесничества (табл. 1). Из-за отсутствия ухода здесь через год осталось всего 224 растения. В середине 1958 г. оставшиеся на участке секвойи имели среднюю высоту  $50,1 \pm 0,20$  см. Зимой 1958—59 гг. в порядке разреживания часть деревьев была пересажена. Осенью 1960 г. растения имели высоту  $80,12 \pm 0,18$  см (с колебаниями от 8,7 до 144 см).

В 1959 г. были проведены новые посадки в Гурзуфском лесничестве (табл. 1). Эти работы осуществлены с участием и под руководством старшего лесничего Ялтинского лесхоза П. М. Шульгина и автора настоящей статьи. Посадочный материал хранили в прикопе.

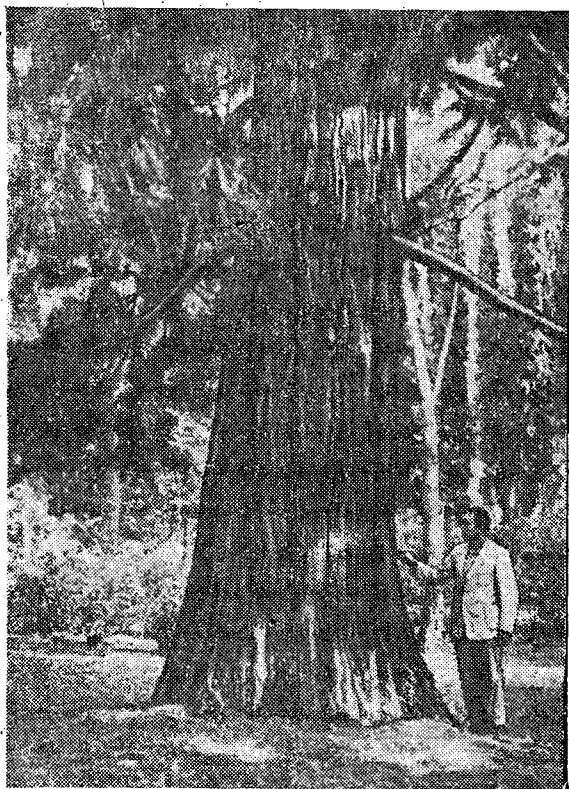


Рис. 1. Секвойя гигантская в Никитском ботаническом саду. Возраст 70 лет; высота 20,7 м; диаметр на высоте груди 1,1 м.

В процессе перевозки и хранения секвойи были ослаблены. Поэтому в культурах прижилось только 76,5% растений. Весной 1960 г. было проведено дополнение 56 саженцами той же партии. Две секвойи летом 1960 г. погибли. Укоренившиеся экземпляры растут хорошо (табл. 2).

Весной 1960 г. площадь культур 1959 г. была расширена более чем на 1,5 га (табл. 1). Посадочный материал был выращен лесничим Гурзуфского лесничества А. И. Алешиным из семян местного происхождения. Успешному росту этих растений способствовало то, что в августе 1960 г. прошли дожди. К осени здесь сохранилось 85,4% высаженных деревцев. Данные о размерах этих растений в конце первого года после посадки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Возраст, лет	Количество растений	Средняя высота, см
Культуры 1959 г.			
Секвойя гигантская	5	556	24,35 ± 0,08
Сосна крымская	4	243	12,90 ± 0,18
Культуры 1960 г.			
Секвойя гигантская	4	21	51,8 ± 0,39
	2	687	11,12 ± 0,09
Сосна крымская	3	875	9,69 ± 0,06



Из табл. 2 видно, что в обычных на Южном берегу Крыма лесных культурах при наличии соответствующих почвенных условий секвойя гигантская уже в первые годы жизни растет значительно быстрее, чем местная сосна крымская. Быстрый рост ее сохраняется и в дальнейшем. Однако на тяжелых глинистых, периодически переувлажняемых почвах рост ее притупляется. Секвойя гигантская хорошо растет в средней зоне Крымских гор. Наблюдения за уже созданными местными культурами показывают, что эта ценная древесная порода может быть с успехом введена не только в леса Крыма, но и в леса Закарпатской Украины и Кавказа, где она, по-видимому, найдет оптимальные условия в зоне естественного ареала тисса.

Создание новых лесных культур секвойи гигантской в Крыму в ближайшие годы будет продолжено. В этих целях в Государственном Никитском ботаническом саду налаживают массовое размножение ее зелеными черенками и уже выращивают несколько тысяч растений из укорененных черенков. Предпринимают меры и для получения местных семян повышенной всхожести. Общее руководство этими работами, как и всеми описанными, осуществляет акад. А. С. Яблоков.

Поступила в редакцию  
22 августа 1961 г.

## ОПЫТЫ ПО СОДЕЙСТВИЮ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ КРЫМСКОГО БУКА

**П. С. КАПЛУНОВСКИЙ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Карпатская ЛОС)

На протяжении столетий площадь крымских горных лесов неизменно сокращалась. С уничтожением лесных насаждений связана эрозия почвы на горных склонах, резкое ухудшение гидрологического режима местности, общее ухудшение климата. Вопрос об отрицательных последствиях обезлесения для Крыма ставился еще в прошлом веке, но только при Советской власти было приостановлено дальнейшее уменьшение лесной площади. Признание огромной почвозащитной, водоохранной и курортно-эстетической роли крымских лесов исключает всякую промышленную эксплуатацию их. Извлечение древесины допускается только в порядке мер ухода, санитарных рубок и в небольшом масштабе — путем лесовосстановительных рубок.

Буковые леса связаны с первой, наиболее высокой горной грядой, сложенной юрскими известняками. Здесь берут начало все речки полуострова. Почвы буковых лесов — суглинистые буроземы. Преобладающие типы леса — свежая грабовая бучина, свежая чистая бучина. Производительность невысокая, средний класс бонитета для бука равен III, 5; много древостоев низших классов — IV, V и Va.

Спелые и перестойные насаждения бука занимают около 16% лесопокрытой площади этой породы. За исключением территории заповедно-охотничьего хозяйства, большинство насаждений старшего возраста представлены низкополнотными древостоями. Из них постепенно выбираются перестойные и фаутные деревья в порядке санитарных рубок; древесина почти исключительно идет на дрова, потребность в которых очень велика. Возобновление при таких рубках протекает далеко не всегда удовлетворительно — в чистых букняках лучше, в буково-грабовых насаждениях хуже. «Окна», образующиеся от вырубки старых деревьев, затягиваются подростом граба, липы, осины, ивы, иногда — ясеня. Прогалины большого размера зарастают злаками и другой сортной растительностью. Примером может служить массив Соколинского лесничества, расположенный на северных склонах Ай-Петри. Здесь длительное время велась заготовка дров выборочными и санитарными рубками. Сейчас при полноте верхнего яруса 0,2—0,4 в насаждениях преобладает разновозрастный ярус молодого граба и других сопутствующих пород. Подобные же расстроенные леса можно видеть в Восточном Крыму на склонах Караби-яйлы и в других местах.

Отрицательно влияют на возобновление бука мышевидные грызуны, истребляющие урожай орешков. Препятствием для появления всходов является плотная подстилка в более сомкнутых участках и травяной покров — в изреженных. В отдельные годы наблюдается гибель всходов бука из-за недостаточной влажности почвы. Поэтому на многих участках постепенная выборка старых деревьев приводит к расстройству насаждения или смене пород.

Неблагополучное положение с естественным возобновлением бука требует применения восполнительных мероприятий. Так как для условий крымских буковых лесов таковые еще не испытывались, то нами в 1957/58 г. были заложены соответствующие опыты. Результаты их излагаются в настоящей статье.

Работу проводили в Перевальном лесничестве Симферопольского лесхоза на пробных площадях, характеристика которых дана в табл. 1. Почва — суглинистый бурозем, несколько варьирующий по глубине слоя мелкозема, мощности гумусового горизонта и количеству щепня. На пробных площадях № 1, 2 и 4 в древостое, кроме бука и граба, есть небольшая примесь липы, ивы, осины, черешни. Травяной покров на первых трех пробках незначителен (покрытие 0,1—0,3); на пробе № 5 развиты густые (0,7—1,0) заросли папоротника мужского (*Dryopteris filix mas*, (L.) Schott.), высотой 50—70 см. Лесная подстилка на всех участках покрывает почву почти сплошным слоем толщиной 2—4 см. Самосева древесных пород всюду очень мало, за исключением пробы № 1, где, однако, в составе подроста преобладал не бук, а граб.

Таблица 1

Квартал	№ пробы размер, га	Высота над уровнем моря, м	Экспозиция склона крутизна, °	Тип, условий местопроявления	Древостой			
					состав	полнота средняя, высота, м	число стволов на 1 га, шт.	запас на 1 га, м <sup>3</sup>
119	$\frac{1}{0,80}$	950	$\frac{3}{10-19}$	D <sub>2</sub>	9Бк1Гр	$\frac{0,6-0,7}{19}$	355	245
104	$\frac{2}{1,00}$	930	$\frac{С-3}{5-14}$	D <sub>2</sub>	9Бк1Гр	$\frac{0,7}{20}$	477	290
119	$\frac{4}{0,40}$	930	$\frac{Ю-В}{20-25}$	C <sub>2</sub>	10Бк+Гр	$\frac{0,6-0,7}{18}$	572	332
130	$\frac{5}{0,30}$	1100	$\frac{С-3}{14-23}$	D <sub>2-3</sub>	10Бк	$\frac{0,6}{18}$	554	260

В качестве восполнительных мероприятий испытано рыхление подстилки до и после опадения семян; удаление ее; рыхление почвы после снятия подстилки; уничтожение травяного покрова с последующим сгребанием подстилки или рыхлением почвы. Обработку разными способами проводили на чередующихся полосах шириною 2 м, с оставлением нетронутых 3-метровых промежутков. Отводили также контрольные ленты (без всякой обработки).

Содействие проводили в 1957 г. при довольно слабом плодоношении бука (на 1 га опало около 50 кг здоровых орешков бука) и в 1958 г. в условиях хорошего урожая (220 кг здоровых плодов на 1 га старого леса). Сплошной учет всходов выполняли летом следующего года.

В табл. 2 приводятся результаты опытов, поставленных на пробных площадях № 2 и 4. При слабом плодоношении бука (1957 г.) на

контрольных полосах всходы не появились вовсе; снятие подстилки и рыхление почвы дало некоторый, хотя и небольшой эффект. Гораздо лучшие результаты получены от этих способов при хорошем урожае бука в 1958 г. на пробе № 4. Здесь почти вчетверо возросла и разница по количеству всходов между обработанными и необработанными после удаления подстилки полосами.

Таблица 2

Варианты опыта	Среднее количество всходов бука на 10 м <sup>2</sup> обработанной площади		
	проба № 2 (содействие осенью 1957 г.)	проба № 4 (содействие осенью 1958 г.)	проба № 5 (содействие 1958 г.)
Удаление подстилки . . . . .	4	16,3	20,7
Удаление подстилки с последующим рыхлением почвы . . . . .	6	60,0	91,5
Контроль . . . . .	0	6,4	1,8

Рыхление подстилки (без снятия ее) до опадения семян не дало результатов: после дождей слой опада вновь уплотнился. Слабое действие оказало и рыхление подстилки после опадения семян.

Отрицательное влияние подстилки на появление самосева бука заключается в том, что всходам трудно пробить слой слежавшегося опада. Кроме того, лежащие на поверхности подстилки орешки легко рыхлятся животными и гниют.

На пробной площади № 5 естественному возобновлению препятствовал, помимо подстилки, густой покров из щитовника мужского. Папоротник на полосах уничтожали путем перерубания лопатой или мотыгой его корневищ вблизи места прикрепления вай (здесь сосредоточены почки возобновления). Данный участок расположен выше других проб (1100 м над уровнем моря), и там, по нашим наблюдениям, мышевидных грызунов было меньше.

Отрицательная роль биотических факторов на возобновление бука проверена на таком небольшом опыте. В лесу, на пробе № 1 осенью 1957 г. было сделано 4 площадки, полностью изолированные мелкой металлической сеткой, заглубленной на 25 см в почву. На них произведен посев буковых орешков — на поверхность почвы с крышкой и без нее и в бороздки. Животные на площадке не попадали. Следующим летом подсчитали число всходов. В первом случае количество всходов составило 36,8% от числа высеванных семян (что почти в 10 раз больше, чем в варианте незащищенного посева), во втором — 32% (не все проростки смогли углубиться в почву), в третьем — 65%. Часть семян во всех вариантах в течение зимы сгнила.

В засушливое лето 1957 г., когда в районе опытов за июнь—август выпало только 68 мм осадков, влажность верхнего слоя почвы в буковом лесу снизилась к началу сентября до 8—9%. При суглинистых почвах (сумма фракций менее 0,01 мм равняется 33,8—43,4%) это означает, что доступная влага отсутствовала. Всходы бука выжили только на обработанной почве, а в лесу их сохранность составила лишь 20%. В 1958 г. на пробных площадях были организованы систематические наблюдения за влажностью почвы до глубины 70 см. Однако лето вышло более дождливое (сумма осадков за июль—август 139 мм), и влажность верхнего 10-сантиметрового слоя не падала ниже 19,7% (среднее из шести бурений на пробе). На глубине 70 см влажность прогрессивно снижалась с 17,8% в конце апреля до 10,2% в начале октября. Но на эту глубину корешки всходов не проникают. Выживае-

мость всходов бука в лето 1958 г. составила, в среднем, 59%. Отпад происходил из-за повреждений насекомыми, слизнями и от грибного заболевания *Phytophthora omnivora*. Очень влияют на выживаемость и условия освещенности. Всходы развиваются удовлетворительно и одревесневают к осени при уровне освещенности (рассеянными лучами) в 4,5—5% от полной. При низкой освещенности в 0,2—0,3% (одновременное затенение почвы пологом леса и подростом) всходы бука обычно погибают уже в начале лета.

Подводя итог всем опытам и наблюдениям, можно рекомендовать следующее. В годы плодоношения бука содействие нужно производить путем полосного снятия подстилки и поверхностного рыхления почвы в кварталах, где через 2—4 года планируется санитарная или выборочная рубка. Время для этой работы — начало осени, до опадения семян. Можно также применять позднеосенний посев семян на глубину 2—3 см в обработанные площадки или полосы с прикрытием сверху нетолстым слоем листвы. При развитии густого папоротникового покрова предварительно его следует уничтожить.

Имея огромные, хорошо развитые кроны, перестойные деревья бука плодоносят сильнее других и даже при общем слабом урожае дают много семян. Поскольку такие деревья являются главным объектом рубки, то восполнительные мероприятия надо проводить в первую очередь вокруг них. Назначение в рубку следует за возникновением надежного самосева, который затянет образующееся окно. Одновременно следует заботиться о создании надлежащих условий освещенности для самосева путем вырубki подлеска и переросшего подроста граба, изреживания подчиненной части древостоя. Для уменьшения опасности от мышевидных грызунов пока наиболее доступны в условиях лесного хозяйства биологические меры борьбы — охрана полезных животных (ласки), ночных хищных птиц (сов, филинов), дневных хищников (канюков) и др.

---

Поступила в редакцию  
28 февраля 1962 г.

**ТАКСАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ДЕВСТВЕННЫХ  
РАЗНОВОЗРАСТНЫХ БУКОВО-ПИХТОВЫХ  
И ПИХТОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА**

**Л. В. БИЦИН**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Северо-Кавказская ЛОС)

В западной части Северного Кавказа на высоте 1000—2200 м над уровнем моря произрастают разновозрастные буково-пихтовые и пихтовые леса. Значительные массивы их, расположенные в труднодоступных горных районах, не испытывали какого-либо влияния человека и до настоящего времени сохраняют девственный характер.

Следует отметить, что в лесоводственно-таксационном отношении рассматриваемые насаждения остаются слабо изученными.

В данной статье излагаются результаты исследований варьирования возраста, диаметра, высоты, коэффициентов формы, видовых чисел, поперечников крон и показатели связи между основными таксационными признаками буково-пихтовых и пихтовых насаждений.

Материалами для исследований послужили данные 18 пробных площадей (8 в буково-пихтовых и 10 в пихтовых насаждениях), в том числе 3 пробы со сплошной рубкой и обмером 705 модельных деревьев (292 бука и 413 пихты), заложенные в наиболее распространенных по площади папоротниково-разнотравном и овсяницевоом типах леса II класса бонитета.

Таксационная характеристика лесов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Тип леса Класс бонитета	Ярус	Состав	Средний возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Число стволов, шт.	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Запас, м <sup>3</sup>	Полнота
Папоротниково- разнотравный	I	7БкЗП.	215	47,0	29,1	245	40,0	504	
	II	6П4Бк	128	13,0	12,0	280	2,6	28	
Итого . .	—	—	—	—	—	525	42,6	532	0,9
Овсяницевоый	I	10П едЕ	210	44,7	30,2	274	43,0	680	
	II	10П едЕ	145	14,5	11,0	202	3,3	23	
Итого . .	—	—	—	—	—	476	46,3	703	0,8

Из табл. 1 следует, что рассматриваемые насаждения сложны по форме. Первый ярус по числу стволов составляет примерно 50%, тогда как по запасу на его долю приходится около 95%. В целом насаждении возраст бука колеблется в пределах 41—420 лет, пихты 41—500 лет.

### Варьирование таксационных признаков

Изучению изменчивости таксационных признаков однородных древостоев основных лесообразующих пород посвящены исследования ряда авторов (В. К. Захарова, А. И. Кондратьева, В. И. Левина, И. М. Науменко, А. В. Тюрина и др.). Результаты работ включены в справочные пособия и находят широкое применение на практике. Настоятельная необходимость получения аналогичных данных для разновозрастных, сложных по форме древостоев неоднократно подчеркивалась в литературных источниках.

Ранее нами освещались вопросы варьирования таксационных признаков разновозрастных буковых насаждений Северного Кавказа [3]. Исходя из анализа работ А. И. Ильина [6] и И. М. Науменко [7] и рекогносцировочных обследований, мы полагали найти значительные различия в возрастной структуре и строении смешанных буково-пихтовых древостоев по сравнению с чистыми, поскольку последние относятся к разным группам типов леса. Однако обработка материалов с применением методов математической статистики по каждой породе показала практически одинаковую степень изменчивости таксационных признаков чистых и смешанных древостоев.

Установлено также, что пихта отличается большей долговечностью и менее равномерным ростом. Степень варьирования ее возраста, диаметра и высот оказалась несколько выше, чем у бука.

Коэффициенты вариации главнейших таксационных признаков девственных разновозрастных буковых и пихтовых насаждений в сопоставлении с аналогичными данными спелых и перестойных для разновозрастных нормальных древостоев ряда древесных пород (сосны, березы, лиственницы, осины и т. д.) [2], [4], [8], приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Таксационные признаки	Величина коэффициента изменчивости (%) для насаждений		
	буковых	пихтовых	нормальных
Возраст	30—33	31—47	—
Диаметры деревьев на высоте груди	58—62	60—73	20—32
Высота деревьев	25—28	25—35	6—13
Коэффициенты формы $q_2$ стволов	13—14	13—14	6—9
Видовые числа стволов	13—15	13—16	9—11
Поперечники крон	30—35	30—37	22—33

Как видно, степень варьирования таксационных признаков девственных буковых и пихтовых насаждений в 1,5—3 раза выше, чем нормальных.

Исследования показали, что при таксационных работах сложные буковые и пихтовые насаждения наиболее целесообразно разделять на два яруса с выделением подростка. При отнесении в первый ярус высот с колебанием в пределах 0,8—1,2 (если среднюю высоту принять за 1,0) выделяется однородная в строении по высоте и диаметру основная часть

древостоя. Распределение стволов бука и пихты первого яруса по каждому из названных признаков графически выражается кривой, подобной кривой нормального распределения.

Варьирование высот и диаметров первого яруса сравнительно устойчиво и соответствует уровню изменчивости этих признаков у нормальных насаждений.

Выделение в первом ярусе двух возрастных поколений (спелого и перестойного) вызывается хозяйственной необходимостью. Полученные детализированные таксационные данные используются в проводимых двухприемных постепенных и выборочных рубках.

#### Показатели связи между отдельными таксационными признаками

Материалы пробных площадей со сплошной рубкой и обмером деревьев (705 моделей) позволили установить показатели связи между отдельными таксационными признаками буковых и пихтовых насаждений Северо-Западного Кавказа.

Результаты работ приведены в табл. 3.

Таблица 3

Соприженные таксационные признаки	Порода	Коэффициент корреляции $r$	Ошибка коэффициента корреляции $m_r \pm$	Корреляционное отношение $\eta$	Мера линейности $z$	Ошибка меры линейности $m_z \pm$	$\frac{z}{m_z}$	Характер связи
Диаметр и возраст	Бук	0,684	0,033	0,809	0,187	0,053	3,5	Нелинейная
	Пихта	0,600	0,046	0,605	0,006	0,004	1,5	Линейная
Диаметр и высота	Бук	0,758	0,023	0,919	0,267	0,057	4,7	Нелинейная
	Пихта	0,870	0,017	0,968	0,201	0,066	3,04	"
Диаметр и коэффициент формы $q_2$	Пихта	0,148	0,065	0,272	0,052	0,028	1,83	Линейная
Диаметр и поперечники крон	Бук	0,755	0,020	0,767	0,018	0,012	1,44	"
	Пихта	0,600	0,043	0,670	0,090	0,037	2,5	"
Коэффициент формы $q_2$ и видовые числа	Бук	0,719	0,035	0,733	0,020	0,017	1,2	"
	Пихта	0,650	0,043	0,674	0,030	0,022	1,4	"

Полученные статистические показатели свидетельствуют о наличии неодинаковых степеней связей между отдельными таксационными признаками.

В целом теснота связей между таксационными признаками девственных разновозрастных буковых и пихтовых насаждений примерно соответствует уровню корреляции сопряженных признаков разновозрастных сосновых, еловых, березовых и осиновых насаждений [1], [2], [5], [8].

Количественные соотношения зависимостей между диаметрами и возрастом, диаметрами и поперечниками крон пихтовых насаждений II класса бонитета выражаются следующими уравнениями:

$$A = 3,2d + 84; \quad (1)$$

$$П_{кр} = 0,0516d + 3,3. \quad (2)$$

где  $A$  — возраст, лет;

$П_{кр}$  — поперечники крон, м;

$d$  — диаметр на высоте груди, равный  $8 \div 56$  см.



Учитывая высокую взаимосвязь между рассматриваемыми признаками, уравнения (1) и (2) рекомендуем использовать в таксационной практике.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. М.-Л., 1960. [2]. Н. И. Баранов. К вопросу об использовании взаимосвязи между кронами деревьев. Сборник трудов ЦНИИЛХа № 17, 1941. [3]. Л. В. Бицин. Таксационные признаки девственных разновозрастных буковых насаждений Северного Кавказа и Крыма. Журн. «Лесинженерное дело» № 2, 1959. [4]. В. К. Захаров. Варьирование таксационных признаков древостоев. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1950. [5]. В. К. Захаров. Лесная таксация. М.-Л., 1961. [6]. А. И. Ильин. Строение буковых насаждений Северного Кавказа и отбор деревьев при постепенных и выборочных рубках. Сборник работ СКЛОС, вып. IV, Майкоп, 1959. [7]. И. М. Науменко. Возрастная структура, строение, состояние и ход роста старовозрастных буковых насаждений Центральной части Северного Кавказа. Труды института леса АН Грузинской ССР, т. VI, Тбилиси, 1956. [8]. А. В. Тюрин. Основы вариационной статистики в применении к лесоводству. М.-Л., 1961.

Поступила в редакцию  
29 января 1962 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОБСТВЕННОГО ВЕСА  
ПАКЕТОВ ХЛЫСТОВ ПО ИХ ДЛИНЕ

З. С. ЦОФИН

Аспирант

(ЦНИИМЭ)

При вывозке леса в хлыстах значительное влияние на конструкцию подвижного состава, его вертикальную динамику и плавность работы ходовых частей оказывает характер груза, под которым понимается совокупность механических характеристик пакетов хлыстов.

Работы в этой области единичны.

Дальнейшее развитие вывозки леса в хлыстах требует детального изучения транспортабельности перевозимого груза.

Данная статья представляет собой часть общей работы автора по исследованию механических характеристик пакетов хлыстов.

В ней рассматривается характер изменения интенсивности нагрузки от собственного веса пакетов, перевозимых по лесовозным дорогам, поскольку эта характеристика входит в расчеты по определению изгибающих моментов, моментов инерции и сопротивления сечений деформаций пакетов.

Дается общий метод определения этой величины через физические параметры хлыстов и пакетов. Кроме того, составлена справочная таблица значений коэффициентов уравнения, характеризующего изменение интенсивности нагрузки от собственного веса по длине пакета. Эта таблица охватывает основные эксплуатируемые породы древесины, объемы и интервалы длин перевозимых хлыстов с учетом основных таксационных характеристик хлыстов и их совокупностей.

Пакетом хлыстов называется совокупность хлыстов или деревьев с кроной, полученная механическим путем.

Проф. Б. Г. Гастев в одной из своих работ [3] указывает, что к пакетам хлыстов можно применить расчетные схемы, принятые в теории сопротивления материалов.

Например, пакет хлыстов, расположенных комлями в одну сторону, можно рассматривать как балку переменного сечения со сплошной неравномерно распределенной нагрузкой, интенсивность которой  $g$  зависит от абсциссы  $x$

$$g = g(x). \quad (1)$$

Эта нагрузка создается исключительно собственным весом пакета. Для того чтобы отразить эту особенность, в дальнейшем слово «нагрузка» нами заменено выражением «собственный вес пакета». Остальные

термины, принятые в сопротивлений материалов, оставлены без изменения.

Из курса теоретической механики [4] известно уравнение неоднородной прямой, плотность которой по длине изменяется по закону

$$\rho = \rho_0 - kx^\mu, \quad (2)$$

где  $\rho_0$ ,  $k$  и  $\mu$  — постоянные коэффициенты.

Применим это математическое уравнение к конкретной физической области — совокупностям хлыстов. Для этого введем в это уравнение физические параметры, характеризующие хлысты и их совокупности.

В результате получаем конкретное уравнение, применительно к пакетам хлыстов.

При этом по физическому смыслу собственный вес в сечении пакета есть не что иное, как плотность древесной массы его в том же сечении, то есть

$$g = g_0 - kx^\mu, \quad (3)$$

где  $g$  — собственный вес пакета в произвольном сечении;  
 $g_0$  — собственный вес в начальном (комлевом) сечении пакета;  
 $k$  — коэффициент, характеризующий средний сбег (назван нами коэффициентом сбега пакета);  
 $\mu$  — постоянный коэффициент;  
 $x$  — абсцисса.

По физическому смыслу уравнение (3) характеризует кривую, показывающую закон изменения собственного веса по длине пакета. Эта кривая (*abc* на рис. 1) называется грузовой линией [2], а площадь, ограниченная этой кривой и осями ординат, — грузовой площадью  $\omega_n$ .

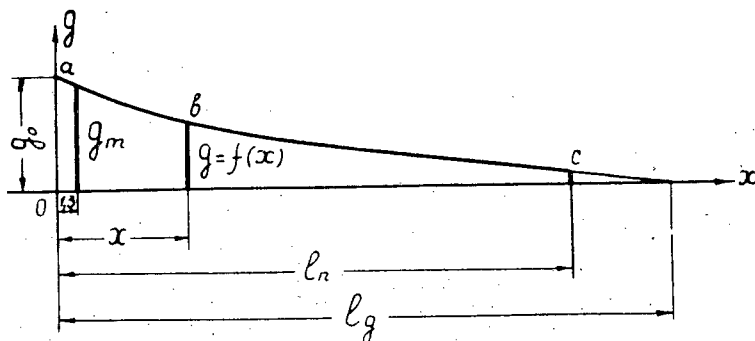


Рис. 1. Общий вид кривой, соответствующей уравнению  $g = g_0 - kx^\mu$ .

Для рассматриваемой области грузовой площадью определяет вес пакета, то есть

$$\omega_n = \int_0^{l_n} g \cdot dx = P_n,$$

где  $\omega_n$  — грузовой площадью,  $T$ ;  
 $P_n$  — вес пакета,  $T$ ;  
 $l_n$  — длина пакета,  $m$ .

Коэффициенты  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$  через параметры хлыстов и пакета определяются из уравнений, которые приводятся ниже в окончательном виде без выводов.

$$\frac{(\mu + 1) l_d^\mu - l_n^\mu}{(\mu + 1) (l_d^\mu - 1,3^\mu)} = \frac{V_n}{S_{п.м} \cdot l_n} \quad (4)$$

Из этого неалгебраического уравнения методом проб определяется коэффициент  $\mu$ .

$$K = \frac{g_m}{l_d^\mu - 1,3^\mu}; \quad (5)$$

$$g_0 = g_m \left( 1 + \frac{1,3^\mu}{l_d^\mu - 1,3^\mu} \right), \quad (6)$$

где  $V_n$  — объем пакета,  $m^3$ ;  
 $S_{п.м.}$  — площадь поперечного сечения пакета в сечении, отстоящем от комлевого на 1,3 м (так называемое сечение  $m$ ),  $m^2$ ;  
 $l_d$  — длина самого длинного дерева в пакете;  
 $g_m$  — собственный вес пакета в сечении, отстоящем от комлевого на 1,3 м,  $T/m$ .

Коэффициенты  $g_0$  и  $k$  зависят от коэффициента  $\mu$ , который, в свою очередь, связан с  $l_d$  и  $l_n$  и величиной правой части уравнения (4), которая представляет собою отношение объема пакета к объему цилиндра, имеющих одинаковую длину и площадь сечения на расстоянии 1,3 м от комля.

Обозначим это отношение  $k_{ф.п.}$  и назовем видовым числом пакета.

$$k_{ф.п.} = \frac{V_n}{S_{п.м} \cdot l_n}. \quad (7)$$

По физическому смыслу  $k_{ф.п.}$  аналогично видовому числу древесного ствола [1], поэтому пакет можно рассматривать как составной «хлыст».

Важным практическим выводом из этого является возможность при определении числовых значений коэффициентов  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$ , кроме данных испытаний пакетов, использовать таблицы объема и сбег стволы различных пород и законы строения древостоев, то есть, богатейшие опытные данные, представленные в обработанном виде для типичных, встречающихся в природе сочетаний.

По приведенным уравнениям (4), (5) и (6) можно определять значения коэффициентов уравнения (3) для пакетов хлыстов, вывезенных непосредственно из леса на автомашинах и по ужд; совокупностей хлыстов, в которых распределение по размерам определяется законами процентного распределения деревьев по ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра насаждения; совокупностей хлыстов одной ступени толщины, характеризующих случай, когда на погрузочной площадке могут оказаться примерно одинаковые по размерам хлысты.

Числовые значения коэффициентов  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$  определяли для пакетов объемом от 0,176 до 1,86  $m^3$ \*. Исследованию подвергали пакеты из сосны, ели, осины, лиственницы и смешанного состава. Рассматривали древостои I, II, III и IV разрядов высот. Всего исследовано 95 пакетов. Их параметры определяли при следующих допущениях.

1. Комли всех хлыстов в пакете расположены в плоскости одного сечения. (Это условие наиболее точно соблюдается в пакетах автопоездов.)

\* Полученные результаты справедливы для пакетов любых объемов, так как коэффициент  $\mu$  не зависит от этой величины, а коэффициенты  $g_0$ ,  $g_m$  и  $k$  связаны с ней прямой пропорциональной зависимостью.

2. Наибольшая длина хлыста в пакете равна длине хлыста наибольшего диаметра.

3. При рассмотрении совокупностей хлыстов за длину пакета принимается табличная длина хлыста наибольшего диаметра. При исследованиях пакетов, вывезенных из леса, их длина определяется замерами в натуре.

4. Площадь древесной массы (древесина в коре) в сечении  $m$  равна сумме площадей сечения  $m$  отдельных хлыстов

$$S_{п. m} = \sum_{i=1}^n S_{дm}$$

5. Объем пакета равен сумме объемов отдельных хлыстов.

$$V_{п} = \sum_{i=1}^n V_{хд}$$

6. Пакет из хлыстов одной ступени толщины в первом приближении рассматривается как совокупность одинаковых хлыстов. В этом случае в качестве коэффициентов формы видовых чисел пакетов  $k_{ф.п}$  использованы всеобщие видовые числа древесных стволов [1], [5].

Анализ полученных результатов показал следующее.

1. Коэффициенты  $g_0$  и  $k$  прямо пропорциональны объему и объемному весу древесной массы пакета, то есть

$$g_0 = g_{0V} \cdot V_{п}, \quad k = k_V \cdot V_{п}$$

и

$$g = g_V \cdot V_{п} = (g_{0V} - k_V \cdot x^4) V_{п}, \quad (8)$$

где  $g_{0V}$  — собственный вес пакета в комлевом сечении, рассчитанный на объем в  $1 \text{ м}^3$ ,  $\frac{T}{\text{м} \cdot \text{м}^3}$ ;

$k_V$  — коэффициент сбега пакета, рассчитанный на объем в  $1 \text{ м}^3$ .

2. Коэффициент  $\mu$  при данных таксационных показателях не зависит от объема и объемного веса древесины в пакете.

3. Влияние всех прочих таксационных показателей на числовые значения коэффициентов  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$  выражается через длину и видовое число пакета.

4. Числовые значения коэффициентов составили поле изменчивости (вариации) грузовой линии пакетов (рис. 2). С градацией по длинам

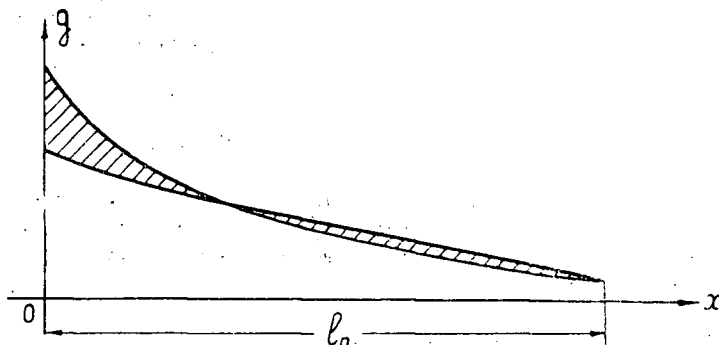


Рис. 2. Характер поля вариации  $g = g(x)$ .

нижняя граница поля определяется пакетами, в которых распределение хлыстов по размерам соответствует закону процентного распределения деревьев в насаждении по ступеням толщины при наименьшей величине видового числа пакета  $k_{ф.п.}$

Верхняя граница определяется пакетами, составленными из хлыстов одной ступени толщины.

Все остальные сочетания хлыстов дали величины  $g = g(x)$ , лежащие внутри этих значений.

Для облегчения практических расчетов составлена таблица граничных уравнений изменения собственного веса пакетов по их длине (табл. 1).

Пакеты из хлыстов			Пакеты из деревьев с кроной		
длина $l_{п.}$ м	видовое число, $k_{ф.п.}$	уравнения с числовыми значениями коэффициентов, рассчитанных на $1 м^3$ , $g_V = f(x), \frac{T}{м}$	длина $l_{п.}$ м	видовое число, $k_{ф.п.}$	уравнения с числовыми значениями коэффициентов, рассчитанных на $1 м^3$ , $g_V = f(x), \frac{T}{м}$
18,0	0,446	$0,36 - 0,137x^{0,18}$	18,0	0,477	$0,142 - 0,051x^{0,34}$
20,0	0,452	$0,177 - 0,082x^{0,24}$	20,0	0,482	$0,126 - 0,039x^{0,37}$
22,0	0,453	$0,137 - 0,051x^{0,30}$	22,0	0,482	$0,104 - 0,026x^{0,43}$
24,0	0,452	$0,112 - 0,036x^{0,35}$	24,0	0,485	$0,089 - 0,018x^{0,48}$
26,0	0,446	$0,102 - 0,030x^{0,36}$	26,0	0,477	$0,082 - 0,015x^{0,49}$
28,0	0,444	$0,091 - 0,024x^{0,38}$	28,0	0,477	$0,074 - 0,012x^{0,52}$
30,0	0,438	$0,084 - 0,021x^{0,39}$	30,0	0,470	$0,069 - 0,011x^{0,53}$
32,0	0,449	$0,071 - 0,014x^{0,46}$	32,0	0,479	$0,065 - 0,008x^{0,59}$

В этой таблице коэффициенты  $g_0$  и  $k$  даны в расчете на  $1 м^3$  древесной массы. Для пакетов того или иного объема значения  $g_0$  и  $k$  являются произведением их табличных значений на объем (уравнение (8)).

Таблица составлена для пакетов длиной от 12 до 33 м, с интервалом через 2 и 4 м. Пакеты длиной от 12 до 16 м получаются при подборе делянок. Большею частью в их составе преобладают хлысты низших ступеней толщины, поэтому для пакетов длиной от 12 до 16 м дается по одному уравнению с усредненными значениями коэффициентов.

Для градаций длин пакетов от 18 до 33 м в таблице приводится по два уравнения с граничными значениями коэффициентов.

Коэффициенты  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$  для пакетов деревьев с кроной определяли по формулам (4), (5) и (6), а объем находят по формуле

$$V_{п.} = V_{д.} + V_{с.},$$

где  $V_{д.}$  — объем древесных стволов в пакете,  $м^3$ ;

$V_{с.}$  — объем сучьев,  $м^3$ .

Значения коэффициентов  $g_0$  и  $k$  в табл. 1 приводятся в пересчете на единый объемный вес древесины в пакете  $\gamma_{п.} = 0,8 Т/м^3$ . Значения этих коэффициентов для других объемных весов можно получить по следующим формулам перевода:

$$g_{0A} = \frac{A}{0,8} \cdot g_0; \quad k_A = \frac{A}{0,8} \cdot k.$$

где  $A$  — объемный вес древесины, на который пересчитывают коэффициенты уравнения,  $T/m^3$ ;

$g_0$  и  $k$  — значения коэффициентов при  $\gamma_n = 0,8 T/m^3$ ;

$g_{0A}$  и  $k_A$  — значения этих же коэффициентов при  $\gamma_n = A \frac{T}{m^3}$ .

Коэффициенты  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$  пакетов, состоящих из хлыстов одной ступени толщины, определены для двух значений средних коэффициентов формы  $q_2 = 0,65$  и  $q_2 = 0,70$ . Это дает возможность различать при расчетах пакеты с преобладанием, с одной стороны, ели, осины ( $q_2 = 0,70$ ), с другой — сосны ( $q_2 = 0,65$ ).

Таблица 1

Пакеты из хлыстов одной ступени толщины при $q_2 = 0,65$			Пакеты из хлыстов одной ступени толщины при $q_2 = 0,70$		
длина $l_{п. м}$	видовое число, $k_{ф. п}$	уравнения с числовыми значениями коэффициентов, рассчитанных на $T/m^3$ , $g_V = f(x), \frac{T}{м}$	длина $l_{п. м}$	видовое число, $k_{ф. п}$	уравнения с числовыми значениями коэффициентов, рассчитанных на $1 м^3$ , $g_V = f(x), \frac{T}{м}$
13,0	0,457	$0,164 - 0,048x^{0,44}$	12,0	0,498	$0,121 - 0,017x^{0,70}$
17,0	0,450	$0,119 - 0,026x^{0,51}$	16,0	0,491	$0,094 - 0,010x^{0,75}$
21,0	0,444	$0,093 - 0,016x^{0,55}$	20,0	0,485	$0,078 - 0,007x^{0,77}$
25,0	0,439	$0,079 - 0,012x^{0,57}$	24,0	0,481	$0,068 - 0,005x^{0,77}$
29,0	0,436	$0,067 - 0,009x^{0,59}$	28,0	0,479	$0,057 - 0,004x^{0,78}$
33,0	0,433	$0,059 - 0,007x^{0,59}$	32,0	0,476	$0,051 - 0,003x^{0,79}$

Для пакетов, состоящих из деревьев с кроной одной ступени толщины, в первом приближении для расчетов можно принять уравнения при  $q_2 = 0,70$ .

Степень совпадения данных, полученных расчетом, с опытными позволяет нам рекомендовать ту или иную формулу для решения прикладных задач.

На рис. 3 приведены кривые изменения собственного веса пакета хлыстов по его длине, построенные по опытным и теоретическим данным.

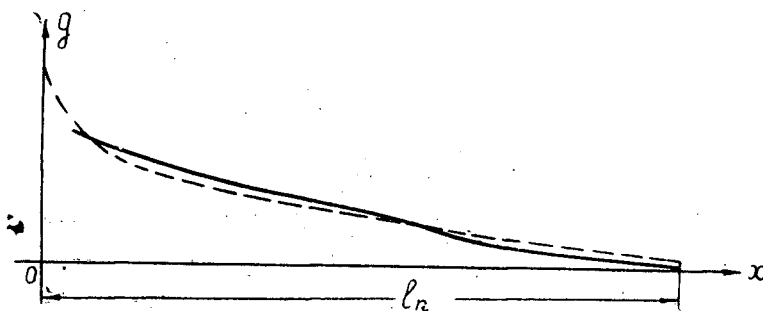


Рис. 3. Совмещенный график изменения собственного веса по длине пакета хлыстов.

Как показали расчеты, средняя квадратическая ошибка для исследованных отдельных хлыстов составила

для пакетов

$$\sigma = \pm (4,32 - 5,75) \%$$

$$\sigma = \pm (5,84 - 12,40) \%$$

Величина ошибок говорит о вполне достаточной точности теоретических расчетов по принятому нами методу.

Летом 1960 г. в Крестецком ЛПХ лабораторией рельсового транспорта под руководством и при непосредственном участии автора были проведены эксперименты по взвешиванию пакетов (рис. 4).

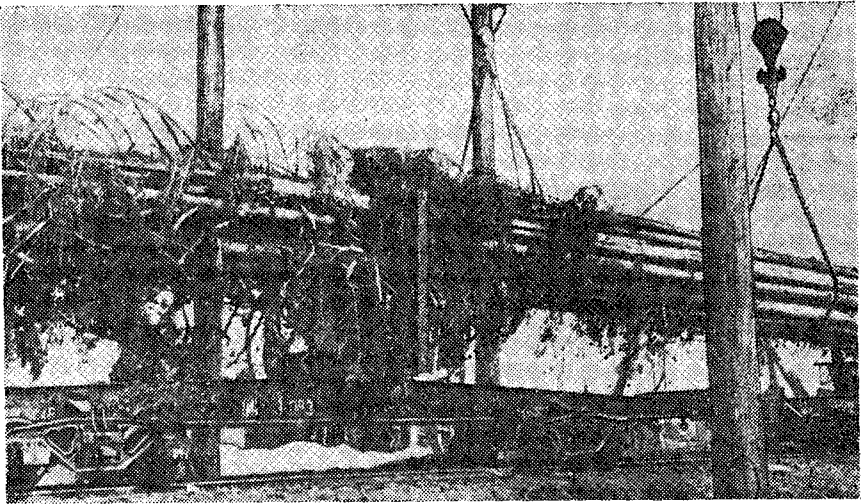
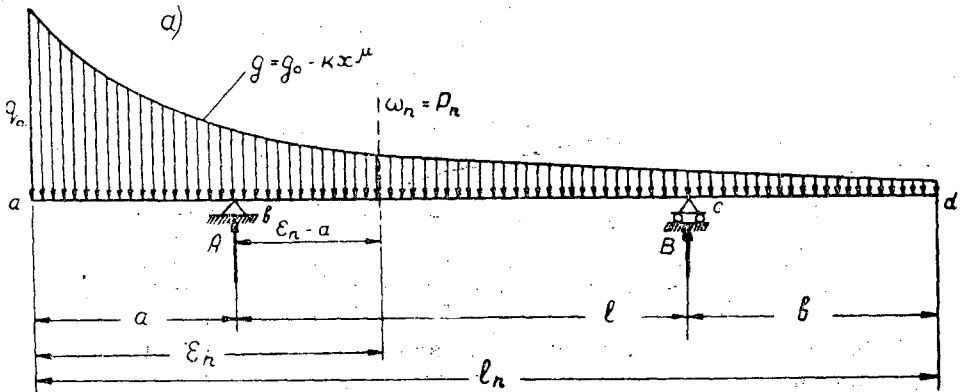


Рис. 4. Взвешивание пакета на разгрузочном мосту Крестецкого леспромхоза.

Для этих пакетов были определены численные значения коэффициентов  $g_0$ ,  $k$  и  $\mu$ .

По схеме (рис. 5) определены реакции и вес пакетов. Указанные данные сопоставлены с полученными в соответствии с показаниями динамометров при взвешивании.

Математическая оценка величин реакций, полученных расчетом и опытным путем, показала их хорошее совпадение. Максимальное зафиксированное отклонение составило 6,7% от веса пакета.





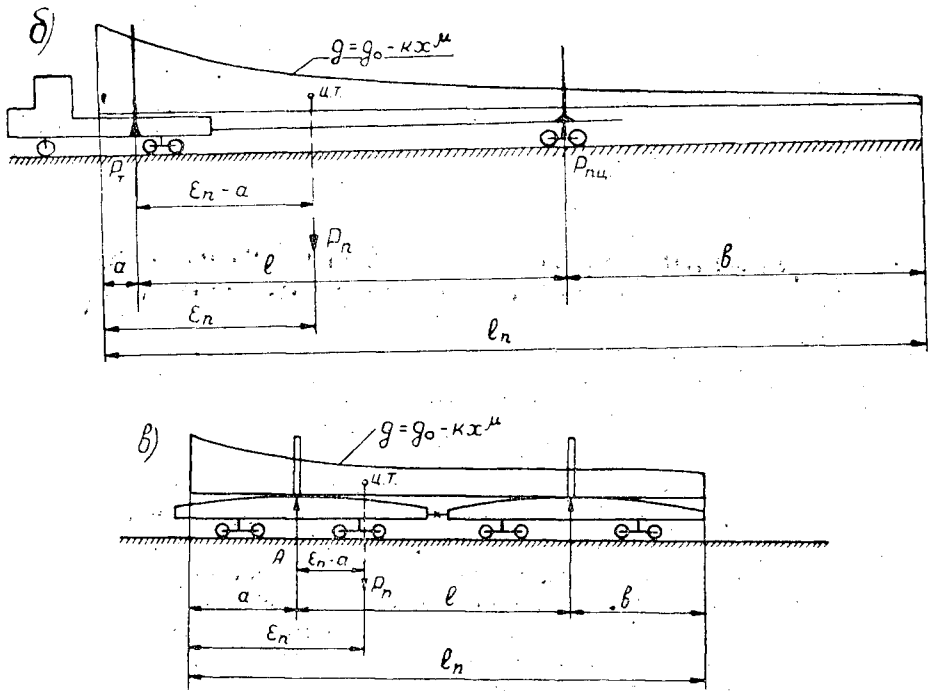


Рис. 5. Расчетные схемы (а, б, в) по определению реакций.

Таким образом, можно считать, что предложенное уравнение в достаточной степени отражает истинное изменение собственного веса по длине пакета и может быть принято в качестве исходного для определения грузовой линии пакетов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. Гослесбумиздат, М.-Л., 1952. [2]. Н. М. Беляев. Сопротивление материалов. Гостехтеориздат, 1958. [3]. Б. Г. Гастев. Некоторые вопросы теории перевозок древесины в хлыстах на лесовозных дорогах. Докторская диссертация, Львов, 1955. [4]. А. И. Некрасов. Курс теоретической механики, т. I и II. Гостехтеориздат, 1945. [5]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбумиздат, М.-Л., 1956.

Поступила в редакцию  
21 марта 1961 г.

## УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ СУЛЬФИТНО-СПИРТОВОЙ БАРДОЙ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

**А. В. ЯЩЕНКО**

Старший инженер

(Северный НИИ промышленности)

Строительство дорог с применением стабилизированного грунта расширяется с каждым годом. Грунтовые дорожные покрытия и основания в настоящее время исчисляются тысячами километров.

Возрастающие требования обеспечения бесперебойных круглогодичных транспортных связей между населенными пунктами вызывают настоятельную необходимость в усовершенствовании и удешевлении дорожного строительства, особенно на дорогах республиканского, областного и районного значения.

Наиболее рациональным в этом направлении является использование вместо дефицитных вяжущих материалов их заменителей, получаемых на месте в виде побочных продуктов или отходов различных отраслей промышленности. К таким материалам относятся высоко- и низкотемпературные каменноугольные дегти, сланцевый битум, тяжелая нефть, сульфитный щелок, сульфитно-спиртовая барда, молотые основные доменные шлаки, торфяные смолы, пеки и многие другие материалы.

Для стабилизации грунтовых покрытий нами рассматривается метод укрепления их сульфитно-спиртовой бардой с последующей термической обработкой.

Сульфитно-спиртовая барда (ССБ) является отходом гидролизных и целлюлозно-бумажных предприятий, перерабатывающих сульфитный щелок на спирт и дрожжи. Она содержит в основном кальциевые соли лигносульфоновых кислот — лигносульфонаты. Лигносульфонаты можно рассматривать как водорастворимые коллоиды лиофильного характера, имеющие электрический заряд на частицах. Они являются поверхностно-активными веществами и способны ориентировочно адсорбироваться на твердых частицах различных тел.

Как продукт переработки сульфитного щелока ССБ представляет собой водный раствор с концентрацией сухих веществ 8—10%. Для использования в качестве клеящих, пластифицирующих и других добавок ее упаривают и получают так называемые сульфитно-бардные концентраты, которые, в свою очередь, делятся на жидкие — КБЖ, содержащие 50% сухих веществ; твердые — КБТ (76—80%) и порошкообразные КБП (87—90%).

Экспериментальные работы мы проводили с супесчаными и суглинистыми пылеватыми грунтами, характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1.

Грунт	Содержание частиц в грунте, %			Оптимальная влажность, %
	песчаных	глинистых	пылеватых	
Супесчаный . . . . .	62,5	9,0	28,5	12
Суглинистый средний . . . . .	35,0	18,1	46,9	15
Суглинистый тяжелый . . . . .	10,0	23,0	67,0	17

В качестве вяжущего использовали жидкие концентраты барды — КБЖ с Архангельского целлюлозно-бумажного комбината с содержанием 50% сухих веществ. Для определения физико-механических свойств грунтов из них изготавливали образцы с дозировками ССБ (сухих веществ) 3; 5; 7; 9% от веса грунта. Цилиндрические образцы высотой и диаметром 50 мм приготавливали на гидравлическом прессе с удельной нагрузкой 300 кг/см<sup>2</sup>, по аналогии с грунтами, укрепленными черными вяжущими. Изготовленные образцы обжигали в муфельной печи при различных режимах термической обработки, а затем испытывали их водоустойчивость и морозостойкость. При испытании водоустойчивости образцы в течение суток насыщали водой при нормальном давлении и в течение 1 часа под вакуумом при остаточном давлении 10 мм рт. ст. После этого определяли водонасыщение образцов и предел прочности их при сжатии. При испытании морозостойкости образцы проходили пять циклов замораживания — оттаивания, после чего находили потери в весе и предел прочности при сжатии.

Ввиду того, что сульфитно-спиртовая барда является гидрофильным веществом, укрепление ею грунтов возможно в том случае, если коренным образом изменить ее свойства, в результате которых грунт приобретет гидрофобность.

Это как раз и достигается термической обработкой. При смешении грунта с сульфитно-спиртовой бардой происходит обволакивание частиц грунта лигносульфонатами. При нагревании смеси до 250°С происходит интенсивное испарение не только свободной, но и физически связанной воды, адсорбированной на поверхности минеральных частиц, в результате чего граница раздела минерал — вода заменяется границей раздела минерал — газовая фаза; последняя образуется от возгонки более легких фракций сульфитно-спиртовой барды. Поверхности частиц грунта, таким образом, полностью обволакиваются молекулярными пленками лигносульфонатов. Эти пленки при температуре 300—350°С превращаются в шлаковидное гидрофобное вещество, спекающееся с частицами грунта. Образуется как бы каркас — объемная решетка, в ячейках которой находятся частички грунта; поэтому такой грунт приобретает механическую прочность за счет сил молекулярного сцепления и водоустойчивость — в результате несмачиваемости поверхности минеральных частиц грунта водой.

Вот почему полностью исключено набухание при водонасыщении всех термически обработанных образцов грунта.

Водонасыщение грунта в зависимости от дозировки сульфитно-спиртовой барды показано на рис. 1. Из графика видно, что с увеличением ССБ до 7% водонасыщение для всех грунтов изменяется незначительно и колеблется в пределах 8—14%. Согласно указаниям Госстроя СССР\*, водонасыщение образцов грунтов, укрепленных органиче-

\* Указания по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами, СН-25-58, Госстрой СССР, М., 1958.

скими вяжущими, не должно превышать 2% сверх оптимальной влажности. В данном случае этим условиям отвечают все грунты при дозировке ССБ 3—7%.

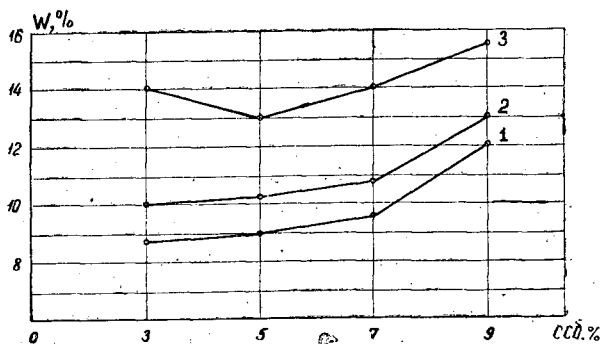


Рис. 1. Водонасыщение образцов грунта в зависимости от дозировки ССБ.

1 — супесчаный грунт; 2 — суглинистый средний грунт; 3 — суглинистый тяжелый грунт;  $T = 350^{\circ}\text{C}$ ;  $t = 20$  мин.

Для оценки прочности грунта в зависимости от дозировки сульфитно-спиртовой барды определяли предел прочности образцов при сжатии. Результаты этих испытаний показаны на рис. 2 и 3.

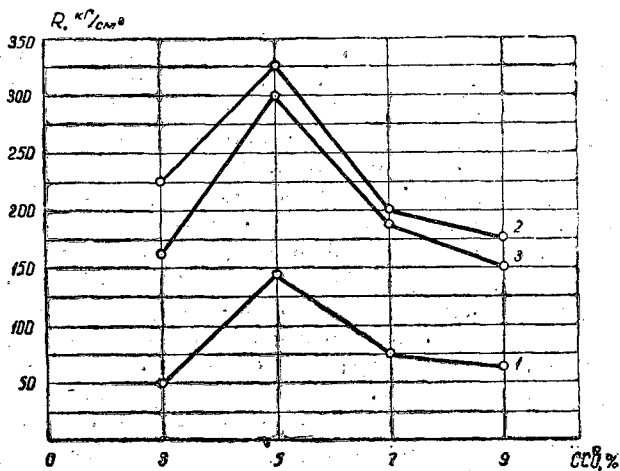


Рис. 2. Влияние дозировки ССБ на прочность грунта в сухом состоянии.

1 — супесчаный грунт; 2 — суглинистый средний грунт; 3 — суглинистый тяжелый грунт;  $T = 350^{\circ}\text{C}$ ;  $t = 20$  мин.

Из графиков видно, что предел прочности сухих образцов (рис. 2) достигает максимума при дозировке 5% ССБ, водонасыщенных (рис. 3) — при дозировке 5—7%. Дальнейшее увеличение дозировки ССБ ведет к спаду прочности.

Объясняется это, по-видимому, тем, что при содержании лигносульфонатов до 7% происходит их равномерное распределение по всему объему грунта в виде тонких пленок. Дальнейшее повышение содержания солей ведет к увеличению толщины пленок, обволакивающих частицы грунта, а следовательно, к уменьшению сил молекулярного сцепле-

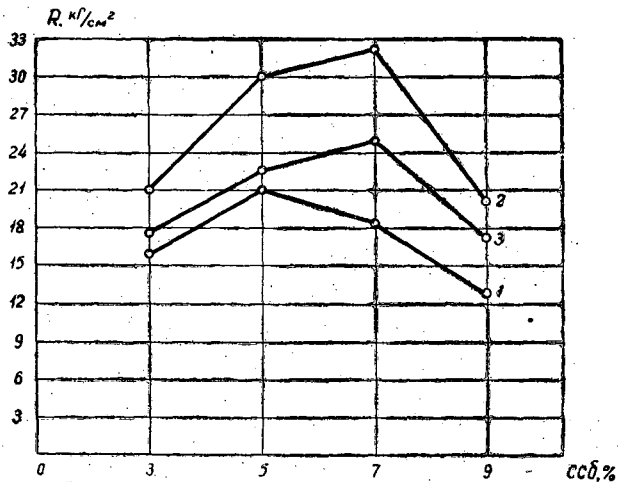


Рис. 3. Влияние дозировки ССБ на прочность грунта в водонасыщенном состоянии.

1 — супесчаный грунт; 2 — суглинистый средний грунт; 3 — суглинистый тяжелый грунт;  $T = 350^{\circ}\text{C}$ ;  $t = 20$  мин.

ния между ними. Поэтому уже под действием небольших нагрузок такой грунт разрушается.

Для выявления оптимального режима термической обработки процесс связывания частиц грунта наблюдался при различных температурах.

При  $250^{\circ}\text{C}$  связи были настолько слабы, что образец не выдерживал водонасыщения и разрушался. При повышении температуры обработки связывающая способность лигносульфонатов увеличивалась. При температуре обработки  $350\text{--}400^{\circ}\text{C}$  достигался максимум прочности укрепленного грунта. Дальнейшее увеличение температуры оказывает отрицательное влияние на прочность грунта, так как при  $450\text{--}500^{\circ}\text{C}$  происходит выгорание стабилизирующего вещества.

На физико-механические свойства грунта сильное влияние оказывает длительность прогрева. Необходимо такое время, в течение которого процесс преобразования водорастворимых лигносульфонатов в гидрофобное связующее вещество закончится во всем образце.

Результаты испытания образцов грунта в зависимости от режимов термической обработки сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование грунта	Дозировка ССБ, %	Предел прочности водонасыщенных образцов ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) при					
		$T = 300^{\circ}\text{C}$		$T = 350^{\circ}\text{C}$		$T = 400^{\circ}\text{C}$	
		$t = 15$ мин	$t = 30$ мин	$t = 15$ мин	$t = 30$ мин	$t = 15$ мин	$t = 30$ мин
Супесчаный	6	8	13	21	25	20	17
Суглинистый средний	6	11	15	32	33	31	26
Суглинистый тяжелый	6	6	10	23	23	21	19

Из табл. 2 видно, что оптимальным режимом термообработки, при котором достигается максимум прочности образцов укрепленного грунта, является 15-минутный прогрев при температуре  $350^{\circ}\text{C}$ .

Для более полного представления об эксплуатационных качествах стабилизированного грунта было проведено исследование его морозостойкости, результаты которого помещены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование грунта	Дозировка ССБ, %	Предел прочности образцов после 5 циклов замораживания—оттаивания, $кг/см^2$	Потери в весе, %
Супесчаный	3	12,5	0,6
	5	16,2	0,4
	7	13,7	0,4
	9	6,2	7,0
Суглинистый средний пылеватый	3	10,1	2,3
	5	12,5	1,85
	7	21,2	1,35
	9	12,5	3,5
Суглинистый тяжелый пылеватый	3	7,5	4,0
	5	10,3	3,2
	7	12,7	2,6
	9	9,6	5,8

Анализ данных табл. 3 показывает, что грунт, укрепленный сульфитно-спиртовой бардой методом термообработки, является морозостойким материалом, так как после пяти циклов замораживания—оттаивания образцы имели предел прочности при сжатии не менее  $10 кг/см^2$ , а потери в весе не превышали 3%.

Проведенные лабораторные исследования дали возможность сделать следующие выводы.

1. Смесь грунта с лигносульфонатами при действии высокой температуры превращается в материал, способный в водонасыщенном состоянии выдержать нагрузки до  $30 кг/см^2$ .

2. Оптимальная дозировка сульфитно-спиртовой барды при этом для образцов всех грунтов одинакова и составляет 5—7% (сухих веществ) от веса грунта, а оптимальная температура —  $350^\circ C$  при продолжительности прогрева 15—20 мин.

3. Укрепление грунтов ССБ методом термообработки может найти применение в строительстве автомобильных лесовозных дорог, а именно: а) плиты, изготовленные из такого грунта в стационарных полевых установках, можно использовать для покрытия дорог; б) создание производительной машины для термической обработки позволит обжигать непосредственно грунт земляного полотна.

Поступила в редакцию  
10 августа 1962 г.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ УДАРНЫХ НАГРУЗОК ПРИ СОУДАРЕНИЯХ ЛЕСОВОЗНЫХ ВАГОНОВ

**Б. Г. ГАСТЕВ**

Профессор, доктор технических наук

**Н. А. ГАЙДАР**

Аспирант

(Львовский лесотехнический институт)

В процессе эксплуатации подвижной состав железных дорог постоянно подвергается динамическим воздействиям продольных усилий. Наиболее часто ударные нагрузки имеют место при выполнении маневровых работ по формированию и расформированию грузовых поездов. Поэтому как при проектировании новых типов подвижного состава с лучшими эксплуатационными качествами, так и в процессе совершенствования существующих конструкций, а также для обоснования отдельных положений правил технической эксплуатации лесовозных железных дорог постоянно возникает необходимость иметь данные о фактических усилиях в элементах подвижного состава, воспринимающих продольно-динамические нагрузки.

Для установления критических величин динамических воздействий, которые испытывают конструкции различных типов лесовозных вагонов в условиях эксплуатации, были определены величины ударных нагрузок при соударениях одиночных вагонов и учитывалась способность загруженных систем поглощать энергию удара.

В натуральных условиях серии таких экспериментов были выполнены в 1957 г. на Бергометской ужд (трест «Черновиллес»), в 1958 г. на Свалявской и Буштинской ужд и в 1961 г. на Тересвянской ужд (трест «Закарпатлес»).

Проведению экспериментов предшествовали работы по подбору и подготовке пути и подвижного состава, а также измерительной аппаратуры и приспособлений.

Соударения вагонов осуществлялись путем набегания движущихся с различными скоростями вагонов на неподвижно стоящие. Путь, на котором происходило соударение вагонов, располагался на горизонтальной площадке длиной 80 м, а смежный участок, служивший своеобразной горкой для сообщения набегающему вагону определенной скорости, имел длину 70 м и уклон 60‰. Перед началом экспериментов путь был приведен в соответствие с техническими условиями и нормами на содержание узкоколейных лесовозных дорог.

Исследования подвергали платформы типа «Лесосудмашстрой», сцепы ЦНИИМЭ-ДВЗ (Т-55) и тележки-сцепы РТ-2.

Все три типа вагонов имели различные условия восприятия и передачи продольно-динамических нагрузок по длине загруженной системы: через хребтовые балки и рамы (платформы), через пачку бревен и внутрикомплектные ударно-тяговые приборы (сцепы ЦНИИМЭ-ДВЗ), через пачки хлыстов (тележки-сцепы РТ-2) [2].

Вагоны загружали специально подобранными свежесрубленными бревнами или хлыстами одинакового диаметра, в коре, уложенными вразнокомелицу в равных количествах в каждом горизонтальном ряду.

Объем погруженной древесины соответствовал грузоподъемности вагонов, за исключением сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ, загрузка которых при сомкнутых внутрикомплектных упряжных приборах была возможна только на 60%. При загрузке этих сцепов до полной грузоподъемности необходимо было бы раздвигать тележки. Тогда условия передачи продольно-динамических нагрузок у них были бы такими же, как у тележек-сцепов РТ-2, а в задачу исследований входило выяснение влияния сомкнутых упряжных проборов двух тележек одного сцепа на продольную динамику загруженных систем.

Взвешивание вагонов производили на специальных вагонных весах (Тересвянская ужд) или с помощью рычажных динамометров.

Экспериментальными исследованиями предполагалось определить величину ударных усилий при различных скоростях набегания вагонов; абсолютные и относительные перемещения и соответствующие скорости движения вагонов на протяжении удара; продолжительность действия и закон изменения нагрузок во времени на протяжении удара.

Для регистрации данных эксперимента была использована 24-канальная тензометрическая установка ОТ-24-51, способная производить тензометрические измерения в диапазоне низких частот без промежуточного усиления путем регистрации электрических колебаний на движущейся осциллографной ленте шириной 200 мм.

Частотная характеристика и чувствительность вибраторов (третий тип) обеспечивали запись процесса изменения усилий на протяжении удара с достаточной для целей исследования точностью и позволяли производить измерения при непосредственном включении их в измерительную диагональ моста. Записанные усилия на протяжении удара отвечали требованиям качественного анализа исследуемого процесса.

Измерение величины ударных нагрузок производили при помощи электрического динамометра, выполненного из осевой стали в виде буферного кольца. Крепление динамометра к буферной тарелке ударяемого вагона осуществлялось с помощью специальных струбцин (рис. 1).

На наружную и внутреннюю поверхности буферного кольца наклеивали проволочные датчики сопротивления.

Схема моста для включения датчиков построена по принципу моста Уитстона, все четыре плеча которого собраны из активных датчиков сопротивлением по 400 ом. При таком расположении все плечи моста находились в равных температурных условиях, чем и обеспечивалась температурная компенсация.

Для последующей расшифровки записей усилий на осциллограммах до и после экспериментов производили тарировку электродинамометра с помощью 20-тонного гидравлического пресса.

Измерение величины абсолютных перемещений вагонов на протяжении удара осуществлялось специально изготовленными роликовыми отметчиками пути (рис. 2). Их применение дало возможность записать на ленте путь через каждые 3,80 мм. Одновременно на этой же ленте отмечали время через каждые 0,05 сек.



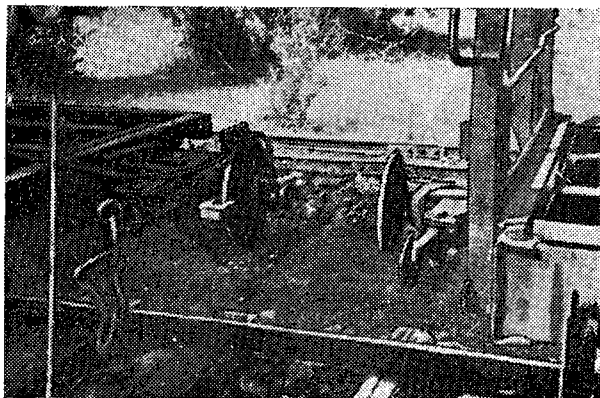


Рис. 1

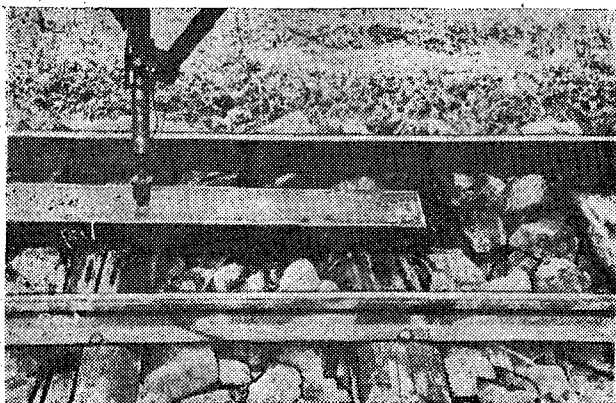


Рис. 2.

По отметкам пути и времени были определены абсолютные скорости движения каждого из соударяющихся вагонов в любой момент времени на протяжении удара.

Осциллограммы записей ударных нагрузок при соударениях лесовозных вагонов с различными условиями передачи усилий по длине загруженной системы представлены на рис. 3 (а, б и в), где записаны: 1 — изменение величины ударных нагрузок во времени; 2 — отметки пути ударяющего вагона; 3 — отметки пути ударяемого вагона; 4 — отметка времени.

В результате анализа осциллограмм ударных нагрузок, а также записей в журнале наблюдений можно установить, что пружинные поглощающие аппараты вагонов всех типов полностью сжимаются при различных значениях скорости набегания.

У платформ буферные пружины полностью выключаются при скорости набегания 2,75 км/час, у сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ — 4,5 км/час (при загрузке на 60%) и у тележек-сцепов РТ-2 — 2,4 км/час.

Как видно из приведенных данных, пружинные поглощающие аппараты выключаются полностью при значительно меньших скоростях соударения; чем это допускается правилами технической эксплуатации

лесовозных ужд при выполнении маневровых передвижений (5 км/час). У сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ такая скорость в данном случае приближается к допустимой. Это достигается не только в результате неполной загрузки вагона, а главным образом за счет большей жесткости пружин поглощающих аппаратов (1285 кг/см), вследствие чего инерционные силы, развиваемые грузами при замедлении во время удара, достигают такой величины, при которой часть или вся пачка сдвигается вдоль вагонов, уменьшая тем самым условные массы, принимающие участие в создании ударной нагрузки.

Если у платформ и тележек-сцепов РТ-2 такие сдвиги наблюдаются только после полного сжатия буферных пружин, то у сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ отдельные горизонтальные ряды пачки сдвигаются уже на стадии упругих ударов и таким образом упругость соударений обеспечивается в пределах, близких к допустимым скоростям.

У платформ и тележек-сцепов РТ-2 абсолютная жесткость буферных пружин значительно меньше (6150 кг/см), а поэтому в пределах их полного сжатия инерционные силы, развиваемые грузами, не достигают той величины, при которой может произойти сдвиг отдельных частей пачки. У этих типов вагонов сдвиги происходят только после полного сжатия поглощающих аппаратов, когда наступает «жесткий» удар [3].

Сдвиги отдельных горизонтальных рядов или всей пачки, при одиночных ударах со скоростью до 5 км/час, не вызывают нарушений габаритов подвижного состава.

Известно, что в момент достижения наибольшего усилия относительная скорость соударяющихся тел равна нулю. Абсолютную скорость движения в этот момент можно определить, воспользовавшись теоремой об изменении количества движения системы [4].

Силы, действующие между телами при ударе, внутренние, поэтому сумма их импульсов равна нулю, то есть

$$m_1 v_{1н} + m_2 v_{2н} = (m_1 + m_2) \cdot v,$$

откуда

$$v = \frac{m_1 v_{1н} + m_2 v_{2н}}{m_1 + m_2}.$$

где  $m_1$  и  $m_2$  — массы соударяющихся вагонов;

$v_{1н}$  — скорость набегающего вагона перед ударом;

$v_{2н}$  — скорость ударяемого вагона перед ударом;

$v$  — абсолютная скорость движения вагонов в конце первого периода удара.

В данном случае  $m_1 = m_2$  и  $v_{2н} = 0$ , поэтому

$$v = \frac{v_{1н}}{2},$$

то есть в момент достижения максимальных усилий скорость движения соударяющихся вагонов должна быть равна половине скорости набегающего вагона перед ударом.

Известно, что груз определяет величину ударной нагрузки только в том случае, если его можно считать жестко связанным с рамой. Если же груз может свободно перемещаться по раме вагона, то он практически не влияет на величину продольно-динамических усилий.

Специфические конструктивные формы лесовозных вагонов и особенности расположения на них штучных грузов в виде бревен или хлыстов, способных при определенных условиях перемещаться вдоль ва-

гонов под воздействием инерционных сил, вызывают необходимость установления степени влияния их на величину ударных нагрузок.

В данном случае, как это видно из осциллограмм, в результате сдвигов грузов вдоль вагонов при соударении относительная скорость движения загруженных систем достигает нулевого значения только через 0,1—0,15 сек после первоначального (максимального) роста нагрузки, когда усилия снова несколько возрастают. Это говорит о том, что максимальное сближение действительных масс произошло только в момент повторного роста нагрузки, когда наступила послеударная стабилизация положения грузов. Так как к этому времени относительная скорость движения вагонов уменьшилась вследствие взаимодействия условных масс, то и величина повторных усилий не достигает первоначальных значений. Кривые на графиках (рис. 4) обозначают: 1 — скорость движения набегающего вагона; 2 — скорость движения ударяемого вагона; 3 — изменение величины ударных нагрузок на протяжении удара.

Выравнивание абсолютных скоростей платформ происходит в момент первичного роста усилий. Это относится только к раме вагона, а не к основной массе груза, так как отметчики пути на них были прикреплены к хребтовым балкам.

После первоначального сближения условных масс скорость движения самой конструкции ударяющего вагона становится несколько меньше, чем ударяемого, но затем вследствие уменьшения инерционных сил грузов, а значит увеличения действительных масс, скорость ударяющего вагона вновь возрастает (груз увлекает вагон), а ударяемого уменьшается (инерционные силы, направленные в противоположную сторону, притормаживают его движение). Когда наступает полная послеударная стабилизация положения грузов (в результате разности абсолютных скоростей), образуется повторный рост нагрузки.

В связи с описанными явлениями сдвигов пачки груза или отдельных ее частей, а также в результате действия сил трения внутри системы продолжительность действия ударной нагрузки во времени, по сравнению с ударом однородных действительных масс такой же жесткости [1], несколько увеличивается (рис. 5).

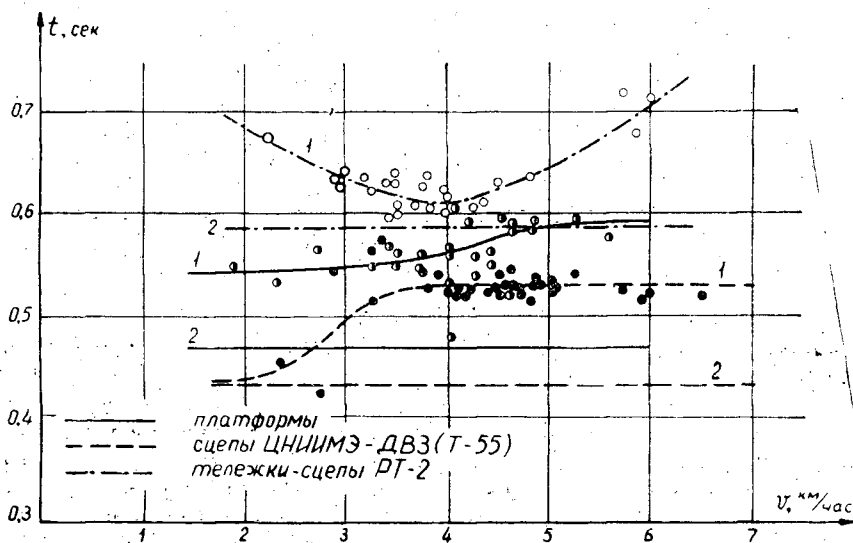


Рис. 5.

На графиках отмечены зависимости: 1, полученная экспериментальным путем, и 2, определенная по формулам как половина суммы периодов относительных продольных колебаний системы на протяженной упругой и жесткой стадий удара

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi(\lambda_1 + \lambda_2)}{\lambda_1 \cdot \lambda_2},$$

где  $T$  — период колебаний системы;

$\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — круговая частота относительных колебаний вагонов на стадиях упругих и жестких ударов.

$$\lambda = \sqrt{\text{ж} \frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2}},$$

где  $\text{ж}$  — жесткость системы на соответствующей стадии удара;  $m_1$  и  $m_2$  — массы соударяющихся вагонов.

На рис. 6 представлены графики зависимости величины ударных нагрузок от скорости набегающих вагонов для различных типов лесовозного подвижного состава, который эксплуатируется в настоящее время на узкоколейных железных дорогах.

На графиках обозначены зависимости: 1 — для случая жесткой связи грузов и конструкции вагонов; 2 — для случая, когда груз может свободно перемещаться по вагону; 3 — фактическая зависимость, полученная экспериментальным путем; 4 — величина повторного роста ударных нагрузок, вызванная сдвигом грузов (экспериментальная).

Как видно из приведенных графиков, фактическая величина ударных нагрузок для лесовозных вагонов занимает промежуточное положение между кривыми 1 и 2, построенными в результате расчетов по существующим формулам [1]:

а) на стадии упругих ударов

$$P_{(y) \max} = v \sqrt{\text{ж} \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}},$$

где  $v$  — относительная скорость движения вагонов перед ударом;

б) на стадии жестких ударов

$$P_{(ж) \max} = \sqrt{P_0^2 + \left(\frac{\text{ж}_2}{\lambda_2}\right)^2 (v^2 - v_0^2)},$$

где  $P_0$  — усилие полного сжатия буферных пружин;

$\text{ж}_2$  — жесткость системы при выключенных поглощающих аппаратах;

$v_0$  — минимальная относительная скорость движения вагонов, при которой происходит полное сжатие упругих устройств.

$$v_0 = u_0 \sqrt{\frac{2\text{ж}_1}{m}},$$

где  $u_0$  — деформация пружин упругого межвагонного соединения при полном сжатии;

$\text{ж}_1$  — жесткость системы в пределах упругой стадии ударов.

Сдвиги грузов, уменьшающие величину условных масс вагонов, а также силы трения внутри системы безвозвратно поглощают значительную часть энергии удара. В результате ударные нагрузки, воспринимаемые конструкцией, существенно уменьшаются и не достигают значений, имеющих место при жесткой связи грузов с вагонами.

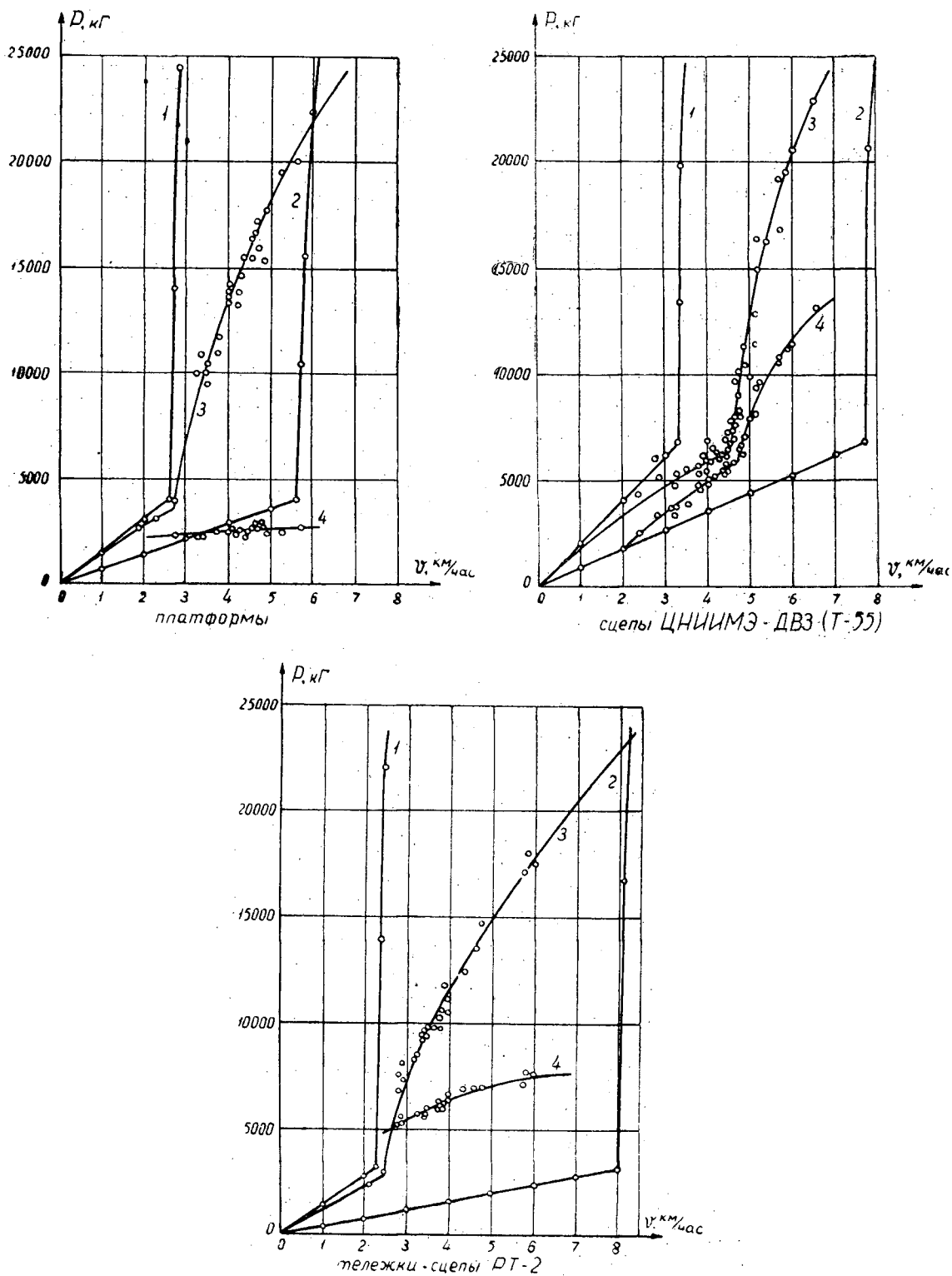


Рис. 6.

В результате теоретических исследований, основанных на законах изменения параметров свободных затухающих колебаний, установлены расчетные формулы для определения величины ударных нагрузок при соударениях лесовозных вагонов [2]:

а) на стадии упругих ударов

$$P_{(y) \max} = \frac{v \cdot \mu_1}{\sqrt{\lambda_1^2 - \psi_1^2}} e^{-\psi_1 \tau_1},$$

где  $\psi_1$  — коэффициент затухания свободных колебаний на стадии упругих ударов;

$\tau_1$  — продолжительность первого периода упругой стадии удара;

$e$  — основание натуральных логарифмов;

б) на стадии жестких ударов

$$P_{(ж) \max} = e^{-\psi_2 \tau_1'} \sqrt{P_0^2 + \left(\frac{\mu_2}{\lambda_2}\right)^2 (v_{ж} + 2\psi_2 \mu_0) v_{ж}},$$

где  $\psi_2$  — коэффициент затухания свободных колебаний при выключенных поглощающих аппаратах;

$\tau_1'$  — продолжительность первого периода жесткой стадии удара;

$v_{ж}$  — скорость относительного перемещения вагонов в момент полного сжатия буферных пружин.

Выполненные экспериментальные исследования подтверждают, что только на основе точно установленных закономерностей изменения продольно-динамических нагрузок во времени и факторов, которые определяют их величину, с учетом других составных частей общей динамики вагона, можно проектировать конструкции с лучшими эксплуатационными качествами и снижать стоимость их производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Вершинский. Динамика вагона. Технический справочник железнодорожника, т. 6, М., 1952. [2]. Н. А. Гайдар. Определение величины ударных нагрузок при соударениях лесовозных вагонов. Сборник работ аспирантов, вып. I, Львов, 1962. [3]. Н. А. Гайдар. Определение условий стабильности положения грузов при соударении лесовозных вагонов. Сборник работ аспирантов, вып. I, Львов, 1962. [4]. Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики, ч. II, ГИТТЛ, М., 1955.

Поступила в редакцию  
21 июля 1962 г.

## О ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

**А. И. ЦНЕЙДЕР**

Доцент

**Г. И. ШЕЛОПАЕВ**

Аспирант

(Сибирский технологический институт)

В лесозаготовительных предприятиях Красноярского края ежегодно строят около тысячи километров лесовозных дорог круглогодичного действия. В первые годы эксплуатации отдельные участки часто преждевременно выходят из строя. На них разрушается дорожная одежда и в период распутиц они становятся непроезжими.

Проверка этих участков показала, что в большинстве случаев причиной разрушения является плохое уплотнение земляного полотна при строительстве.

Строители часто затрудняются определить расчетную степень уплотнения грунта и способы ее получения при минимальных затратах труда.

Несмотря на то, что вопросы уплотнения грунтов нашли широкое отражение в работах ряда советских ученых [1], [2], [4], [6], они до настоящего времени являются неразрешенными и находятся в стадии исследований.

Необходимо отметить, что расчетные параметры (оптимальная влажность и плотность, расчетная плотность и т. д.) были получены в результате работ по уплотнению грунтов Европейской части Советского Союза и не могут быть механически перенесены в условия Сибири.

Сотрудники кафедры сухопутного транспорта леса Сибирского технологического института на протяжении ряда лет проводили изучение уплотнения грунтов земляного полотна лесовозных дорог Красноярского края.

Выполнены экспериментальные работы по определению оптимальной влажности и плотности с последующим установлением требуемой плотности грунтов в земляном полотне.

Физико-механические свойства наиболее характерных дорожных грунтов края приведены в табл. 1.

Для определения изменения оптимальной влажности  $W_0$  и плотности  $\rho_0$  в зависимости от затраченной работы было проведено уплотнение грунтов при стандартном весе и высоте падения уплотнителя, но при разном числе ударов  $n$  (5, 10, 20, 30, 40).

Таблица 1

Наименование грунта	Процентное содержание частиц размером (мм)						Максимальная плотность $\delta_0$ , Г/см <sup>3</sup>	Оптимальная влажность $W_0$ , %	Пористость, %	Удельный вес $\Delta$ , Г/см <sup>3</sup>	Характерные влажности		
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005 и менее					граница теку- чести $F$ , %	граница рас- катывания, %	число плас- тичности
Супесь легкая	24,6	45,4	12,0	9,0	5,6	3,4	1,85	14,8	32	2,62	24,7	19,6	5,1
Суглинок пыле- ватый	19,5	30,5	24,6	4,3	3,2	17,9	1,76	15,0	33	2,65	33,1	17,1	16,0
Суглинок тяже- лый пылеватый	—	4,97	26,95	30,52	10,40	27,16	1,80	16,0	32	2,68	30,9	17,6	13,3
Глина	—	20,0	14,7	19,1	9,9	36,3	1,64	20,6	39	2,70	42,3	23,8	18,5
Глина пылеватая	—	3,6	10,0	35,4	19,1	31,9	1,54	27,6	43	2,69	51,1	30,5	20,6

Все испытания проведены по действующей инструкции СоюздорНИИ [3].

Проведенные экспериментальные работы подтверждают закономерности, установленные проф. А. К. Бирулей [1].

Результаты испытаний для наиболее характерного суглинистого грунта приведены на рис. 1.

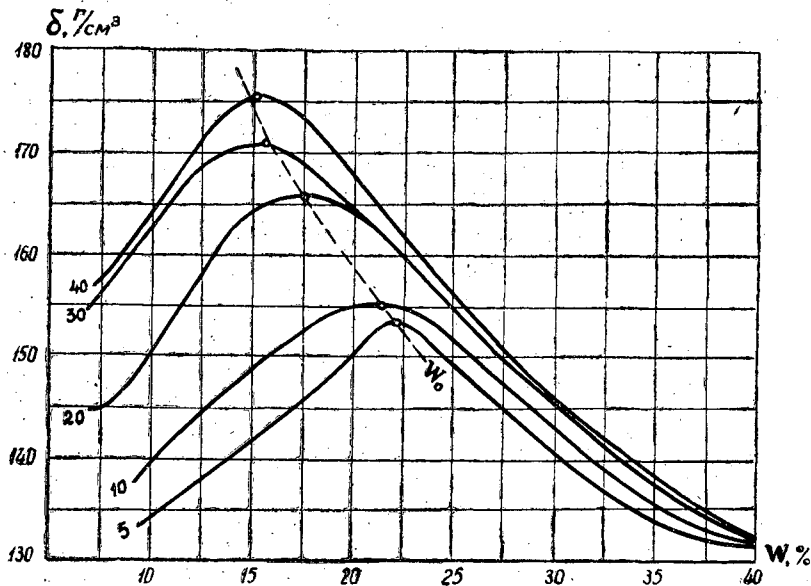


Рис. 1. Кривые плотность — влажность при разном числе ударов гири для пылеватого суглинка.

Из рис. 1 видно, что с увеличением работы, затраченной на уплотнение, оптимальная влажность уменьшается, причем при значительном увеличении работы (20—40 ударов) она практически мало изменяется, а плотность существенно возрастает.

Испытания показали, что не при всех влажностях можно достичь заданного уплотнения (рис. 2). Так, для достижения одной и той же плотности 1,55 Г/см<sup>3</sup> при влажности 20% потребовалась работа в 7,5 кГм (10 ударов), а при влажности 25% — 30 кГм (40 ударов).

При влажностях более 23% эффект уплотнения прекращается, несмотря на то что работа возрастает.



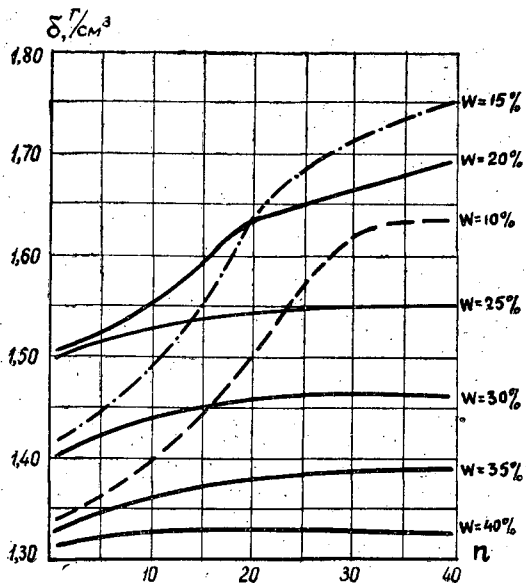


Рис. 2. Кривые стандартного уплотнения в зависимости от числа ударов при разных влажностях для пылеватого суглинка.

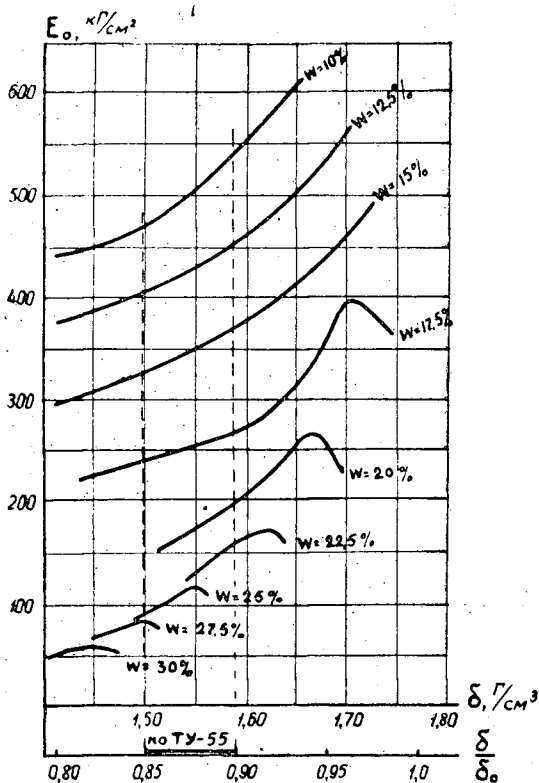


Рис. 3. Зависимость модуля деформации грунта (суглинок пылеватый) от плотности при разной влажности.

Результаты опытов по выяснению связи между плотностью суглинистого грунта и его прочностью (модулем деформации) показаны на рис. 3.

Технические условия проектирования лесозаготовительных предприятий [5] требуют обеспечения степени уплотнения

$$K = \frac{\delta_p}{\delta_0},$$

где  $\delta_p$  — расчетная плотность грунта,  $\text{Г/см}^3$ ;  
 $\delta_0$  — оптимальная плотность,  $\text{Г/см}^3$ .

Для верхнего слоя полотна (толщиной до 1,2 м от бровки)  $\delta_0 = 0,90$ ; для среднего и нижнего неподтопляемых слоев (толщиной от 1,2 до 10 м) — 0,85; для нижнего подтопленного (на 1,2 м выше горизонта воды) — 0,90.

Анализируя полученные данные (рис. 3), видим, что требуемую степень уплотнения и расчетную прочность можно достичь при влажностях от 0,6  $W_0$  до 1,3  $W_0$  ( $W_0$  — оптимальная влажность грунта при стандартном уплотнении).

Этим будет обеспечена высокая прочность и устойчивость земляного полотна.

Для планирования работы уплотняющих средств в настоящее время пользуются таблицами, в которых дано необходимое число проходов катков для получения оптимальной плотности при оптимальной влажности, например, по исследованиям М. Я. Телегина [4].

Двухгодичные наблюдения за сезонным изменением влажности и плотности грунтов в земляном полотне автомобильных лесовозных дорог Красноярского края показали, что влажность грунтов имеет оптимальное значение только в летний период, причем не для всех типов местности. Эти наблюдения позволили установить пределы колебания относительной влажности грунтов основания, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тип местности по характеру и степени увлажнения	Признаки увлажнения	Пределы колебания относительной влажности грунтового основания II зоны	
		$W_0'$	по отношению к оптимальной влажности
I. Сухие места без избыточного увлажнения	Поверхностный сток обеспечен. Грунтовые воды залегают глубже, чем указано в НИТУ, и не оказывают влияния на увлажнение.	0,45—0,76	0,72 $W_0$ ÷ 1,22 $W_0$
II. Сырые места с избыточным увлажнением в отдельные периоды	Поверхностный сток не обеспечен. Грунтовые воды не оказывают существенного влияния. Избыточное увлажнение поверхностными водами	0,70—1,00	1,13 $W_0$ ÷ 1,61 $W_0$
III. Сырые места с постоянным избыточным увлажнением	Поверхностный сток не обеспечен. Избыточное увлажнение грунтовыми совместно с поверхностными водами	от 0,80 до 1,00	1,29 $W_0$ ÷ 1,61 $W_0$

Из табл. 2 видно, что только в I и незначительный период времени во II типах местности относительная влажность находится в уста-

новленных пределах от  $0,6 W_0$  до  $1,3 W_0$ , что обеспечивает расчетное уплотнение грунтовых оснований.

Значительный период года во II и круглогодично в III типах местности влажность грунтов больше  $1,3 W_0$ . Следовательно, в этих случаях уплотнение производить нецелесообразно, так как нельзя достичь расчетной плотности. Грунт находится в мягкопластичном состоянии, а в осенне-весенние периоды года — в текучем. На этих участках местности необходимо произвести осушительные работы, чтобы влажность грунта понизить не менее чем до  $1,3 W_0$ , или отсыпать земляное полотно из привозных грунтов с влажностью от  $0,6 W_0$  до  $1,3 W_0$ .

Тот или иной вариант выбирается на основании технико-экономических расчетов.

Анализируя данные табл. 2, видим, что естественные грунты очень редко имеют оптимальную влажность, поэтому рекомендуемым числом проходов не удается получить расчетной плотности грунта, так как влажность колеблется в сравнительно больших интервалах.

В этих случаях можно рекомендовать ускоренный метод ХАДИ для установления оптимальной влажности и плотности грунтов в полевых условиях, необходимого при контроле уплотнения грунтов при строительстве земляного полотна [2].

Метод основан на использовании эмпирической формулы для расчета оптимальной влажности

$$W_0 = 2 + \alpha F, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — коэффициент, равный 0,54 для грунтов почвенного покрова левобережной степи УССР (по данным В. И. Бирули);

$F$  — граница текучести грунта, %.

Экспериментальными работами установлены значения коэффициента  $\alpha$  для исследованных грунтов, которые приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование грунта	Коэффициент $\alpha$
Глина	0,44
Глина пылеватая	0,50
Пылеватый грунт	0,49
Суглинок легкий	0,39
Суглинок пылеватый	0,39
Суглинок тяжелый пылеватый	0,45
Супесь пылеватая	0,52

В практических целях для грунтов Красноярского края можно принимать среднее значение  $\alpha = 0,46$ .

Оптимальная плотность рассчитывается по формуле

$$\delta_0 = \frac{\Delta(1-v)}{1+W_0\Delta}, \text{ Г/см}^3, \quad (2)$$

где  $\Delta$  — удельный вес скелета грунта,  $\text{Г/см}^3$  (табл. 1);

$v$  — объем воздуха в долях единицы.

Для практического применения можно рекомендовать средние значения  $\Delta = 2,65 \text{ Г/см}^3$ ;  $v = 0,04$ .

Для облегчения проектирования и полевого контроля уплотнения грунтов (по ускоренному методу ХАДИ) составлен график зависимости  $W_0 = f(F)$  и  $\delta_0 = f(F)$ , представленный на рис. 4.

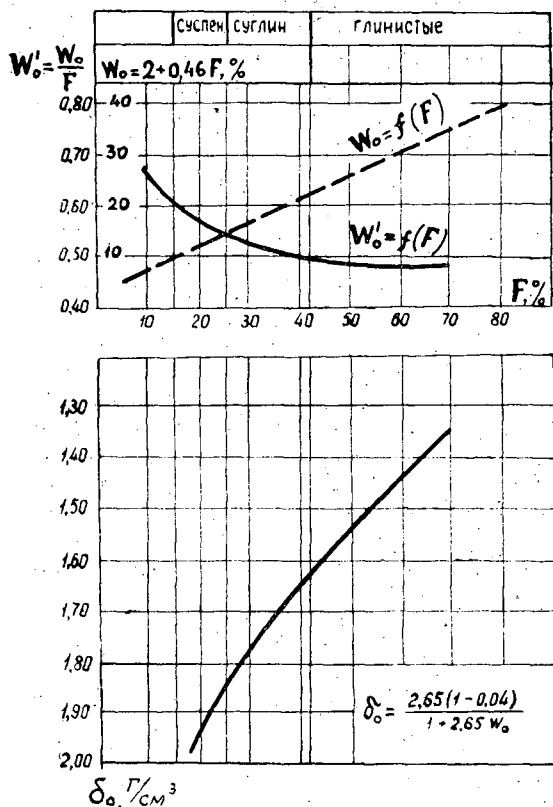


Рис. 4. Зависимость оптимальной влажности по уплотнению и стандартной плотности от верхнего предела пластичности для грунтов Красноярского края.

Границу текучести грунтов в полевых условиях нетрудно определить балансирным конусом (ГОСТ 5184—49), а оптимальную влажность и плотность — по предложенному графику.

Если же наименование грунта устанавливают визуально, то все характеристики грунта можно определить по табл. 1.

Полученные нами данные (табл. 1) отличаются от данных для грунтов Европейской части Советского Союза. Кроме того, они колеблются в сравнительно больших интервалах, что затрудняет выбор того или иного показателя при расчетах. Это приводит в одних случаях к преждевременному выходу из строя дорожных конструкций, а в других — к их удорожанию, так как расчетные показатели завышены.

Резкое отличие как по генезису, так и по климатическим и грунтовым условиям территории Красноярского края от Европейской части Советского Союза не допускает трафаретных решений. Поэтому при расчетах дорожных конструкций в этих районах целесообразно использовать показатели физико-механических свойств грунтов, приведенные в табл. 1.

Приведенные на рис. 3 и 4 графики облегчают полевой контроль и дают наглядное представление о прочности грунтов при их уплотнении.

Полученные данные могут быть использованы при возведении земляного полотна в условиях Красноярского края.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Бируля, В. И. Бируля, И. А. Носич. Устойчивость грунтов дорожного полотна в степных районах. Дориздат, 1951. [2]. В. И. Бируля. Расчет и контроль уплотнения грунтов. Автотрансиздат, 1958. [3]. Инструкция по определению требуемой плотности и контролю уплотнения дорожных насыпей. Автотрансиздат, 1955. [4]. М. Я. Телегин. Методы уплотнения дорожных насыпей. Дориздат, 1952. [5]. Технические условия проектирования лесозаготовительных предприятий. Гослесбумиздат, 1955. [6]. Н. Я. Хархута, Ю. М. Васильев, Р. К. Охрименко. Уплотнение грунтов дорожных насыпей. Автотрансиздат, 1958.

Поступила в редакцию  
29 сентября 1962 г.

## К ТЕОРИИ РАСЧЕТОВ СРЕДСТВ ОСТАНОВКИ ПЛОТОВ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Доцент

(Архангельский лесотехнический институт)

Совершенствование средств управления и остановки плотов требует всесторонних исследований этих процессов.

В настоящей работе делается попытка теоретически исследовать инерционные свойства плотов при остановках.

Известно, что одной из составляющих уравнения неравномерного движения плота является сила его сопротивления потоку. В общем случае она может быть определена по формуле

$$R = r v_0^n,$$

где  $R$  — сила сопротивления плота потоку;

$v_0$  — скорость обтекания плота потоком или относительная скорость его движения;

$r$  — так называемое приведенное сопротивление плота потоку или сопротивление при скорости обтекания, равной единице;

$n$  — показатель степени при скорости обтекания.

Переменными величинами в данном уравнении следует считать скорость обтекания и показатель степени при ней. Непостоянство показателя степени объясняется тем, что обтекание плота потоком в процессе остановки осуществляется при различных режимах: турбулентном (в начале и конце остановки), неустойчивом и ламинарном (в зоне перехода скорости обтекания через нуль). Однако вывод уравнений для расчета основных параметров средств остановки плотов (величин тормозных сил, тормозных расстояний и длительности торможения) при переменных значениях  $v_0$  и  $n$  представляет собой значительные математические трудности, поэтому с некоторой погрешностью для последующей экспериментальной проверки показатель степени  $n$  будем считать величиной постоянной. Известным основанием для этого служат имеющиеся в литературе указания на то, что обтекание плота потоком при остановке происходит преимущественно при турбулентном режиме. Так В. В. Звонков [3], рассматривая вопросы сопротивления плотов движению, даже для гладких пластин, принимает за нижнюю границу турбулентного обтекания  $Re = 1 \cdot 10^6$ . Таким образом, для плота длиной 415 м, при температуре воды  $15^\circ$  ( $\nu = 0,00000114 \text{ м}^2/\text{сек}$ ) турбулентное обтекание сохраняется еще при скорости  $v_0 = 0,0027 \text{ м}/\text{сек}$ . Отсюда можно сделать вывод о том, что ламинарный режим обтекания плота, видимо, имеет место на весьма коротком отрезке тормозного

пути, составляющем незначительную долю общего тормозного расстояния, и не оказывает значительного влияния на конечные результаты расчетов.

Однако принятое допущение о постоянстве показателя степени  $n$  обязывает внимательно отнестись к выбору его численного значения.

Например, Г. М. Черкасов [7] считает возможным, ради упрощения анализа, рассматривать с некоторыми ограничениями динамику остановки плотов при линейном законе сопротивления ( $n = 1$ ). С этим трудно согласиться, ибо многими исследованиями [4], [2], [6] доказано, что сопротивлению движению плотов, даже при незначительных относительных скоростях обтекания, больше соответствует квадратичный закон ( $n = 2$ ).

При квадратичном законе сопротивления рассматривает инерционные свойства плотов А. А. Гоник [2], однако, по нашему мнению, его исследования имеют два малообоснованных допущения. Во-первых, в них совершенно упускается так называемый первый этап остановки, когда техническая скорость плота под влиянием тормозных сил снижается от приобретенной в пути до скорости потока на участке остановки. Между тем совпадение технической скорости движения плота перед торможением со скоростью течения реки может рассматриваться как частный, возможный при применении тормозных средств управления плотами случай и, следовательно, это условие не может считаться общим. Во-вторых, движение плота в процессе торможения А. А. Гоник считает равномерно замедленным. При наличии переменных сил, действующих на плот в процессе остановки, допущение о постоянстве ускорения нельзя считать обоснованным.

Таким образом, мы считаем более правильным рассматривать вопросы теории процессов остановки плотов, исходя из квадратичного закона сопротивления плота потоку, при переменном значении ускорения, полагая при этом, что моменту начала торможения плота соответствует техническая скорость его движения, превышающая скорость потока.

Исходя из указанных предпосылок, в настоящей статье мы делаем попытку решить некоторые теоретические вопросы расчетов средств остановки плотов для двух, как нам представляется, наиболее перспективных способов их остановки.

При первом способе плот с помощью донных средств торможения (например цепей) затормаживается от технической скорости, приобретенной в процессе буксировки, до скорости потока на участке остановки (первый этап торможения), затем под действием этой силы скорость плота гасится до величины, при которой возможно включение в тормозную работу станковых якорей (второй этап), и, наконец, под влиянием тормозных сил, развиваемых цепями и якорями, скорость плота гасится до нуля (третий этап).

Введем следующие основные обозначения:

$M$  — масса плота, кг \*;

$R$  — сила сопротивления плота потоку, н;

$R_{\text{в}}$  — проекция силы влечения плота ветром на направление его движения, н;

$R_i$  — сила влечения плота от продольного уклона реки, н;

$F_n$  — тормозная сила на  $n$ -ном этапе торможения, н;

$F_{\text{ц}}$  — тормозная сила цепей, н;

\* Все размерности даются в международной системе единиц (СИ) по ГОСТу 9867—61.

- $F_{я}$  — тормозная сила якорей, н;  
 $v_n$  — техническая скорость движения плота перед началом торможения, м/сек;  
 $v_6$  — переменная техническая скорость движения плота в процессе остановки, м/сек;  
 $v$  — поверхностная скорость течения реки на участке остановки плота, м/сек;  
 $v_{пр}$  — приращение технической скорости движения плота перед началом торможения ( $v_{пр} = v_n - v$ ), м/сек;  
 $S_n$  — длина тормозного пути на  $n$ -ном этапе торможения, м;  
 $t_n$  — продолжительность торможения на  $n$ -ном этапе торможения, сек.

При квадратичном законе сопротивления будем иметь

$$R = rv_0^2 = r(v_6 - v)^2. \quad (1)$$

Примем следующие допущения: плот на всем тормозном пути движется прямолинейно по направлению скорости потока; силы, действующие на плот, проходят через центр тяжести его горизонтальной проекции, в котором сосредоточена масса плота; скорость потока  $v$  на всем пути торможения плота, силы  $R_b$  и  $R_i$ , масса плота  $M$ , его приведенное сопротивление  $r$  для каждого конкретно рассматриваемого случая остановки есть величины постоянные; постоянными примем также величины тормозных сил на каждом этапе торможения; с началом торможения паротеплоход-буксировщик прекращает воздействие на плот.

Принимая направление движения плота за положительное, напишем уравнения его движения при остановке.

$$Mv_6 dv_6 = (R_i \pm R_b \mp R - F_n) dS_n, \quad (2)$$

$$M \frac{dv_6}{dt_n} = R_i \pm R_b \mp R - F_n. \quad (3)$$

Силы  $R$  имеют отрицательное значение на первом этапе торможения, когда  $v_6 > v$ , и положительное — на двух последующих, когда  $v_6 < v$ .

Отрицательное значение силы  $R_b$  соответствует направлению проекции вектора ветрового сопротивления против течения.

Введем в расчет равнодействующую  $P_n$  сил, принятых за постоянные,

$$P_n = F_n - R_i \mp R_b. \quad (4)$$

Заменим в уравнениях (2) и (3) силу влечения плота потоком ее значением в выражении (1).

$$R = r(v_6 - v)^2 = rv_6^2 - 2rvv_6 + rv^2. \quad (5)$$

Из уравнений (2) и (3) после подстановки равенств (4) и (5) получим выражения для длины тормозного пути  $S_n$  и времени торможения  $t_n$  на  $n$ -ном этапе торможения.

$$S_n = M \int_{v_1}^{v_2} \frac{v_6 dv_6}{\mp (rv_6^2 - 2rvv_6 + rv^2) - P_n}; \quad (6)$$

$$t_n = M \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv_6}{\mp (rv_6^2 - 2rvv_6 + rv^2) - P_n}, \quad (7)$$



в которых пределы интегрирования  $v_1$  и  $v_2$  соответствуют технической скорости движения плота в начале и конце этапа торможения.

Для интегрирования приведенных уравнений воспользуемся табличным интегралом вида

$$\int \frac{xdx}{X} = \frac{1}{2a} \ln X - \frac{b}{2a} \int \frac{dx}{X}, \quad (8)$$

где

$$X = ax^2 + bx + c.$$

$$\int \frac{dx}{X} = -\frac{2}{\sqrt{-\Delta}} \operatorname{Arth} \frac{2ax+b}{\sqrt{-\Delta}}, \quad \text{при } \Delta < 0, \quad (9)$$

$$\int \frac{dx}{X} = \frac{2}{\sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2ax+b}{\sqrt{\Delta}}, \quad \text{при } \Delta > 0, \quad (10)$$

где

$$\Delta = 4ac - b^2.$$

На первом этапе торможения значение  $R$  будет отрицательным ( $v_6 > v$ ), поэтому мы можем приравнять

$$X = -rv_6^2 + 2rvv_6 - rv^2 - P_1; \quad x = v_6; \quad dx = dv_6; \quad a = -r;$$

$$b = 2rv; \quad c = -rv^2 - P_1;$$

$$\Delta = 4(-r)(-rv^2 - P_1) - 4r^2v^2 = 4rP_1.$$

На рассматриваемом этапе равнодействующая постоянных сил  $P_1 = F_{\text{н}} - R_t + R_b$  и пределы интегрирования  $v_1 = v_{\text{н}}$  и  $v_2 = v$ . Поскольку уже на первом этапе необходимо развить тормозные силы, превышающие влечение плота от уклона и ветра, то  $\Delta = 4rP_1 > 0$ . С учетом этого интегрирование уравнений (6) и (7) выполняем по формулам (8) и (10) и в конечном результате получаем

$$S_1 = \frac{M}{2r} \left[ \ln \left( 1 + \frac{r}{P_1} v_{\text{н}}^2 \right) + 2v \sqrt{\frac{r}{P_1}} \operatorname{arctg} v_{\text{н}} \sqrt{\frac{r}{P_1}} \right]; \quad (11)$$

$$t_1 = \frac{M}{\sqrt{rP_1}} \operatorname{arctg} v_{\text{н}} \sqrt{\frac{r}{P_1}}. \quad (12)$$

На втором этапе торможения сила  $R$  сменит знак на положительный ( $v_6 < v$ ), поэтому приравниваем

$$X = rv_6^2 - 2rvv_6 + rv^2 - P_2; \quad x = v_6; \quad dx = dv_6;$$

$$a = r; \quad b = -2rv; \quad c = rv^2 - P_2; \quad \Delta = -4rP_2 < 0.$$

Пределы интегрирования  $v_1 = v$  и  $v_2 = v_{\text{н}}$  ( $v_{\text{н}}$  — техническая скорость движения плота, при которой по условиям прочности якорных канатов возможно включение в тормозную работу станковых якорей).

Интегрирование выражений (6) и (7) по уравнениям (8) и (9) для данного этапа дает

$$S_2 = \frac{M}{2r} \left\{ \ln \left[ 1 - \frac{r}{P_2} (v - v_2)^2 \right] + 2v \sqrt{\frac{r}{P_2}} \operatorname{Arth} (v - v_{\text{н}}) \sqrt{\frac{r}{P_2}} \right\}; \quad (13)$$

$$t_2 = \frac{M}{\sqrt{rP_2}} \operatorname{Arth} (v - v_{\text{н}}) \sqrt{\frac{r}{P_2}}. \quad (14)$$

По условиям технологии торможения нами было принято  $P_1 = P_2$ , хотя равнодействующей постоянных сил на данном этапе могут быть заданы и другие значения.

На третьем этапе торможения по сравнению со вторым изменяется только величина равнодействующей постоянных сил, которая примет значение

$$P_3 = F_{\text{ц}} + F_{\text{я}} - R_i \mp R_{\text{в}}, \quad (15)$$

а пределами интегрирования будут  $v_1 = v_{\text{я}}$  и  $v_2 = 0$ . После интегрирования получим

$$S_3 = \frac{M}{2r} \left\{ \ln \frac{P_3 - rv^2}{P_3 - r(v - v_{\text{я}})^2} + 2v \sqrt{\frac{r}{P_3}} \left[ \text{Arth } v \sqrt{\frac{r}{P_3}} - \text{Arth } (v - v_{\text{я}}) \sqrt{\frac{r}{P_3}} \right] \right\}; \quad (16)$$

$$t_3 = \frac{M}{\sqrt{rP_3}} \left[ \text{Arth } v \sqrt{\frac{r}{P_3}} - \text{Arth } (v - v_{\text{я}}) \sqrt{\frac{r}{P_3}} \right]. \quad (17)$$

Решение формулы (13) возможно при условии, если  $P_2 > r(v - v_{\text{я}})^2$ , или, что то же,

$$F_{\text{ц}} > r(v - v_{\text{я}})^2 + R_i \pm R_{\text{в}}. \quad (18)$$

Решение выражения (16) будет действительным при соблюдении условий

$$P_3 - rv^2 > 0 \text{ и } P_3 - r(v - v_{\text{я}})^2 > 0. \quad (A)$$

или

$$P_3 - rv^2 < 0 \text{ и } P_3 - r(v - v_{\text{я}})^2 < 0. \quad (B)$$

Но поскольку установлено неравенство (18), а  $P_3 > P_2$ , то условия (B) отпадают. Если при условии (A) очевидно неравенство  $P_3 - rv^2 > 0$ , то само собой соблюдается условие  $P_3 - r(v - v_{\text{я}})^2 > 0$ . Поэтому с учетом уравнения (15) может быть написано неравенство

$$F_{\text{ц}} + F_{\text{я}} - R_i \mp R_{\text{в}} \geq rv^2.$$

Отсюда минимально необходимая тормозная сила  $F_{\text{min}}$  всех тормозных средств определяется неравенством

$$F_{\text{min}} \geq rv^2 + R_i \pm R_{\text{в}}. \quad (19)$$

Максимально допустимая тормозная сила  $F_{\text{max}}$ , которую можно приложить к плоту, будет определяться его продольной прочностью, которая для секционных плотов в оплотнике с бортовыми лежнями находится по формуле

$$F_0 = K \left( \frac{\Sigma P_{\text{т}}}{\eta_{\text{т}}} + \frac{\Sigma P_{\text{ц}}}{\eta_{\text{ц}}} \right), \quad (20)$$

где  $\Sigma P_{\text{т}}$  и  $\Sigma P_{\text{ц}}$  — суммы разрывных сопротивлений тросов и оплотных цепей (элементов продольного такелажа);

$\eta_{\text{т}}$  и  $\eta_{\text{ц}}$  — коэффициенты запаса прочности тросов и цепей;

$K$  — коэффициент неравномерности передачи тормозной силы на такелажные связи плота ( $K < 1$ ).

Приравняв  $F_{max} = P_0$ , можем написать неравенство

$$F_{max} \geq r v_{max}^2 + R_l \pm R_B,$$

где  $v_{max}$  — максимально допустимая скорость потока на участке остановки плота.

Отсюда

$$v_{max} \leq \sqrt{\frac{F_{max} - R_l \mp R_B}{r}}. \quad (21)$$

В формулу (18) вместо  $v$  подставим  $v_{max}$  и получим значение минимально необходимой тормозной силы цепей, которой должно обладать судно-остановщик,

$$F_{ц min} \geq r (v_{max} - v_я)^2 + R_l \pm R_B. \quad (22)$$

Минимальная тормозная сила якорей тогда должна быть

$$F_я = F_{max} - F_{ц min}. \quad (23)$$

Второй наиболее перспективный способ остановки плотов, по нашему мнению, основывается на принципе «надводного торможения», для осуществления которого должны быть созданы специальные суда-остановщики, оборудованные мощными тормозными лебедками с автоматическим регулированием величины тормозного усилия [5], и станковыми якорями, выполняющими роль опор судна при торможении плота.

Тормозной путь при этом способе остановки может быть разбит на два этапа. На первом из них под действием тормозной силы лебедок  $F$  техническая скорость плота сокращается от  $v_{п}$  до  $v$  и на втором — от  $v$  до нуля.

Для определения  $S_1$  и  $t_1$  на первом этапе могут быть использованы формулы [11] и [12], в которых для данного случая

$$P_1 = F - R_l \mp R_B.$$

Для нахождения длины тормозного пути и продолжительности торможения на втором этапе можно воспользоваться исходными уравнениями, полученными для второго этапа первого способа остановки, приняв пределы интегрирования  $v_1 = v$  и  $v_2 = 0$ .

Тогда получим

$$S_2 = \frac{M}{2r} \left[ \ln \left( 1 - \frac{r}{P_2} v^2 \right) + 2v \sqrt{\frac{r}{P_2}} \operatorname{Arth} v \sqrt{\frac{r}{P_2}} \right]; \quad (24)$$

$$t_2 = \frac{M}{\sqrt{rP_2}} \operatorname{Arth} v \sqrt{\frac{r}{P_2}}. \quad (25)$$

В этих формулах при постоянстве сил торможения на обоих этапах  $P_2 = P_1$ .

Для рассматриваемого способа остановки остается действительной зависимость (21), в которой  $F_{max}$  также представляет собой максимально возможную тормозную силу, развиваемую лебедками и ограниченную продольной прочностью плота.

Как видно из полученных уравнений, длина тормозных путей и продолжительность торможения на отдельных этапах зависят от таких исходных величин, как  $M$ ,  $P$ ,  $r$ ,  $v$  и  $v_{пр}$ .

Зависимость изучаемых величин от массы плота весьма проста и не нуждается в каких-либо исследованиях, если не считать определения самой массы, что рассматривается по-разному [1], [7].

Особый интерес представляет выяснение зависимости  $S_n$  и  $t_n$  от величины приведенного сопротивления потока  $r$ , так как, во-первых, до настоящего времени отсутствуют достаточно точные методы расчетов сопротивления потока и формулы различных авторов дают весьма значительные расхождения в конечных результатах [6] и, во-вторых, функциональная зависимость  $S_n$  и  $t_n$  от  $r$  довольно сложна и в явном виде не улавливается. Для выявления этой зависимости приводим числовые примеры для второго способа остановки. Расчеты ведутся для секционного плота габаритами  $415 \times 80 \times 1,6$  м в оплотнике с бортовыми лежнями, буксируемого по р. Сев. Двине.

Четыре часто употребляемые формулы дают следующие различные конечные результаты (табл. 1).

Таблица 1

Формула	Вычисленное значение приведенного сопротивления, кг/м
$r = 35BT + 0,5L^{0,86} (B + 2T)$	$11,9 \cdot 10^3$
$r = 50BT + 0,3L (B + 2T)$	$17,0 \cdot 10^3$
$r = 50BT + 0,5L (B + 2T)$	$21,8 \cdot 10^3$
$r = 75 \cdot 0,9 \cdot BT + 0,45L (B + 2T)$	$24,2 \cdot 10^3$

Нужно иметь в виду, что величина приведенного сопротивления оказывает значительное влияние на значение максимально допустимой скорости течения на остановочном причале, что видно из формулы (21). Определенная расчетом зависимость  $v_{max}$  от  $r$  при остановке плота упоминавшейся выше конструкции и габаритов представлена на рис. 1.

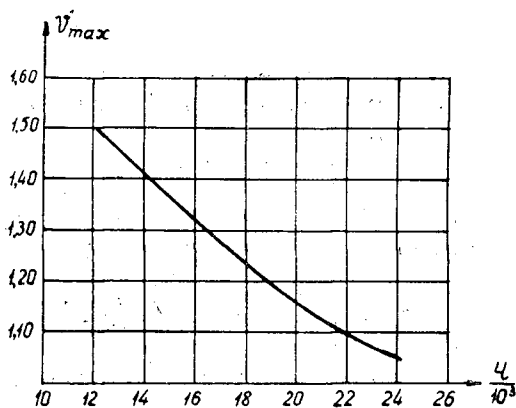


Рис. 1.  $P_0 = F_{max} = 32,5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{сек}^2}$   
(при  $K = 0,75$  и  $\gamma_T = \gamma_{\text{пл}} = 3$ ;  $i = 0,00007$ ;  
 $v_B = 10$  м/сек (ветер дует вниз по течению)).

Из графика видно, что для обеспечения безаварийности и надежности остановки плотов при значительных скоростях течения важное значение имеет более или менее точное определение величины приведенного сопротивления потока.

Влияние величины приведенного сопротивления на длины тормозных путей и продолжительность торможения приводится в табл. 2.

Расчеты выполнены с использованием уравнений (11), (12), (24) и (25). В расчетах масса плота определена по водоизмещению его брутто, с учетом присоединенных масс [7]. Она равна  $M = 5 \cdot 10^6$  кг. Приращение скорости буксировки принято  $v_{пр} = 0,5$  м/сек и величина

$$P = F_{max} - R_l = 32,5 \cdot 10^3 - 1,3 \cdot 10^3 = 31,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{сек}^2}$$

(Скорость ветра  $v_v$  принята равной нулю).

Таблица 2

Значение приведенного сопротивления, кг/м	Показатели	Единицы измерения	Значение показателей при скоростях потока на причале (м/сек)					
			0,50	0,80	1,00	1,10	1,25	1,50
11,9 · 10 <sup>3</sup>	S <sub>1</sub>	м	58	81	96	105	116	136
	S <sub>2</sub>	м	21	55	86	105	140	220
	S	м	79	136	182	210	256	356
	t <sub>1</sub>	сек	77	77	77	77	77	77
	t <sub>2</sub>	сек	83	140	187	216	265	422
	t	сек	160	217	264	293	342	499
17,0 · 10 <sup>3</sup>	S <sub>1</sub>	м	57	81	95	103	115	—
	S <sub>2</sub>	м	21	55	89	112	154	—
	S	м	78	136	174	215	269	—
	t <sub>1</sub>	сек	77	77	77	77	77	—
	t <sub>2</sub>	сек	84	148	205	246	350	—
	t	сек	161	225	282	323	427	—
21,8 · 10 <sup>3</sup>	S <sub>1</sub>	м	57	79	95	101	—	—
	S <sub>2</sub>	м	21	56	88	120	—	—
	S	м	78	134	183	221	—	—
	t <sub>1</sub>	сек	76	76	76	76	—	—
	t <sub>2</sub>	сек	86	155	226	305	—	—
	t	сек	162	231	302	381	—	—
24,2 · 10 <sup>3</sup>	S <sub>1</sub>	м	56	79	94	—	—	—
	S <sub>2</sub>	м	20	57	96	—	—	—
	S	м	76	136	190	—	—	—
	t <sub>1</sub>	сек	75	75	75	—	—	—
	t <sub>2</sub>	сек	86	159	249	—	—	—
	t	сек	161	234	324	—	—	—

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что колебания приведенного сопротивления весьма незначительно сказываются на значениях тормозных расстояний и продолжительности торможения, ибо какие бы из сопоставимых величин мы ни взяли (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, t<sub>1</sub> и t<sub>2</sub>), при всех значениях  $r$ , для данной скорости потока, они остаются примерно одинаковыми. Это положение, разумеется, в какой-то степени нуждается в экспериментальной проверке, однако нельзя не отметить принципиальной его важности. Известно, что на величину сопротивле-

ния потока оказывают влияние большое количество различных факторов, определяемых прежде всего качеством его формирования (равномерность осадки сплоченных единиц, общая полндревесность, величина разрывов между секциями и т. д.), поэтому для плотов одних и тех же габаритов эта величина весьма изменчива и отдельные колебания ее практически уловить невозможно. Несмотря на это, установленная зависимость позволит, по-видимому, обеспечивать для всех плотов необходимую надежность и точность останки.

Величина приращения скорости буксировки  $v_{пр}$  колеблется в пределах от 0,3 до 0,8 м/сек.

Зависимость длины тормозного пути на первом этапе торможения от  $v_{пр}$  представлена графиком (рис. 2).

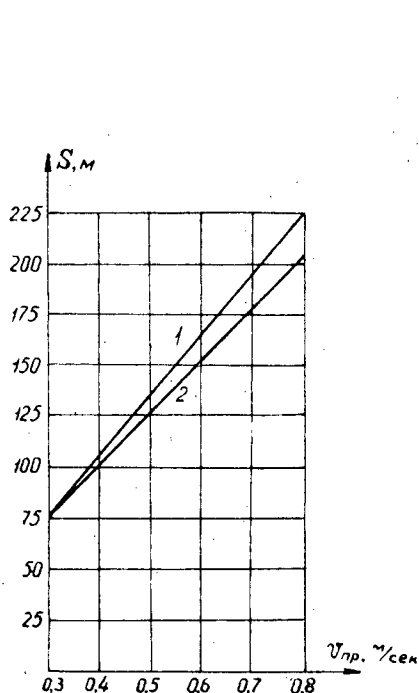


Рис. 2.  $P_1 = 31,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{сек}^2}$ ;  
 $v = 1,5 \text{ м/сек}$ ;  $1 - r = 11,9 \cdot 10^3$ ;  
 $2 - r = 24,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}$ .

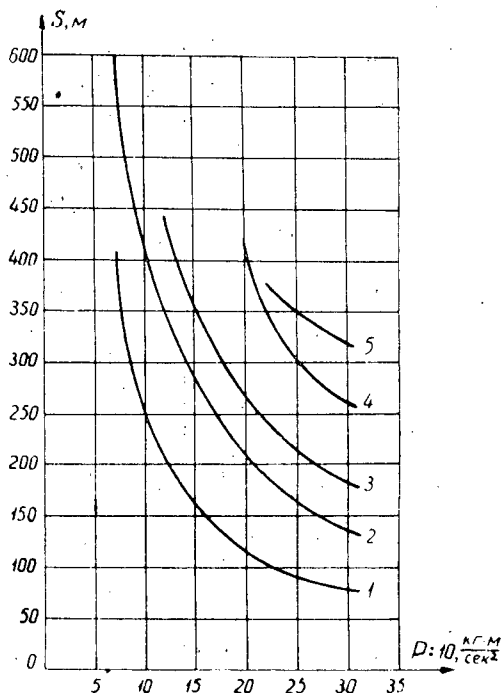


Рис. 3.  $r = 11,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}$ ;  $v_{пр} = 0,5 \text{ м/сек}$ ;  
 $i = 0,00007$ ;  $v_B = 0$ ;  $1 - v = 0,5$ ;  $2 - v = 0,8$ ;  
 $3 - v = 1,0$ ;  $4 - v = 1,25$ ;  $5 - v = 1,4 \text{ м/сек}$ .

Другим графиком (рис. 3) представлена зависимость суммарной длины тормозного пути  $S = S_1 + S_2$  от величины равнодействующей постоянных сил, изменение которой при определенных значениях  $R_1$  и  $R_B$  может осуществляться изменением величины тормозного усилия. Линии графика ограничены справа максимально возможной величиной тормозного усилия по прочности плота (при  $R_B = 0$  и  $R_1 = 1,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{сек}^2}$ ), а слева — минимально необходимой его величиной при данной скорости потока на причале.

Сравним полученные выше уравнения с уравнениями, полученными при расчете по линейному закону сопротивления.

Г. М. Черкасовым [7] получены следующие уравнения.

Продолжительность останки

$$t_n = -\frac{M}{b} \left| \ln(A - v_0) \right|_{v_1}^{v_2}, \quad (26)$$

где  $b$  — приведенное сопротивление плота при линейном законе сопротивления,  $\frac{\kappa z}{сек}$  ( $R = b v_0$ ). Автор формулы рекомендует принимать по абсолютной величине  $b = \frac{2}{3} r$ ;  
 $A$  — значение скорости, м/сек;

$$A = \frac{bv - P_n}{b}$$

( $P_n$  — величина равнодействующей постоянных сил);  
 $v_1$  и  $v_2$  — технические скорости движения плота соответственно в начале и конце этапов торможения, принятые за пределы интегрирования;  
 $v_0$  — переменная техническая скорость движения плота в процессе остановки.

Для первого этапа торможения (применительно ко второму способу остановки) будем иметь  $v_1 = v_n$  и  $v_2 = v$ , поэтому из уравнения (26) получим

$$t_1 = \frac{M}{b} \ln \left( 1 + \frac{b}{P_1} v_{np} \right). \quad (27)$$

На втором участке  $v_1 = v$  и  $v_2 = 0$ , поэтому

$$t_2 = \frac{M}{b} \ln \frac{P_2}{P_2 - bv}. \quad (28)$$

Для расчета длин тормозного пути дается уравнение

$$S_n = At_n + \frac{M}{b} (v_1 - v_2). \quad (29)$$

Отсюда после соответствующих подстановок и преобразований получим окончательно

$$S_1 = \frac{M}{b} \left[ v_{np} - \left( \frac{P_1}{b} - v \right) \ln \left( 1 + \frac{b}{P_1} v_{np} \right) \right]; \quad (30)$$

$$S_2 = \frac{M}{b} \left[ v + \left( \frac{P_2}{b} - v \right) \ln \left( 1 - \frac{b}{P_2} v \right) \right]. \quad (31)$$

Решение уравнения (28) возможно при условии  $P_2 - bv > 0$ . Следовательно, при заданной скорости потока на остановочном причале минимальное значение равнодействующей постоянных сил, по которой находится величина тормозной силы, определится из неравенства

$$P_2 > bv$$

или

$$F_{min} \geq bv + R_i \pm R_n. \quad (32)$$

При заданной же величине равнодействующей постоянных сил, исходя из продольной прочности плота, максимально допустимую скорость потока на остановочном причале при линейном законе сопротивления выразим неравенством

$$v_{max} \leq \frac{F_{max} - R_i \mp R_n}{b}. \quad (33)$$

Графиками (рис. 4) представлены зависимости минимальных величин равнодействующих постоянных сил от скоростей потока на причале при линейном (1) и квадратичном (2) законах сопротивления.

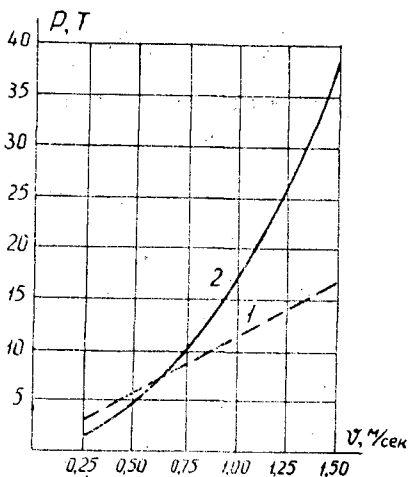


Рис. 4.  $R_1 = 1,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{сек}^2}$ ;  
 $R_B = 0$ ;  $r = 17,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}$ ;  
 $b = \frac{2}{3} r = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/сек}$ ;  
 $i = 0,0000,7$ ;  $v_B = 0$ .

Из графиков видно, что в таком принципиально важном вопросе, как определение минимально необходимой для остановки потока величины тормозного усилия, при заданной скорости потока, между двумя методами расчетов имеется существенная разница. При больших скоростях обтекания потоком остановленного потока, когда как раз и встречаются значительные затруднения с его остановкой, сопротивлению потока потоку, вероятно, ближе соответствует квадратичный закон,

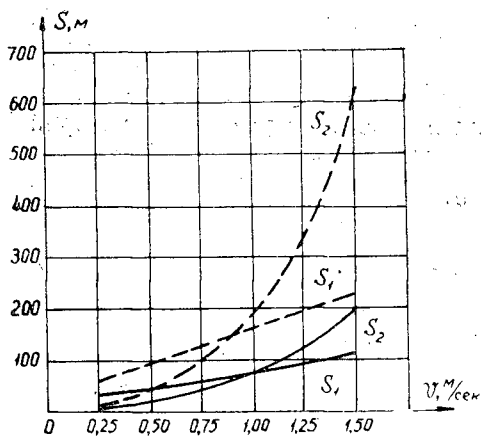


Рис. 5.  $r = 17 \cdot 10^3 \text{ кг/м}$ ;  
 $b = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/сек}$ . Сплошными линиями обозначены кривые, полученные при расчете по квадратичному закону сопротивления; пунктиром—по линейному.

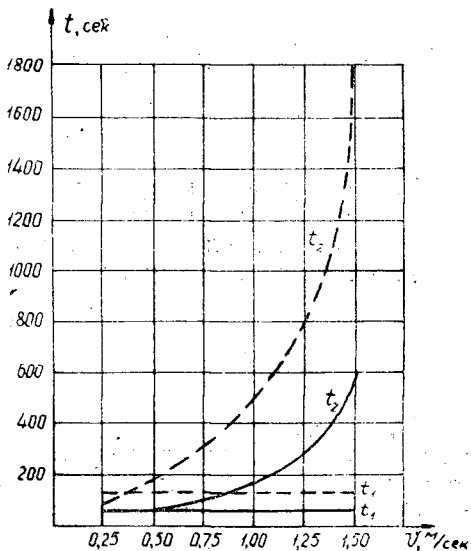


Рис. 6.  $r = 17 \cdot 10^3 \text{ кг/м}$ ;  
 $b = 11,5 \cdot 10^3 \text{ кг/сек}$ .  
 Остальные обозначения см. на рис. 5.



поэтому использование линейного закона может привести к серьезно-му занижению действительно потребной мощности остановочных средств.

Для наглядного сравнения результатов расчетов длин тормозного пути и продолжительности торможения, выполненных по уравнениям (11), (12), (24) и (25) и соответственно (30), (27), (31) и (28), приводятся графики на рис. 5 и 6. Потребные тормозные силы при построении графиков вычислены соответственно по формулам (21) и (33) для  $v_{max} = 1,5$  м/сек при одинаковых значениях  $R_v$  и  $R_t$ . Приращение скорости буксировки для обоих случаев принято также одинаковым и равным 0,5 м/сек.

Графики показывают, что обе изучаемые величины, при одних и тех же скоростях потока имеют значительно большие числовые значения при расчетах, основанных на линейном законе сопротивления, чем на квадратичном. Поскольку эти параметры тормозных средств имеют принципиально важное значение, то окончательный выбор методов их расчета должен быть сделан только на основе экспериментальной проверки процессов остановки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Г. Борисов, М. Г. Видонов. Управляемость буксируемого плота. Изд-во «Речной транспорт», М., 1957. [2]. А. А. Гоник. Плотовой сплав леса. Гослесбумиздат, 1951. [3]. В. В. Звонков. Судовые тяговые расчеты. Изд-во «Речной транспорт», М., 1956. [4]. В. Д. Колбаско. Предварительные результаты исследований усилий в обвязках пучков и в элементах формировочного такелажа. Совершенствование техники и технологии водного транспорта леса в Волжско-Камском бассейне. Материалы совещания 25—28 января 1960 г. ЦБТИ лесной промышленности, Гослесбумиздат, 1960. [5]. Е. А. Лейбович, А. В. Демин, В. А. Романов, А. Г. Яуре. Автоматические электрические буксирные лебедки. Изд-во «Морской транспорт», 1957. [6]. Д. В. Мелешкин. К вопросу о сопротивлении воды движению плотов. Труды Ленинградского института инженеров водного транспорта, вып. XX. Изд-во Министерства морского и речного флота СССР, 1953. [7]. Г. М. Черкасов. К теории движения буксируемых плотов. Татгосиздат, Казань, 1949.

Поступила в редакцию  
24 октября 1962 г.

**НОВОЕ В ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТАХ****В. Д. ГРИГОРЬЕВ**

Инженер

(Ленинградская лесомелиоративная экспедиция)

До настоящего времени, согласно действующим «Техническим указаниям по осушению лесных площадей» (1955 г.), все работы, связанные со строительством лесосушительных систем, проводились в течение трех лет и включали в себя лесомелиоративное обследование участка, изыскания, проектирование и трассировку канав.

Это слишком продолжительный срок. Нередко он увеличивается еще более из-за разрыва во времени между отдельными стадиями. Такое положение не удовлетворяет, прежде всего, заказчика. Поэтому актуальны задачи сокращения сроков изыскания и проектирования и вместе с этим повышения качества проектно-технической документации, облегчения труда изыскателя на базе новых техники и методов.

Вошедший в широкую лесомелиоративную практику наземный способ обследований и изысканий допускает дублирование некоторых основных и трудоемких видов работ (например, лесоводственные описания при общих обследованиях и детальных изысканиях; прорубка, пикетаж и нивелировка ходов при детальных изысканиях и трассировке, изучение почвы и др.).

Соединив основные работы в каждой из стадий изысканий и проектирования, а также при обследованиях так, чтобы проводить их один раз, исключив дублирование, можно сократить сроки разработки проектно-технической документации и представления ее заказчику.

Нами с 1955 г. по 1959 г. в Ленинградской лесомелиоративной экспедиции были проведены опытно-производственные работы при общих обследованиях и детальных изысканиях с применением аэрофотоснимков масштаба 1 : 10000. Были испытаны пять способов: стереофотограмметрический, контурно-комбинированный, упрощенно-комбинированный, наземный и способ, при котором нивелирные ходы совмещались с трассами канав. Сравнение полученных результатов показало, что наилучшим является последний способ.

Этот способ обеспечивает получение всех материалов для проектирования, предусмотренных «Техническими указаниями». Он применяется только при наличии аэрофотоснимков, которые широко используются, главным образом, на стадии детальных изысканий. При этом решался вопрос о возможности сокращения сроков изысканий.

Применение такого способа предполагает наличие к началу работ аэрофотоснимков (контактной печати) масштаба 1 : 10000, топографических карт масштаба 1 : 25000 и материалов лесоустройства.

Для характеристики этого способа приводим данные, полученные в результате его применения, за период с 1956 г. по 1959 г. (табл. 1).

Таблица 1

Лесхозы	Годы изысканий и разработки проекта	Площадь изысканий, га	Площадь мелиоративного фонда, га	Запроектировано канав, км	Использовано под трассы		Вновь запроектировано трасс	
					км	%	км	%
Волосовский	1956—1957	5019	2527,6	203,1	173,4	85,3	29,7	14,7
Оредежский	1957—1958	3140	2190,1	211,3	203,3	97,2	8,0	2,8
"	1958—1959	1331	701,7	79,8	63,4	79,4	16,4	20,6
"	1958—1959	1679	942,8	109,6	103,5	94,5	6,1	5,5
"	1959—1960	3200	1781,1	135,9	131,7	97,0	4,2	3,0
Итого	—	14369	8143,3	739,7	675,3	91,6	64,4	9,4

Из таблицы видно, что количество ходов, прокладываемых для съемки (плановой и высотной), по которым запроектированы лесоосушительные каналы, значительно. Процент же вновь запроектированных каналов небольшой. Этот объем, как будет показано ниже, можно выполнить в тот же год изысканий.

Приведенные в таблице данные вполне могут служить основанием для рекомендации указанного способа изысканий к применению в производстве.

Кратко методика изысканий, обеспечивающая разработку проекта в одну стадию, сводится к следующему. В подготовительный период проектно-изыскательские и заинтересованные организации согласовывают объекты и объемы работ. (При составлении планового задания необходимо участие представителей тех лесхозов, в которых намечаются лесомелиоративные работы. При этом нужно руководствоваться материалами лесоустройства и заявками лесхозов с указанием цели и подтверждением необходимости проведения этих мероприятий в данном районе в увязке с народнохозяйственным планом.) Затем скомплектованные отряды (партии) собирают и изучают планово-картографические, аэрофотосъемочные и лесоустроительные материалы, получают геодезические инструменты, принадлежности, имущество, оборудование для почвенных и гидрогеологических изысканий. Выясняется качество аэрофотоснимков, плановых материалов лесоустройства и в зависимости от этого определяется необходимость производства плановой съемки, объем ее в натуре.

До полевых работ составляют общий план участка изысканий в масштабе 1:10000. Для этого с планшетов лесоустройства копируют квартальную сеть, визиры, дороги, реки и озера, границы выделов.

На составленном плане по данным таксационных описаний отмечают только избыточно увлажненные участки.

По топографическим картам, планам и планшетам лесоустройства, с нанесенными избыточно увлажненными участками, и литературным источникам выявляют реки, которые будут использованы в качестве водоприемников без регулирования и требующие его. Последние необходимо обследовать в натуре.

На репродукции накидного монтажа выделяют участок изысканий, на который подбирают аэрофотоснимки (контактная печать имеющегося масштаба).

На основании материалов лесоустройства дешифрируют: в первый прием квартальную сеть, визиры и наносят линии резов (линии соеди-

нения частей кварталов, расположенных на нескольких снимках); во второй — гидрографическую сеть: крупные реки, озера, мелкие лесные речки, ручьи, водотоки, канавы, а также границы мелиоративного фонда, дороги и тропы.

Основные признаки дешифрирования избыточно увлажненных и заболоченных, покрытых лесом площадей хорошо установлены, описаны в литературе и нашли применение в практике. Однако недостаточно разработаны признаки дешифрирования мелиоративного фонда, покрытого лиственными, еловыми и елово-лиственными насаждениями. Учитывая, что таких площадей обычно встречается немного, данные можно уточнять непосредственным осмотром в натуре в период изысканий.

Если фотопланы отсутствуют, всю выделенную на снимках ситуацию, мелиоративный фонд и гидрографическую сеть копируют на плансхему, изготавливаемую на кальке в масштабе снимков или переносят на скопированный с планшетов план лесоустройства (если соответствуют масштабы снимков и плана). Если масштабы снимков и плана не одинаковы, то для перенесения отдешифрированной ситуации используют специальные приборы (проекторы).

При наличии фотопланов на них по контурам переносят выделенную на снимках ситуацию и мелиоративный фонд, если масштаб снимков не соответствует масштабу фотопланов. Лучше все-таки выделенную на снимках ситуацию переносить сразу на план.

Составленный таким образом план позволит определить гидрологические участки, а также тяготение избыточно увлажненных площадей к тем или иным водоприемникам.

Используя топографические карты масштаба 1:25000, на плане схематично размещают сеть визиров на избыточно увлажненных участках с тем, чтобы использовать их в качестве трасс канав. При установлении количества ходов и порядка их размещения на плане следует руководствоваться «Техническими указаниями по осушению лесных площадей». При этом необходимо учитывать группу лесов, лесорастительные и почвенно-грунтовые условия.

По размещенным ходам на плане выделяют осушительные системы.

Если топографические карты масштаба 1:25000 отсутствуют, то размещение визиров (трасс канав) производится в тот же сезон после топографических работ на участке, проводимых по разреженным ходам через 1,0 км упрощенно-комбинированным способом, и после рисовки рельефа на снимках под линзово-зеркальным стереоскопом или с помощью просматривания стереомодели местности на снимках через стереоочки.

Намеченные на плане и топографической карте водоприемники осматривают в полевой период в натуре с целью выявления их состояния и необходимости регулирования.

Если водоприемник требует регулирования, производят плановую и высотную съемку (продольную и поперечную), устанавливают гидрологические и гидрометрические характеристики, гидрогеологические и почвенно-грунтовые условия берегов и поймы.

Разместив нивелирные ходы на плане и перенеся их на снимки, производят проверку правильности их расположения непосредственным осмотром в натуре тех трасс, которые вызывают сомнения. Это чаще всего трассы, которые проходят по участкам, покрытым лиственными и елово-лиственными насаждениями, и особенно в местах с пересеченным рельефом. Если рельеф равнинный и прокладывается несколько

параллельных трасс на одном участке, можно ограничиться осмотром одной-двух трасс, убедившись в том, что условия заболоченности и рельефа одинаковы во всех случаях.

Проверка визиров заключается в установлении правильности положения намеченной трассы в плане относительно элементов рельефа, почвенных условий, прежде всего мощности торфа, в определении вида торфа и подстилающего грунта. Особое внимание нужно обращать на механический состав последнего. Вид подстилающего грунта и его механический состав можно определить и после прорубки визиров, во время разбивки пикетажа. В результате осмотра отмечают на снимках окончательное, правильно установленное положение трассы. Соответственно этому делают изменения на плане.

При проверке в натуре направлений и положений трасс канав вносят коррективы в таксационные характеристики насаждений, установленные лесоустройством, уточняют лесорастительные условия, границы таксационных выделов, которые не могли быть точно отдешифрованы на снимках, характер водного питания и причины заболачивания данного участка, делают отметку о целесообразности применения того или иного вида землеройной машины при строительстве и проведении трассоподготовительных работ. Одновременно с этим берут образцы торфа для лабораторного анализа.

При уточнении таксационных характеристик осушаемых насаждений целесообразно отмечать мероприятия лесоводственного характера, которые вместе с осуществлением содействовали бы повышению прироста. К ним следует отнести рубки ухода, санитарные рубки, вырубку всего древостоя, лесные культуры и т. д.

После проверки в натуре и внесения коррективов нивелирные ходы принимают в качестве трасс будущих канав, по которым производят прорубку визиров, пикетаж и нивелировку. Руководством при прорубке служат направления трасс, нанесенные на снимках.

Направление ходов для прорубки задают с помощью инструмента. Съемку их после прорубки не производят, а на снимках опознают начало и конец ходов и углы поворотов. Если угол поворота не опознается на снимке, его устанавливают по данным промеров при пикетаже и замеряют буссолью.

Пикетаж разбивают через 100 м с установкой плюсовых точек в местах изменений элементов рельефа и поворотов трасс.

При ведении пикетажа делают схематическую зарисовку рельефа местности, окружающей ход, замеряют мощность торфа на каждом пикете или полупикете, определяют его вид и состав, устанавливают вид подстилающего грунта.

Если плановые материалы лесоустройства имеют невысокое качество, а материалы аэрофотосъемки можно использовать для составления плана, то в полевой период на некоторых направлениях, параллельных залету съемки, измеряют линии в прямом и обратном направлениях, которые затем используют в качестве базиса при развитии сети фототриангуляции. Если план участка невозможно составить по аэрофотоснимкам, то производится его съемка в натуре.

При наличии фотопланов указанные работы не производят.

Нивелировку по трассам производят по пикетам. Вместе с нивелировкой каждую или большинство точек опознают в натуре и наносят на снимки. Правильность нивелировки проверяют увязкой ходов.

В полевых условиях в тот же год на снимки наносят отметки нивелировки и под стереоскопом проводят горизонтали. Можно, однако, наносить отметки сразу на план, но рисовку рельефа производить с

обязательным просмотром стереомодели местности на снимках под стереоскопом или через стереочки. При этом элементы рельефа будут более правильно изображены на плане и соответствовать натуре. При просмотре снимков под стереоскопом особое внимание следует обращать на закономерности в расположении элементов рельефа и гидрографии (рек, речек, ручьев).

Перечисленные работы и собранные в результате их материалы позволяют разработать проект, по которому можно осуществлять строительство сети.

Полекамеральные работы заключаются в оформлении нивелирных журналов, вычислении отметок, нанесении их на снимки, рисовке рельефа под стереоскопом, сводке горизонталей и перенесении их на фотоплан, а при отсутствии фотоплана — в копировании на план-схему, изготавливаемую в масштабе снимков. (Как уже указывалось, проводить горизонталю можно сразу на плане. В этом случае отпадает необходимость перенесения их на план-схему или фотоплан.)

Общий план участка в горизонталях служит подтверждением правильности расположения нивелирных ходов (канал).

По подготовленным (прорубленным и пронивелированным) ходам составляют продольные профили. Если в некоторых случаях окажется невозможным использовать нивелирный ход в качестве канавы, направление его меняется в натуре с учетом рельефа местности и положения относительно мелиоративного фонда.

После составления профилей и установления возможности использования ходов в качестве трасс в натуре устанавливают столбы в начале и конце трассы с соответствующими надписями.

В камеральный период разрабатывают продольные профили проектируемых канав, вычисляют объем земляных работ, вычерчивают планы размещения осушительной сети и мелиоративного фонда.

Указанные профили и чертежи размножают в необходимом количестве экземпляров.

Все остальные виды камеральных работ (написание пояснительной записки, составление сметно-финансовых расчетов и др.) производят согласно действующим инструкциям.

Предлагаемая краткая методика изысканий для целей проектирования лесосушения позволяет сократить затраты средств на их проведение и сроки изысканий до одного года (полевой и камеральный периоды).

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОПИТКИ  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**И. И. ГОРДИЕНКО**

Кандидат биологических наук

(Украинская сельскохозяйственная академия)

**Г. С. КОРЕЦКИЙ, Т. К. МАЙКО**

Научные сотрудники

(Украинский НИИ механической обработки древесины)

Огромная сосущая сила транспирирующей листвы — верхнего концевого двигателя почвенного раствора по стеблю растения — побудила исследователей использовать ее в целях пропитки дерева на корню для антисептирования, лечения и окраски древесины. К сожалению, изучению ряда важных вопросов в этих исследованиях внимания уделялось мало. Некоторыми из них мы и решили заняться.

*Исследования скорости пропитки древесины растущего дерева  
сульфосалициловой кислотой*

Пока нет точных сведений о скорости движения воды и растворенных в ней веществ в растении. По данным Фармера [5], скорость движения воды в деревьях лиственных пород составляет в среднем  $20 \text{ см}^3$  на  $1 \text{ см}^2$  поперечного разреза древесины в час. По Губеру [5] скорость передвижения воды составляет примерно  $4,5 \text{ м}$  в час. По данным Д. Ф. Проценко [6], полученным при помощи метода меченых атомов, скорость передвижения воды иногда бывает очень высокой —  $12-14 \text{ м}$  в час. Наибольшая скорость наблюдается в области корневой шейки и в нижней части ствола, по мере поднятия по стволу она постепенно снижается и в боковых побегах падает до минимума. Однако введенное в восходящий ток вещество, вероятно, не переносится вместе с ним пассивно. Скорость распространения вещества, в результате влияния его на физиологические процессы в растении, отлична от скорости сокодвижения.

Для определения скорости распространения сульфосалициловой кислоты вверх по стволу дерева исследовали динамику кислотности листьев контрольного и пропитываемого деревьев высотой  $10 \text{ м}$  с близкими прочими таксационными показателями, произрастающих в одинаковых условиях на расстоянии  $4 \text{ м}$  друг от друга. Расчетная концентрация вещества составляла  $0,85\%$  ( $8,5 \text{ кг}$  на  $1 \text{ м}^3$  древесины). Листья для анализа брали на высоте двух и семи метров от корневой шейки через каждые  $48 \text{ час}$ , начиная со второго дня после закладки

опыта и до рубки дерева. Поскольку реакция водной вытяжки из листьев бука близка к нейтральной (рН 7,2—7,4), динамику кислотности листьев определяли методом титрования водных вытяжек из них сантинормальным раствором серной кислоты с индикатором метилоранжем до рН 3,5—4,0.

Кислотность листьев подопытного дерева уже на второй день после закладки опыта оказалась выше кислотности листьев контрольного дерева (табл. 1). Это дает основание заключить, что сульфосалициловая кислота переносится в листья восходящим током пасоки довольно быстро — уже через день-два после ее инъекции. В последующие дни кислотность листьев подопытного дерева продолжает повышаться, достигая максимума на высоте 2 м на восьмой день, а на высоте 7 м — на двенадцатый день. Затем она несколько понижается, не падая однако до величины кислотности листьев контрольного дерева, приблизительно одинаковой во все сроки взятия проб. Отсюда следует, что двухдневный срок пропитки дерева на корню вполне достаточен для проникновения хорошо растворимой в воде сульфосалициловой кислоты в самые отдаленные от места инъекции части дерева.

Таблица 1

Количество сантинормальной серной кислоты, израсходованной на титрование водной вытяжки листьев, в зависимости от продолжительности пропитки дерева (в мл на 1 г абс. сухого вещества)

Вариант	Высота, м	Продолжительность пропитки, дн							
		2	4	6	8	10	12	4	
Опыт	2	1,67	1,48	0,57	0,28	0,46	0,58	1,11	
Контроль	2	2,00	1,94	1,75	1,80	1,21	1,35	1,71	
Опыт	7	1,25	1,07	1,25	1,13	0,73	0,61	0,97	
Контроль	7	1,92	1,91	1,84	1,89	1,77	1,58	1,77	

Одновременно с определением кислотности листьев определяли и их влажность. Следовало ожидать, что проникновение сульфосалициловой кислоты в листья усилит гидролиз крахмала в замыкающих клетках устьиц, в результате чего осмотическое давление в них повысится и устьица будут находиться в раскрытом состоянии. Влажность листьев опытного дерева при этом должна быть ниже, чем у контрольного. Однако влажность листьев подопытного дерева все время была выше, чем у контрольного, и лишь на десятый день на высоте 2 м приблизилась к последней. К этому времени листья подопытного дерева по краям начали усыхать, и на четырнадцатый день опыта влажность их была уже ниже контроля (табл. 2). Это дает основание полагать, что в незначительных количествах сульфосалициловая кислота способствует подавлению гидролитической активности карбогидраз листьев и вследствие этого — накоплению в замыкающих клетках устьиц крахмала, что и приводит к закрыванию их. Увядание листьев явилось следствием нарушения нормальной жизнедеятельности растения, пропитанного кислотой, которая, очевидно, коренным образом изменила направленность и активность ферментативных процессов, увеличила концентрацию клеточного сока и осмотическое давление, а также изменила ряд других физиологических и биохимических процессов.

На высоте 7 м листья до конца опыта оставались зелеными и влажность их была выше влажности листьев контрольного дерева. Меньшее усыхание их по сравнению с листьями нижнего яруса можно



Таблица 2

Влажность листьев (%) в зависимости от продолжительности пропитки дерева

Вариант	Высота, м	Продолжительность пропитки, дн						
		2	4	6	8	10	12	14
Опыт	2	70	73	65	65	67	64	64
Контроль	2	63	64	63	64	67	63	65
Опыт	7	—	72	68	69	73	67	69
Контроль	7	—	69	62	63	66	62	66

объяснить «закономерностью Р. К. Заленского», установившего [1], что концентрация клеточного сока листьев верхних ярусов выше нижних. При водном дефиците верхние листья оттягивают воду у нижних, которые в результате этого вянут раньше.

#### Распределение сульфосалициловой кислоты в стволе дерева

Целью опытов было изучение действительной концентрации сульфосалициловой кислоты, вводимой в ствол растущего дерева на разной высоте (табл. 3), поскольку вопрос этот, насколько нам известно, еще почти не изучен. Образцы древесины для анализа брали на высоте 2 и 6—8 м после двухнедельной пропитки растущих деревьев. Расчетная концентрация сульфосалициловой кислоты составляла 0,3; 0,5; 0,7 и 1,0%, то есть 3, 5, 7 и 10 кг на 1 м<sup>3</sup> объема дерева.

Количественный анализ сульфосалициловой кислоты в древесине проводили по разработанной нами методике, в основе которой лежит метод нейтрализации:  $H^+ + OH^- = H_2O$ . Сущность методики заключается в переводе содержащейся в древесине сульфосалициловой кислоты в водную вытяжку с последующим титрованием вытяжки раствором едкого натра. В качестве индикатора был принят универсальный индикатор РКС, дающий при pH 7 переход цвета титруемого раствора от желтовато-зеленого к зеленому. Реакция идет по следующему уравнению:

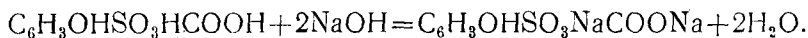


Таблица 3

Распределение сульфосалициловой кислоты в древесине ствола при пропитке дерева

№ дерева	Высота, м	Средняя расчетная концентрация кислоты, %	Действительная концентрация кислоты, %
1	2	0,3	0,37
1	8	0,3	0,06
2	2	0,5	0,76
2	6	0,5	0,16
3	2	0,7	3,56
3	6	0,7	1,51
4	2	1,0	3,49
4	8	1,0	0,67

Как видно из табл. 3, действительная (полученная в результате химического анализа древесины) концентрация сульфосалициловой кислоты на различной высоте ствола неодинакова. Так, при расчетных

концентрациях до 0,5% на двухметровой высоте ствола она выше в 1,2—1,5 раза, а на восьмиметровой высоте в 3—5 раз ниже расчетной. При более высоких расчетных концентрациях (0,7—1,0%) действительная концентрация на двухметровой высоте ствола в 3,5—5,0 раза выше, а на восьмиметровой высоте близка или несколько ниже расчетной. Основная часть кислоты адсорбируется, таким образом, в нижней части ствола, до вершины же, доходит лишь незначительное количество ее.

Проводящие элементы древесины (сосуды) обладают, как указывает Н. П. Красулин [2], резко выраженной способностью адсорбировать красящие вещества, введенные в ствол растущего дерева в виде водных растворов. Это сильно ограничивает распространение краски внутри древесины. Так, очевидно, обстоит дело не только с красками, но и с любыми другими введенными в дерево органическими веществами. Однако неравномерное распространение в физиологически активной древесине инъектируемых веществ — явление, по-видимому, более сложного порядка. В связывании органических веществ, поглощенных из раствора, принимают участие и живые элементы древесины. Связывание живыми клетками растений поглощенных из растворов органических веществ, хотя и не представляет собой, по мнению А. Л. Курсанова [3], [4], химической реакции между поглощенным веществом и компонентами протоплазмы, все же этот процесс не является простой физической адсорбцией (названной им так условно), а выступает как результат сложной биологической деятельности живой протоплазмы и зависит от степени жизнедеятельности ткани, стадии развития растения и ряда других причин.

Точность количественного определения сульфосалициловой кислоты в древесине проверена на опилках непропитанной древесины. Для этого навеску древесных опилок, увлажненных после взвешивания, перемешивали в химическом стаканчике с определенным количеством взвешенной на аналитических весах сульфосалициловой кислоты и оставляли для пропитки на 48 час при комнатной температуре. После этого в водной вытяжке из опилок определяли концентрацию сульфосалициловой кислоты описанным выше методом.

Таблица 4

Точность определения сульфосалициловой кислоты  
в древесине методом нейтрализации

№ образца	Навеска, г		Концентрация кислоты, %	Оттитровано кислоты	
	древесины	кислоты		г	%
1	3,0	0,0150	0,5	0,0150	100,0
2	3,0	0,0300	1,0	0,0297	99,0
3	5,0	0,1000	2,0	0,0980	98,0
4	5,0	0,1000	2,0	0,0940	94,0
5	3,0	0,0900	3,0	0,0776	86,2
6	2,5	0,0750	3,0	0,0660	88,0
7	4,0	0,1200	3,0	0,1040	86,7

Из данных табл. 4 видно, что при небольшой концентрации сульфосалициловой кислоты в древесине (0,5%) она оттитровывается полностью. Однако по мере повышения концентрации вещество оттитровывается в меньшем количестве, чем оно было введено в древесину, и тем меньше, чем выше его концентрация (табл. 4). Так, при 2%-ной кон-

центрации кислоты в древесине в среднем теряется  $1/25$ , а при 3%-ной —  $1/8$  часть навески ее. Часть кислоты, очевидно, не только адсорбируется клетками древесины, но и ассимилируется ими, образуя малодиссоциированные соединения. При этом, чем выше концентрация кислоты в древесине, тем большее ее количество реагирует с веществами клеток древесины. Количество же поглощаемой клетками древесины кислоты при малой ее концентрации настолько ничтожно, что методом объемного анализа оно не улавливается.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. К. Заленский. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. Изв. Киевского политехнического института, т. 4. кн. I, 1904. [2]. Н. П. Красулин. О внекорневом введении в дерево веществ в целях окраски древесины. Физиологические исследования древесных пород. Труды ВНИИЛХ, вып. II, 1941. [3]. А. Л. Курсанов. Адсорбция ферментов тканями высших растений. Биохимия, т. II, № 4, 1946. [4]. А. Л. Курсанов, Н. Крюкова, Д. Седенко. Адсорбция органических веществ и ее связь с дыханием. Биохимия, т. 13, № 5, 1948. [5]. Н. А. Максимов. Краткий курс физиологии растений. 1941. [6]. Д. П. Проценко. Водный режим рослин. Киев, 1958.

---

Поступила в редакцию  
19 октября 1962 г.

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ НА ЕЕ ПРОТИВОГНИЛОСТНУЮ СТОЙКОСТЬ

**В. Н. ПЕТРИ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

**Д. А. БЕЛЕНКОВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Значительные количества древесины, используемой в строительстве в настоящее время, подвергают искусственной сушке при повышенных (60—80° С) и высоких (до 120° С) температурах.

Естественно, возникает вопрос о влиянии термической обработки на противогнилоустойчивость древесины сосны.

Противогнилоустойчивость заболонной и ядровой древесины сосны изучена слабо. Имеется сравнительно мало работ: Р. Гартиг [4], С. И. Ванин [3], Лизе [8], Ф. А. Соловьев [5], Г. А. Арзуманян [1], Г. Шульц [9], в которых приводятся данные, характеризующие стойкость против домовых грибов ядровой и заболонной древесины сосны. Во всех работах отмечается большая стойкость ядровой древесины сосны по сравнению с заболонной, но степень этого различия очень изменчива.

В работе Д. А. Беленкова, Е. В. Мельникова, В. Н. Петри и К. В. Рабчевской [2] показано, что противогнилоустойчивость ядровой древесины сосны в одном и том же стволе различна. Древесина из периферической зоны ядра обладает очень высокой стойкостью, а древесина, расположенная в центральной части ядра, несущественно отличается от заболонной. Авторами был проведен опыт с древесиной сосны из ствола 155-летнего дерева (диаметр на высоте груди 42 см). Оценка стойкости против пленчатого домового гриба осуществлялась на образцах 15 × 15 × 20 мм (последний размер вдоль волокон) по методике ВИАМ «дерево — опилки».

Как видно из табл. 1, противогнилоустойчивость ядровой древесины сосны постепенно уменьшается по радиусу ствола от периферии ядра к сердцевине. Это хорошо согласуется с распределением пиносильвина и его эфиров в ядре сосны. Как указывает Х. Эрдтман [6], пиносильвин и его эфиры являются сильными ядами для дереворазрушающих грибов. Следовательно, противогнилоустойчивость ядровой древесины сосны в основном определяется содержанием в ней пиносильвина и его эфиров.

Для исследования влияния термической обработки древесины на ее противогнилоустойчивость определяли степень разрушения древесины пленчатым домовым грибом *Coniophora cerebella* Sch.

Таблица 1

Место взятия образца	Число наблюдений	Среднее снижение веса за 40 дней, %	Показатель точности, %	Влажность древесины после опыта, %
Заболонь, периферическая часть, включает годовичные слои от 110 до 150 лет	15	25,0	4,73	45,0
	15	28,5	3,94	50,9
Заболонь, внутренняя часть, включает годовичные слои от 80 до 100 лет	14	22,6	4,39	43,9
	15	27,2	3,26	51,2
Ядро, периферическая часть, включает годовичные слои от 55 до 75 лет	15	1,2	3,23	30,6
	14	0,37	16,91	31,4
Ядро, включает годовичные слои от 32 до 40 лет	15	8,8	11,83	34,7
	15	12,3	6,97	42,2
Ядро, включает годовичные слои от 15 до 25 лет	15	18,9	6,86	38,2
	14	26,4	3,80	50,2
Ядро, внутренняя часть, годовичные слои первого десятилетнего прироста	15	18,8	3,70	37,5
	15	22,4	5,07	45,2
Контроль, обезличенная однородная древесина заболони сосны	15	28,5	4,05	46,1
	12	34,2	4,44	47,4

Примечание. В числителе приведены результаты первой серии испытаний, в знаменателе — второй.

Древесина была заготовлена в Уральском учебно-опытном лесхозе. Из комлевой части ствола 142-летней сосны с диаметром на высоте груди 33 см была вырезана сердцевая доска. Распределение опытных реек по поперечному сечению ствола аналогично предыдущему опыту. Сердцевая доска толщиной 60 мм была разделена на две равные части. Одна из них была высушена в комнатных условиях до влажности 8—10%, а другая — в экспериментальной сушильной установке в среде перегретого пара при температуре 120°С в течение 22 час до конечной влажности 6—7%. После высушивания были изготовлены образцы 20 × 20 × 10 мм (последний размер вдоль волокон) и испытаны на стойкость против пленчатого домового гриба по методике ВИАМ «дерево — опилки».

В связи с тем, что одновременно испытывали большое количество образцов, установка их была осуществлена в две группы колб. В первой группе колб были размещены образцы из заболони и периферической и прилегающей к ней части ядра после воздушной и высокотемпературной сушки. Во второй группе колб были размещены остальные образцы. Обе группы колб были объединены контролем из однородной заболонной древесины сосны. В табл. 2 приведены данные этого опыта.

Из табл. 2 видно, что характер разрушения заболонной и ядровой древесины сосны после воздушной сушки такой же, как это было указано выше (табл. 1).

Противогнилостная стойкость заболонной древесины сосны после высокотемпературной сушки не изменилась, так как разница в средней величине разрушения статистически недостоверна.

По исследованию Б. Колье [7], среднее выделение смолы из древесины при 100—120°С в 2,5—3,5 раза выше, чем при температурах до 60°С.

Таблица 2

Место взятия образца	Древесина после воздушной сушки				Древесина после высокотемпературной сушки			
	число наблюдений	среднее снижение веса за 40 дней, %	коэффициент изменчивости, %	показатель точности, %	число наблюдений	среднее снижение веса за 40 дней, %	коэффициент изменчивости, %	показатель точности, %
Заболонь	15	21,5	7,3	1,9	15	22,6	9,2	2,4
Ядро, периферическая часть	15	2,1	81,2	21,2	15	16,5	1,5	3,0
Ядро, средняя часть радиуса, прилегающая к периферии	15	10,8	21,1	5,5	15	16,5	9,6	2,5
Ядро, средняя часть радиуса, прилегающая к сердцевине	15	18,0	10,6	2,8	15	20,2	12,4	3,2
Ядро, прилегающая к сердцевине часть	15	19,3	9,3	2,4	15	20,0	9,6	2,5
Контроль в первой группе колб	15	22,4	11,1	2,8	—	—	—	—
Контроль во второй группе колб	15	23,9	4,6	1,2	—	—	—	—

По неопубликованным данным П. И. Ананьина (УЛТИ), выделение летучих фракций смолы при сушке перегретым паром ( $120^{\circ}\text{C}$ ) составляет 1,5—3,0 л на  $1\text{ м}^3$  древесины. Более обильное выделение смолы из древесины при высокотемпературной сушке является закономерным. Однако это не оказывает влияния на противопожностную стойкость древесины сосны, так как относительное содержание смолы в древесине велико, а сама древесная смола для пленчатого домового гриба не ядовита. Таким образом, высокотемпературная сушка в среде перегретого пара при температуре  $120^{\circ}\text{C}$  не изменяет противопожностную стойкость заболонной древесины сосны. Стойкость ядровой древесины сосны при высокотемпературной сушке значительно уменьшается в периферической зоне и остается почти без изменения в центральной.

Уменьшение противопожностной стойкости ядровой древесины сосны после высокотемпературной сушки тем больше, чем выше была стойкость аналогичной древесины, высушенной на воздухе. Иначе говоря, чем больше в древесине находилось пиносилвины и его эфиров, тем значительнее уменьшение стойкости. Следовательно, высокие температуры ( $120^{\circ}\text{C}$ ) разрушают (или изменяют) вещества.

Для определения влияния различных температур и продолжительности термической обработки на противопожностную стойкость древесины сосны против пленчатого домового гриба была изготовлена большая однородная серия образцов. Образцы размером  $20 \times 20 \times 10\text{ мм}$  (последний размер вдоль волокон) были изготовлены из периферической зоны ядра сосны одного и того же дерева. Выбор ядровой древесины из периферической зоны ядра объясняется тем, что именно в этой зоне наблюдалось наиболее значительное уменьшение стойкости древесины после высокотемпературной сушки.

Таблица 3

Статистические показатели	Древесина без обработки	В сухом воздухе при					Древесина без обработки	Во влажном воздухе и перегретом паре при								
		60°	80°	100°	120°	140°		60°	80°	100°	120°	140°				
		Число наблюдений	14	14	14	14		14	14	15	15	15	15	15	15	15
Среднее разрушение, %	0,80	1,02	1,46	2,08	2,54	4,23	0,56	1,42	1,24	3,41	4,40	8,50				
Пределы колебаний	0,00—2,37	0,00—3,10	0,00—4,04	0,00—5,60	0,00—7,09	0,50—9,38	0,00—2,00	0,00—3,50	0,00—3,88	0,00—8,06	0,20—8,16	4,82—11,68				
Среднее квадратическое отклонение	0,90	1,07	1,36	1,90	2,32	2,73	0,69	1,30	1,55	2,59	2,78	2,18				
Ошибка среднего значения	0,20	0,29	0,36	0,51	0,62	0,73	0,18	0,34	0,40	0,67	0,72	0,58				
Коэффициент изменчивости	112,5	104,6	92,7	91,3	91,4	64,5	123,2	91,5	125,0	75,9	63,1	25,7				
Показатель точности	25,5	27,9	24,7	24,4	24,4	17,2	32,1	23,6	32,3	19,6	16,3	6,8				

В табл. 3 приведены данные, характеризующие влияние различных температур при обработке древесины сосны из периферической зоны ядра в сухом и влажном воздухе и перегретом паре в течение 6 час на ее противогнилостную стойкость. Из табл. 3 видно, что температуры 60—80° С в течение 6 час не вызывают существенного изменения противогнилостной стойкости ядровой древесины сосны. Температуры же в 100° С и более сильно уменьшают противогнилостную стойкость. Это уменьшение тем больше, чем выше температура. Например, в сухом воздухе после нагревания до 100° С противогнилостная стойкость обработанной древесины уменьшилась по сравнению с необработанной в 3,2 раза, а при температуре 140° С — в 5,3 раза. Более резкое уменьшение противогнилостной стойкости древесины наблюдается при термической обработке ее в паровой среде. Так, после 100° С противогнилостная стойкость по сравнению с контролем уменьшилась в шесть раз, а после 140° С — в 15,3 раза.

Для оценки влияния продолжительности термической обработки древесины на ее противогнилостную стойкость была применена температура 120° С в среде перегретого пара. Образцы древесины из той же партии, как в предыдущем опыте, были помещены в лабораторную камеру для сушки, в которой строго поддерживался заданный режим (температура мокрого термометра 98—99° С, сухого — 118—120° С). Через определенные промежутки времени (3, 6, 12, 18 и 24 часа) часть образцов вынимали, выдерживали в комнатных условиях до равновесной влажности и после этого обычным образом (см. выше) определяли противогнилостную стойкость. Результаты опыта приведены в табл. 4.

Таблица 4

Место взятия образца и продолжительность его обработки	Число наблюдений	Среднее снижение веса за 40 дней, %	Среднее квадратическое отклонение, %	Коэффициент изменчивости, %	Показатель точности, %
Заболонь сосны без обработки — контроль	14	19,4	3,20	16,4	4,37
Ядро сосны (периферическая зона) без обработки	39	0,58	0,81	140,0	22,4
Та же древесина, выдержанная в камере в течение 3 час	16	4,44	3,84	86,4	21,6
„ 6 „	15	5,36	3,03	56,5	14,5
„ 12 „	16	8,32	3,80	45,7	11,4
„ 18 „	16	9,87	3,88	39,3	9,8
„ 24 „	15	9,89	2,87	29,0	7,5

По данным опыта можно сделать вывод, что высокая температура (120° С) в среде перегретого пара уже после трехчасового воздействия вызывает резкое уменьшение стойкости к гниению. Так, ядровая древесина сосны, выдержанная в камере в течение трех часов при температуре 120° С, была разрушена пленчатым домовым грибом в 7,6 раза сильнее, чем такая же древесина после воздушной сушки.

В дальнейшем с увеличением продолжительности выдержки противогнилостная стойкость ядровой древесины сосны продолжает умень-



шаться, а после 18 час воздействия перегретого пара при  $t 120^{\circ}\text{C}$  остается постоянной, достигнув минимального уровня. Таким образом, наибольшее отрицательное влияние на противогнилостную стойкость ядровой древесины сосны высокие температуры (более  $100^{\circ}\text{C}$ ) оказывают в начальный период термической обработки (до 3 час).

### Выводы

1. По стойкости против пленчатого домового гриба ядровая древесина сосны из одного ствола неоднородна. Наиболее высока она в периферических зонах ядра, к центру ствола быстро уменьшается и во внутренних слоях приближается к стойкости древесины заболони.

2. Изменение противогнилостной стойкости ядровой древесины сосны по радиусу ствола совпадает с распределением в ядре пиносильвина и его монометилового эфира и, вероятно, определяется их присутствием.

3. Высокотемпературная сушка древесины в среде перегретого пара при  $t 120^{\circ}\text{C}$  не оказывает влияния на противогнилостную стойкость заболонной древесины сосны. Противогнилостная же стойкость ядровой древесины сосны сильно уменьшается в периферической зоне ядра и почти не изменяется во внутренних частях ядра. Чем выше противогнилостная стойкость ядровой древесины сосны, тем значительней ее уменьшение после высокотемпературной обработки.

4. Сушка при  $t 60\text{--}80^{\circ}\text{C}$  не вызывает существенного изменения противогнилостной стойкости заболонной и ядровой древесины сосны.

5. Обработка древесины сосны из периферической зоны ядра при температурах до  $80^{\circ}\text{C}$  не вызывает существенного изменения противогнилостной стойкости; при температурах же выше  $100^{\circ}\text{C}$  она понижается тем значительней, чем выше температура.

6. При одинаковых температурах большее понижение противогнилостной стойкости ядровой древесины сосны наблюдается при обработке влажным воздухом или перегретым паром. В сухом воздухе стойкость изменяется меньше.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Арзуманян. О сравнительной стойкости древесины некоторых древесных пород Армении к пленчатому домовому грибу (*Coniophora cerebella* Schröt.). Известия АН Армянской ССР, серия технических наук, изд-во АН Армянской ССР, т. X, № 5, 1957. [2]. Д. А. Беленков, Е. В. Мельников, В. Н. Петри, К. В. Рабчевская. Сравнительная стойкость заболонной и ядровой древесины сосны против пленчатого домового гриба. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 18, сб. работ проблемной лаборатории № 1, изд. Уральского лесотехнического института, Свердловск, 1962. [3]. С. И. Ванин. О стойкости древесины различных пород дерева в отношении домовых грибов. Научно-технический Комитет НКПС, вып. 80, «Консервирование дерева и пропитка шпал». Работы шпалопропиточной лаборатории в Ленинграде, сб. VI, 1927. [4]. Р. Гартиг. Болезни растений. 1894. [5]. Ф. А. Соловьев. О стойкости древесины некоторых хвойных пород к гниению. Труды института биологии УФАИ, вып. VI, 1955. [6]. Х. Эрardtман. Фенольные и другие посторонние компоненты ядровой древесины хвойных; их отношение к таксономии. Глава XVII из книги «Химия древесины», т. I, под редакцией Л. Э. Уайза, Гослесбумиздат, М.-Л., 1959. [7]. В. Koljo. Untersuchungen über den Harzaustritt bei Holz Trocknung, Holz als Roh- und Werkstoff, № 5, S. 172, 1956. [8]. Z. Liese. Verhalten holzerstörender Pilzen gegenüber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen, Angew. Bot., Band 6, 1928. [9]. G. Schulz. Versuche zur Frage der natürlichen Pilzfestigkeit von nordischem und deutschem Kiefernspint- und kernholz, Holz als Roh- und Werkstoff, № 10, S. 401, 1957.

## НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ НЕЛИКВИДНЫХ СУЧЬЕВ

**С. ИОНАЙТИС**

Старший научный сотрудник

(Институт строительства и архитектуры АН Литовской ССР)

Основные процессы промышленной переработки сучьев связаны с их свойствами. До настоящего времени данных по физико-механическим свойствам древесины сучьев было опубликовано очень мало. Т. М. Шкиря [1], исследуя древесину сучьев (диаметром больше 50 мм) карпатского бука, установил, что механические свойства древесины сучьев и вершин выше, чем у древесины ствола (в среднем на 14%). В. А. Лопатко [2] и Н. П. Рушнов [3] пришли к такому же выводу, но данных о физико-механических свойствах тонких неликвидных сучьев совсем нет.

Основные физико-механические свойства неликвидных сучьев (средний диаметр 5—22 мм, минимальный — 3 мм, максимальный — 40 мм) были определены Лабораторией изоляционных и отделочных материалов Института строительства и архитектуры АН Литовской ССР при исследовании технологии изготовления строительных плит из этого материала.

Объемный вес древесины неликвидных сучьев был определен путем обмера образцов без коры длиной 50 мм. Для определения предела прочности древесины сучьев при сжатии вдоль волокон были изготовлены образцы цилиндрической формы, высота которых составляла 1,5 диаметра; образцы были испытаны на универсальном прессе со сферической опорой. Одна часть парных образцов была изготовлена из абс. сухой древесины, другая — из древесины натуральной влажности, только что срубленных сучьев ( $W > 30\%$ ). Так же был определен и предел прочности при скалывании вдоль волокон. В образцах длиной 60—100 мм (в зависимости от диаметра сучьев) были сделаны прорезы с двух противоположных сторон, до сердцевины сучьев; расстояние между прорезями составляло 1,5 диаметра сучьев. Концы образцов были сжаты специальными тисками (рис. 1). Тяги тисков были прикреплены к рабочим головкам испытательной машины РМП-50, причем положение тяг было отрегулировано так, что усилие действовало через серединную часть образцов. Предел прочности при скалывании был подсчитан по формуле

$$\tau_{ск} = \frac{P}{d \cdot l},$$

где  $P$  — усилие разрыва образцов, кг;

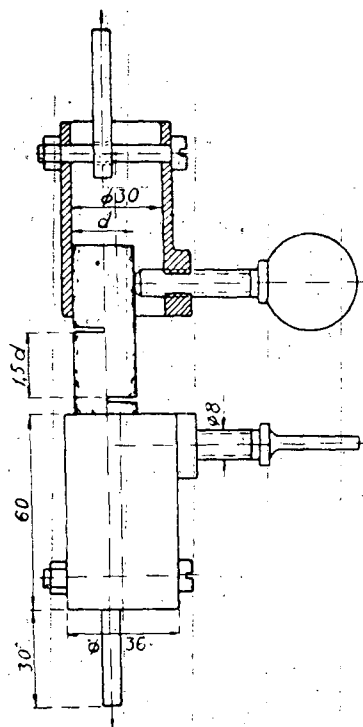


Рис. 1. Тиски с образцом для определения предела прочности древесины неликвидных сучьев при скалывании вдоль волокон.

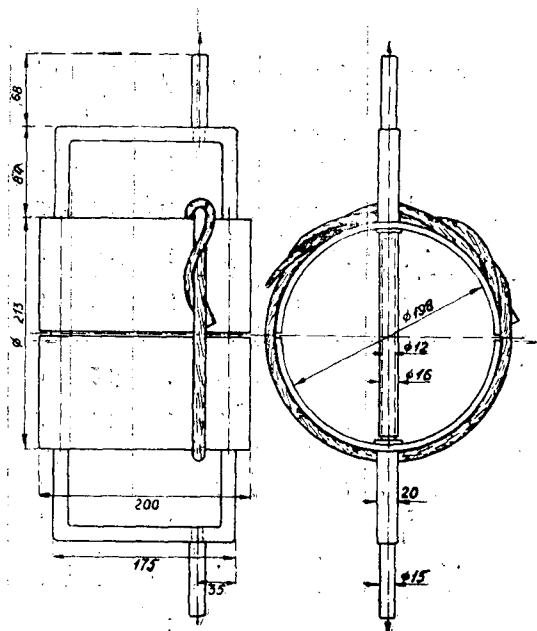


Рис. 2. Приспособление для определения предела прочности древесины неликвидных сучьев при растяжении вдоль волокон.

- $d$  — диаметр или ширина разрушенной плоскости образцов, см;  
 $l$  — расстояние между прорезями или длина разрушенной плоскости образцов, см.

Предел прочности при кручении был определен с помощью машины Амслера типа АМ I № 228. Концы образцов длиной 250 мм были прикреплены к нажимам машины, отстоящим один от другого на 200 мм. Нажим у тележки с регистрирующим аппаратом нельзя было блокировать; он мог передвигаться. Предел прочности при кручении подсчитывали по формуле

$$\tau_p = \frac{16 \cdot M_{max}}{\pi \cdot d^3},$$

где  $M_{max}$  — максимальный момент кручения отрезка сучьев, кгсм;  
 $d$  — средний диаметр отрезка сучьев, см.

Предел прочности при растяжении вдоль волокон определяли с помощью специального приспособления (рис. 2), составленного из двух полуколец. Внутри полуколец были смонтированы по две направляющие, а снаружи — петли прямоугольной формы с пальцами. Пальцы прикрепляли к рабочим головкам машины Р-5. Исследуемые сучья наматывали на поверхность полуколец. Концы сучьев были закручены один на другой и прижаты верхним полукольцом. Предел прочности при растяжении вдоль волокон подсчитан по формуле

$$\sigma_{рст} = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{2}},$$

Таблица I

Свойства древесины	Порода	Влажность W, %	Диаметры сучьев, мм				Число вариантов n	Средняя арифметическая M	Среднее квадратическое отклонение $\sigma$	Средняя ошибка t	Коэффициент вариации V, %	Показатель точности P, %
			d сред- ний	d мак- сималь- ный	d ми- нималь- ный	d ми- нималь- ный						
Объемный вес абс. сухой древесины сучьев, Г/см <sup>3</sup>	Ель	0	16	40	2	39	0,58 (0,43)	0,088	0,014	15,1	2,43	
	Сосна	0	17	39	5	16	0,43 (0,48)	0,055	0,014	12,9	3,27	
	Дуб	0	19	36	3	76	0,62 (0,67)	0,054	0,006	9,04	1,05	
	Береза	0	22	40	9	42	0,42 (0,43)	0,050	0,008	11,8	1,62	
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, кг/см <sup>2</sup>	Ель	0	12	23	6	64	700 (412)	166	20,8	23,9	2,99	
	Ель	70	11	24	5	51	360	88,2	12,3	24,6	3,43	
	Сосна	0	15	22	8	46	520 (443)	91,1	13,4	17,5	2,57	
	Сосна	105	16	22	8	45	205	62,5	9,3	30,3	4,50	
	Дуб	0	13	28	8	50	815 (520)	167	23,6	20,5	2,89	
	Дуб	30	14	28	5	49	370	68	9,72	18,4	2,63	
	Береза	0	13	23	8	42	520 (465)	134	20,7	25,9	3,99	
	Береза	65	15	24	8	48	220	40,0	5,77	18,3	2,64	
Осина	0	14	18	10	38	545 (380)	92,0	14,9	16,8	2,73		
Предел прочности при скалывании вдоль волокон, кг/см <sup>2</sup>	Осина	80	14	18	11	46	112	48,6	7,14	43,4	6,37	
	Ель	0	9	21	4	50	24,9 (65)	12,2	1,72	49,0	6,92	
	Ель	70	9	21	4	68	17,1	10,2	1,24	59,7	7,26	
	Сосна	0	9	16	3	41	13,5 (70,0)	5,13	0,802	38,0	5,97	
	Сосна	60	10	16	3	58	12,4	8,3	1,08	66,7	8,70	
	Дуб	0	9	17	4	37	27,6 (85)	12,2	2,0	44,2	7,27	
	Дуб	40	9	16	4	45	23,8	8,83	1,315	37,0	5,53	
	Береза	0	9	16	4	44	19,3 (85)	6,57	0,990	33,9	5,12	
Предел прочности при кручении, кг/см <sup>2</sup>	Береза	100	9	16	4	49	17,2	6,80	0,971	39,5	5,65	
	Осина	0	10	19	4	42	19,9 (57,0)	8,74	1,35	43,9	6,80	
	Осина	90	10	17	4	52	15,1	8,47	1,17	56,0	7,76	
	Ель	60	12	14	8	13	66,1 (110)	8,54	2,36	12,7	3,58	
	Сосна	110	12	15	9	11	40,1 (98)	10,1	3,06	25,3	7,65	
	Дуб	40	11	14	7	15	82,8 (150)	21,6	5,59	26,1	6,75	
Предел прочности при растяжении вдоль волокон кг/см <sup>2</sup>	Береза	60	9	16	6	13	65,8 (135)	28,7	7,98	43,7	12,1	
	Дуб	40	10	17	5	20	280 (1290)	124	28	44,8	10,0	
	Береза	60	6	9	4	24	475 (1455)	182	37	38,6	7,89	
	Ива	90	5	8	3	141	475	174	15	36,6	3,08	

где  $P$  — усилие разрыва образцов, кг;  
 $d$  — диаметр сучьев в месте разрыва, см.

Установленные таким путем физико-механические свойства неликвидных сучьев показаны в табл. 1. Там даны также: объемный вес абс. сухой древесины ствола, соответствующие механические свойства ствольной древесины 15%-ной влажности (в скобках), средний, максимальный и минимальный диаметры сучьев и влажность их древесины\*. По полученным данным можно сделать следующие выводы.

1. Самая тяжелая и более крепкая древесина у дубовых и еловых неликвидных сучьев; у сосны неликвидных сучьев она отличается низким качеством. По сравнению со ствольной древесиной, древесина еловых неликвидных сучьев обладает более высоким качеством; показатели древесины неликвидных сучьев других пород являются более низкими.

2. Предел прочности при сжатии вдоль волокон зависит главным образом от влажности древесины неликвидных сучьев. У только что срубленных неликвидных сучьев он приблизительно в два раза меньше, чем у абс. сухой древесины сучьев. Вследствие незначительного линейного набухания древесины осиновых неликвидных сучьев, образцы их не растрескиваются при сушке, поэтому предел прочности при сжатии вдоль волокон сухой древесины приблизительно в пять раз больше, чем у древесины натуральной влажности.

3. Влияние влажности древесины неликвидных сучьев на предел прочности при скалывании вдоль волокон не слишком велико. Сердцевина понижает предел прочности при скалывании и кручении древесины неликвидных сучьев; у ствольной древесины этот показатель, определенный по ГОСТу 6336—52, значительно выше.

\* Пределы прочности при кручении и при растяжении вдоль волокон взяты по данным Л. М. Перелыгина [3], остальные определены нами по стандартной методике (ГОСТ 6336—52).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Шкиря. Физико-механические свойства древесины сучьев и вершин карпатского бука. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1960. [2]. Э. А. Павлов. Состояние и перспективы механизации обрезки сучьев. Гослесбумиздат, М.-Л., 1958. [3]. Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. Изд-во «Советская наука», М., 1957. [4]. Н. П. Рушинов. Переработка отходов лесозаготовок на технологическую щепу. Труды Литовского научно-исследовательского института лесного хозяйства, VI, Каунас, 1961.

Поступила в редакцию  
11 июля 1962 г.

## АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

В. В. ЯНОВ

Инженер

(Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт  
технологии машиностроения)

Для подшипников скольжения в сельскохозяйственном машиностроении широко применяется древесина бука, пропитанная авто-тракторным маслом АК-6 или АК-8, а также других пород. Применение древесины обусловлено дешевизной, конструктивной простотой узла трения, малым удельным весом и износостойкостью при работе в абразивной среде.

Исследуя работу подшипников соломотряса самоходного зерноуборочного комбайна СК-4 из различных пород древесины, мы встретились с необходимостью сравнительного определения антифрикционных свойств древесины различных пород.

Для испытания были взяты образцы сосны обыкновенной, березы бородавчатой, бука восточного и дуба черешчатого.

Помимо этого испытывали образцы прессованной древесины березы и сосны. Прессование производили по ускоренному методу Ростовского-на-Дону НИИТМа.

Древесину влажностью 4—6% перед прессованием пропитывали минеральным маслом при температуре 110—120°С в течение 120 мин, после чего нагретые и пропитанные бруски (размерами 150 × 150 × 50 мм) помещали в прессформу.

Прессование производили при температуре 100°С и удельном давлении 100—150 кг/см<sup>2</sup>; выдержка при данных температуре и давлении — 0,5 мин на 1 мм толщины. Степень уплотнения  $\epsilon = 45\%$ . Затем температуру снижали до 50°С, после чего плавно уменьшали давление и производили выгрузку.

Принятая технология выгодно отличается сокращением сроков нагрева и пьезотермической обработки и исключением операций по сушке изделий в запрессованном состоянии.

Из обычной и прессованной древесины изготавливали образцы, форма которых изображена на рис. 1 (1). При изготовлении учитывали расположение волокон древесины. Две контактные поверхности площадью 2 см<sup>2</sup> изготавливали торцовыми, две другие — с параллельным расположением волокон. В табл. 1 приведена краткая характеристика образцов.

Исследования проводили на машине трения типа Амслера (М) по схеме «ролик — колодка». На рис. 1 изображена схема испытаний образцов. Испытуемый образец 1 прижимается к ролику 2, устанавливаемому на приводном валу машины, ролик изготавливают из стали

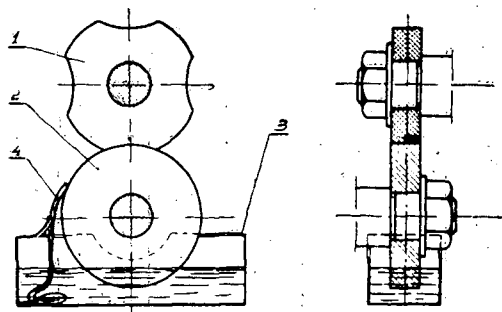


Рис. 1. Схема испытаний образца древесины на машине «МЛ».

ст 45 и термически обрабатывают до твердости 48—50 по Роквеллу. Чистота поверхности — по 8 классу точности. Ролик погружают в ванну 3 со смазочным маслом, количество смазки регулируют ограничителем 4.

Таблица I

№ образца	Порода древесины	Объемный вес, Г/см <sup>3</sup>	Характеристика образца	№ образца	Порода древесины	Объемный вес, Г/см <sup>3</sup>	Характеристика образца
I	Береза	1,169	Прессованный	XIII	Дуб	0,632	Непропитанный
II	Сосна	0,528	Пропитанный	XIV	Береза	0,55	"
III	"	0,54	Непропитанный	XV	"	0,57	Пропитанный
IV	"	0,45	"	XVI	"	0,557	Непропитанный
V	"	0,443	Пропитанный	XVII	"	0,57	Пропитанный
VI	Бук	0,64	"	XVIII	"	1,135	Прессованный
VII	"	0,639	Непропитанный	XIX	Сосна	0,802	"
VIII	"	0,64	Пропитанный	XX	"	0,83	"
IX	"	0,645	Непропитанный	XXI	"	0,885	"
X	Дуб	0,624	Пропитанный	XXII	"	0,84	"
XI	"	0,677	Непропитанный	XXIII	Береза	1,07	"
XII	"	0,64	Пропитанный				

Контроль линейных размеров образца в направлении истирания осуществляли перед испытанием и после испытаний в специальном приспособлении при помощи микрометра с точностью 0,01 мм. Окончательный замер производили после выдержки образца в эксикаторе при постоянных температуре (20°) и влажности воздуха (65—70%) в течение 16 час. Разность между начальным и конечным измерениями соответствовала износу за период испытаний. Пробег ролика за период испытаний составил 2052 м (на одну контактную поверхность).

В течение всего цикла испытаний фиксировали установившийся момент трения и температуру образца. Температуру образца контролировали хромель-копелевой термопарой, устанавливаемой в центре контактной поверхности образца на расстоянии 1,0 мм от поверхности трения.

Испытания проводили при скорости скольжения 0,57 м/сек и удельном давлении 25 кг/см<sup>2</sup> при работе всухую и с граничной смазкой веретенным маслом. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Анализируя данные опытов, замечаем, что антифрикционные свойства древесины при ее работе торцом (всухую) значительно выше, чем при работе параллельно волокнам:

Таблица 2

№ образца	Материал образца	Характеристика испытаний	Сторона образца	Момент трения, кг·см	Коэффициент трения	Температура образца, °С	Износ, мк
I	Береза прессованная	Всухую	Торец	11,25	0,09	60,1	58,9
			волокнам	12,5	0,100	64,2	139,7
I	Сосна пропитанная	Смазка	Торец	13,68	0,109	57,9	30,5
			волокнам	12,06	0,096	62,5	47,9
I	Сосна непропитанная	"	Торец	9,08	0,072	53,6	26,7
			волокнам	13,31	0,106	61,2	25,65
IV	Сосна пропитанная	Всухую	Торец	13,44	0,108	57,0	34,4
			волокнам	15,36	0,123	61,5	79,2
VII	Бук непропитанный	"	Торец	13,93	0,111	62,1	56,8
			волокнам	15,5	0,124	65,0	172,0
VIII	Бук пропитанный	"	Торец	13,12	0,105	59,7	38,9
			волокнам	14,62	0,117	69,2	62,4
IX	Бук непропитанный	Смазка	Торец	8,5	0,068	50,0	27,6
			волокнам	9,5	0,076	52,7	61,9
X	Дуб пропитанный	Всухую	Торец	12,75	0,102	61,8	86,9
			волокнам	14,75	0,118	68,0	99,2
XI	Дуб непропитанный	"	Торец	12,5	0,100	57,0	57,8
			волокнам	14,87	0,119	64,0	177,3
XIII	Дуб непропитанный	Смазка	Торец	10,06	0,08	54,3	33,6
			волокнам	12,56	0,100	54,1	50,0
XIV	Береза непропитанная	"	Торец	11,87	0,095	62,8	35,5
			волокнам	15,31	0,122	66,7	67,3
XVI	Береза непропитанная	Всухую	Торец	11,25	0,090	64,0	60,7
			волокнам	13,25	0,106	69,2	165,7
XVII	Береза пропитанная	"	Торец	13,12	0,105	63,1	50,0
			волокнам	15,25	0,122	66,9	61,0
XVIII	Береза прессованная	Смазка	Торец	10,5	0,084	59,5	69,5
			волокнам	11,75	0,094	62,0	95,1
XIX	Сосна прессованная	Всухую	Торец	10,5	0,084	52,6	53,8
			волокнам	15,5	0,124	68,1	108,4
XXI	"	Смазка	Торец	12,25	0,098	59,5	77,4
			волокнам	14,25	0,114	66,3	132,1
XXII	"	Всухую	Торец	12,0	0,096	73,0	127,0

Пропитанная минеральным маслом древесина обладает более высокой износостойкостью, нежели непропитанная.

При работе пропитанной древесины торцем продвижение масла к поверхности трения происходит более интенсивно.

Наиболее сильный износ наблюдается у древесины дуба как в случае пропитанной древесины, так и в случае непропитанной; велик он также и у сосны при работе параллельно волокнам. Коэффициент трения и контактные температуры непропитанной древесины бука также выше, чем пропитанной.

Прессованная древесина обладает несколько повышенным износом в плоскости, параллельной волокнам, кроме того, она по износостойкости стоит ниже непрессованной пропитанной.

Коэффициенты трения и контактные температуры прессованной древесины ниже, чем у обычной.

При работе в условиях граничной смазки наблюдаются несколько



иные значения коэффициентов трения и контактных температур; однако и здесь имеет место закономерное снижение коэффициентов трения, температуры и износа при работе древесины торцом. Оценивая интенсивность износа формулой

$$I = \frac{U}{S \cdot L}, \quad \frac{\text{МК}}{\text{СМ}^2 \cdot \text{КМ}},$$

где  $U$  — износ за период испытаний, МК;

$S$  — площадь контакта,  $\text{СМ}^2$ ;

$L$  — путь трения, КМ,

а износостойкость

$$\psi = \frac{A}{U}, \quad \frac{\text{КГМ}}{\text{МК}},$$

где  $A$  — работа трения, КГМ, определяется формулой

$$A = M_{\text{тр. ср}} \cdot \varphi,$$

$M_{\text{тр. ср}}$  — средний момент трения за период опыта;

$\varphi = 2\pi n t$  — угол поворота.

Получим следующие их значения (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика образцов	Направление волокон	Сосна		Береза		Дуб		Бук	
		$I$	$\psi$	$I$	$\psi$	$I$	$\psi$	$I$	$\psi$
При работе всухую									
Пропитанный	Торец	8,4	320	12,2	215,5	21,0	120,5	9,5	277,0
	волокнам	19,3	159	15,0	205,0	24,2	122,1	15,2	192,4
Непропитанный	Торец	—	—	14,8	152,2	14,0	177,6	13,8	201,5
	волокнам	—	—	40,4	65,7	42,2	68,9	42,0	74,023
Прессованный	Торец	13,1	160,3	14,3	157,0	—	—	—	—
	волокнам	26,4	117,0	34,0	73,5	—	—	—	—
При граничной смазке (веретенное масло)									
Пропитанный	Торец	7,4	368	—	—	—	—	—	—
	волокнам	11,7	207	—	—	—	—	—	—
Непропитанный	Торец	6,5	280	8,6	274,6	8,2	246,0	6,7	253,0
	волокнам	6,2	426	16,4	186,8	12,2	206,3	15,0	126,0
Прессованный	Торец	19,0	130	17,0	124,0	—	—	—	—
	волокнам	32,0	90	23,0	101,5	—	—	—	—

Сопrotивляемость древесины твердых лиственных пород абразивному изнашиванию примерно в два раза выше, нежели хвойных. На рис. 2 изображена зависимость износа образцов древесины бука 1 и

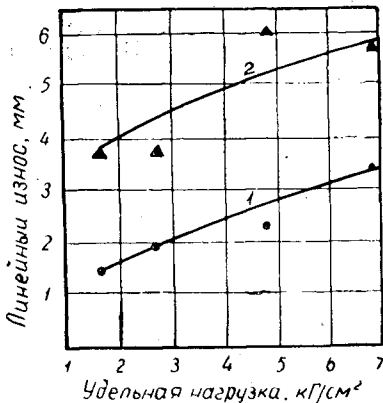


Рис. 2. Зависимость абразивного износа образца от удельного давления.  
1 — древесина бука;  
2 — древесина сосны.

сосны 2 и при трении об абразивную поверхность от удельного давления. Как видно из графика, с увеличением удельного давления абсолютная величина износа возрастает. Исследования проводили на машине Х4-Б, разработанной в институте машиноведения АН СССР. Принцип действия машины следующий. К вращающемуся с небольшой скоростью диску, обтянутому абразивной шкуркой (электрорунд № 120), прижимается под действием груза образец в виде цилиндра диаметром 5 мм и длиной 30 мм, который своим торцом трется о шкурку и одновременно перемещается по радиусу (1 мм на один оборот диска). Путь трения испытываемого образца на поверхности диска представляет собой спираль Архимеда. Общий путь трения составляет 37,3 м. Скорость испытания изменяли плавно от 0,75 м/сек (в начале испытаний до 0,2 м/сек (в конце испытания). Износ определяли путем контрольных замеров микрометром с точностью до 0,01 мм.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Пропитанная древесина сосны, березы и бука в условиях сухого и граничного трения обладает высокими антифрикционными свойствами. Коэффициенты трения при  $P = 25 \text{ кг/см}^2$  и  $v = 0,57 \text{ м/сек}$  находятся в пределах 0,1 — 0,2.

Износостойкость до 300 кгм/мк.

2. Наименьший износ и коэффициенты трения наблюдаются при работе древесины торцом для всех исследованных пород.

3. Антифрикционные свойства пропитанной древесины бука и березы при работе без смазки отличаются незначительно, так коэффициенты трения березы  $0,105 \div 0,122$ ; бука —  $0,105 \div 0,117$ .

Износ за период испытаний соответственно: 50—67 и 38—62 мк.

Износостойкость березы 205—215 и бука — 192,4—277 кгм/мк.

4. Древесина дуба отличается пониженными антифрикционными свойствами и не может быть рекомендована для работы в узлах трения сельскохозяйственных машин.

5. Прессованная древесина сосны и березы при пониженном коэффициенте трения и контактных температурах обладает несколько повышенным износом в плоскости прессования (параллельной волокнам).

6. Пропитанная минеральным маслом АК-6 или АК-8 древесина исследованных пород обладает более высокой износостойкостью, нежели непропитанная.

Поступила в редакцию  
14 августа 1962 г.

## ВЛИЯНИЕ ПЛЮЩЕНИЯ И ФОРМОВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ, МАКРОСТРУКТУРЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗУБЬЯХ РАМНЫХ ПИЛ

**Е. М. БОРОВИКОВ**

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

За последние 20—25 лет в практике деревообрабатывающих производств нашли самое широкое распространение пилы с плющеными зубьями. Производственный опыт применения пил с плющеными зубьями и исследования по резанию древесины этими пилами, приведенные в работах А. Л. Бершадского [1], Б. М. Буглая\*, Д. С. Рожкова, В. Ф. Фонкина и др.\*\* подтвердили целесообразность замены развода зубьев плющением. Поэтому плющение и последующее формирование зубьев пил, применяемое вместо развода, следует считать прогрессивным и экономически оправданным способом подготовки зубьев пил к работе. В настоящее время вопросы технологии плющения, механизации и автоматизации плющения и вопросы, раскрывающие влияние отдельных факторов на качество плющения, достаточно полно исследованы и освещены в литературе.

Однако отмеченные выше работы не затрагивают другой, не менее важной группы вопросов о физической сущности процесса плющения и о влиянии его на механические свойства зубьев пил.

Имеется единственная, уже отмеченная, работа Д. С. Рожкова, В. Ф. Фонкина и др., в которой подробно разбирается технологическая сущность данного процесса и определена степень осадки зуба пилы в результате плющения. В этой работе осадку на боковых поверхностях зуба измеряли по степени изменения предварительно нанесенной на эти поверхности координатной сетки, осадка же во внутренних слоях была замерена при деформировании слоистой модели из пластилина.

На основании анализа представленных схем деформирования зуба были сделаны следующие заключения:

1. «... наибольшая усадка боковых поверхностей зуба наблюдается в зоне основания щечек лопаточки и на конце зуба».

2. «... боковые поверхности выходят из зоны подпора и перестают деформироваться в начале процесса плющения, притом наиболее рано из зоны деформаций выходят верхние участки боковых поверхностей».

\* Б. М. Буглай. Чистота пиленных и строганых поверхностей древесины. Научный отчет ЦНИИМОДа, 1952.

\*\* Д. С. Рожков, В. Ф. Фонкин и др. Работа рамных пил с плющеным зубом. Научный отчет ЦНИИМОДа, 1952.

Разбор результатов данной работы позволяет сделать некоторые замечания. В первом заключении совершенно правильно указывается, что наибольшая усадка, а следовательно и общая деформация, будет в вершине зуба. Что касается оценки деформации в других частях боковой поверхности, то осадка не будет полностью характеризовать общую деформацию в этих местах.

Рассматривая деформирование вертикальных полос сетки (по данным той же работы), легко заметить, что наружные слои металла, прилегающие к зоне контакта с плющильным валиком, имеют значительную деформацию растяжения, которая составила примерно 21—22%. Если учесть, что среднее удлинение стали пил при обычных испытаниях на растяжение\* составляет 7,4%, то именно в отмеченных местах металл будет находиться в чрезвычайно напряженном состоянии. Растягивающие напряжения будут, по-видимому, являться одной из главных причин образования трещин в зубе при плющении. Следовательно, на работоспособность зуба деформация растяжения также будет оказывать влияние. Поэтому нельзя оценивать деформацию зуба при плющении только осадкой, как это делается в работе Д. С. Рожкова и др. По всей вероятности, деформирование металла зуба при плющении в отдельных местах нужно оценивать суммарной деформацией как сжатия, так и растяжения.

В этой связи утверждение второго заключения о том, что «боковые поверхности... перестают деформироваться в начале процесса плющения», следует считать неточным.

Что касается картины распределения деформации в средних слоях зуба, представленной в вышеупомянутой работе, то ее, по-видимому, следует рассматривать как весьма приближенную к реально существующему распределению деформации в зубе, так как совершенно очевидно, что пластилин и закаленная сталь — мало похожие по свойствам материалы. Должно быть не случайно авторами работы была предпринята попытка изготовления модели зуба из спаянных слоев латуни и жести с целью получения «...моделей, более соответствующих реальному зубу». Несмотря на неудачу этого эксперимента, авторы говорят, что «...нам представляется целесообразным в будущем отыскание способов более прочного соединения разноцветных металлических слоев для того, чтобы из них готовить модели, более близкие по своим размерам и свойствам к реальным зубьям пил».

Таким образом, анализ рассмотренной работы позволяет заключить, что вопрос распределения деформаций в зубе при плющении изучен недостаточно и достоверными можно считать только данные о степени осадки боковых поверхностей зуба.

С целью установления влияния плющения на изменение твердости зуба в работе Д. С. Рожкова и др. были проведены разведывательные опыты. Замеры твердости производили прибором ПМТ-3 на специальных образцах, изготовленных из стали марки 85-ХФ с исходной твердостью 44—45  $HR_c$ . При этом опытные образцы подвергали расклепыванию при помощи молоточка, вес которого не превышал 50 г. При расчеканке материал был осаживаем по высоте в два раза. В работе отмечается: «в результате проведения замеров твердости установлено, что при столь значительной осадке материала средняя твердость деформированного участка повысилась всего на 5%».

\* Научный отчет по теме «Разработка износостойчивых и вязких сталей для производства рамных пил», раздел 2. Промышленное опробование рамных пил. ЦНИИМОД, 1958.

К сожалению, в работе не приводится описание условий проведения измерения микротвердости и подготовки деформированной поверхности для определения микротвердости.

Столь незначительное увеличение микротвердости деформированного металла пилы является несколько неожиданным, так как в работе чл.-корр. АН УССР Б. Д. Грозина [3] указаны значительно большие изменения микротвердости при деформировании закаленных инструментальных сталей.

По-видимому, для окончательного решения вопроса об изменении твердости зубьев пилы (в результате плющения) необходимо провести дополнительные более тщательно подготовленные опыты.

Наши тщательно проведенные разведывательные опыты по измерению микротвердости в деформированной и недеформированной зонах плющеного зуба показали, что микротвердость в этих местах различается более чем на 40%.

Для выяснения характера деформирования зуба при плющении, по-видимому, необходимо использовать такой метод, который позволил бы изучать деформации на самом зубе, а не на его модели. Кроме того, этот метод должен описать не только деформацию осадки, но и растяжения, то есть суммарную деформацию в разных точках плющеного зуба.

Известно [2], что любая деформация (как сжатие, так и растяжение) приводит к изменению механических свойств стали. Поэтому наилучшим образом суммарную деформацию в отдельных точках плющеного зуба мог бы описать метод исследования, отражающий изменение механических свойств в этих местах.

Как показали исследования М. М. Хрущева и Е. С. Берковича [5], характер деформации в микрообъемах хорошо описывается измерением микротвердости с последующим построением изосклер.

Используя общую закономерность увеличения твердости стали с увеличением деформации, мы могли применить метод построения изосклер для определения суммарной деформации в зубе при плющении.

Для измерения микротвердости в плющеной части зуба по сечениям I—I и II—II (рис. 1) были приготовлены микрошлифы, при изготовлении которых образцы зубьев для удобства были залиты серой в специальные обоймы. В остальном подготовку микрошлифов проводили обычным, принятым в металлографии, способом с окончательной доводкой на восковом круге. При такой доводке вследствие высокой исходной твердости материала (по исследованиям Е. М. Шевцова и Т. В. Лебедева [6]) на поверхности микрошлифа не образуется наклепа. Поэтому в нашем случае также было принято, что доводка микрошлифов на восковом круге исключала влияние наклепа на изменение микротвердости.

Образцы зубьев для изготовления микрошлифов отбирали у предварительно расплющенной рамной пилы толщиной 2,2 мм с исходной твердостью  $HR_c = 40$ .

Все отобранные зубья имели одинаковые угловые элементы и одинаковое плющение, которое характеризовалось параметрами, указанными на рис. 1. Для оценки влияния формирования на микротвердость зубьев были также изготовлены микрошлифы по плоскости II—II из отформованных зубьев. После формирования величина плющения у этих зубьев составляла 0,7 мм. Измерение микротвердости проводили на приборе ПМТ-3 при нагрузке на пирамиду 200 Г. Микротвердость на шлифах в плоскости I—I определяли по линиям, перпендикулярным передней грани зуба и отстоящим друг от друга на расстоянии  $\approx 1$  мм, а на

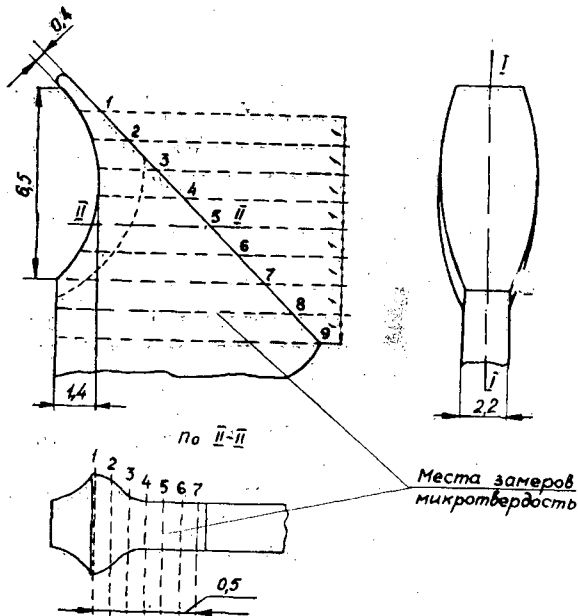


Рис. 1. Схема изготовления микрошлифов и измерения микротвердости в плющенных зубьях.

шлифах в плоскости II—II — по линиям, параллельным передней грани зуба (см. рис. 1).

Расстояние между отдельными отпечатками пирамиды составляло 0,03—0,06 мм.

Результаты измерения микротвердости по указанным выше линиям у отдельных шлифов представлены на рис. 2 в виде графиков в координатах расстояние — микротвердость. Из графиков видно, что плющение приводит к значительному изменению микротвердости стали в расплющенной части зуба.

График на рис. 2, а показывает изменение микротвердости в продольном сечении зуба. Увеличение твердости происходит постепенно от

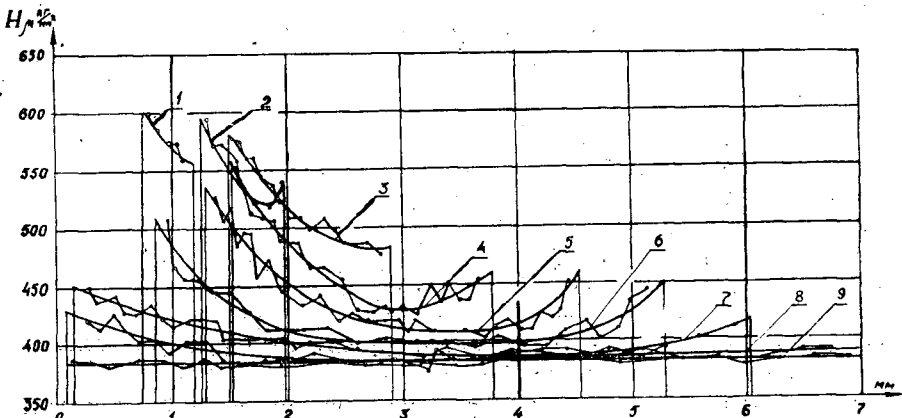


Рис. 2, а. Изменение микротвердости на шлифах, изготовленных из плющенных зубьев. В продольном сечении плющеного неформованного зуба.

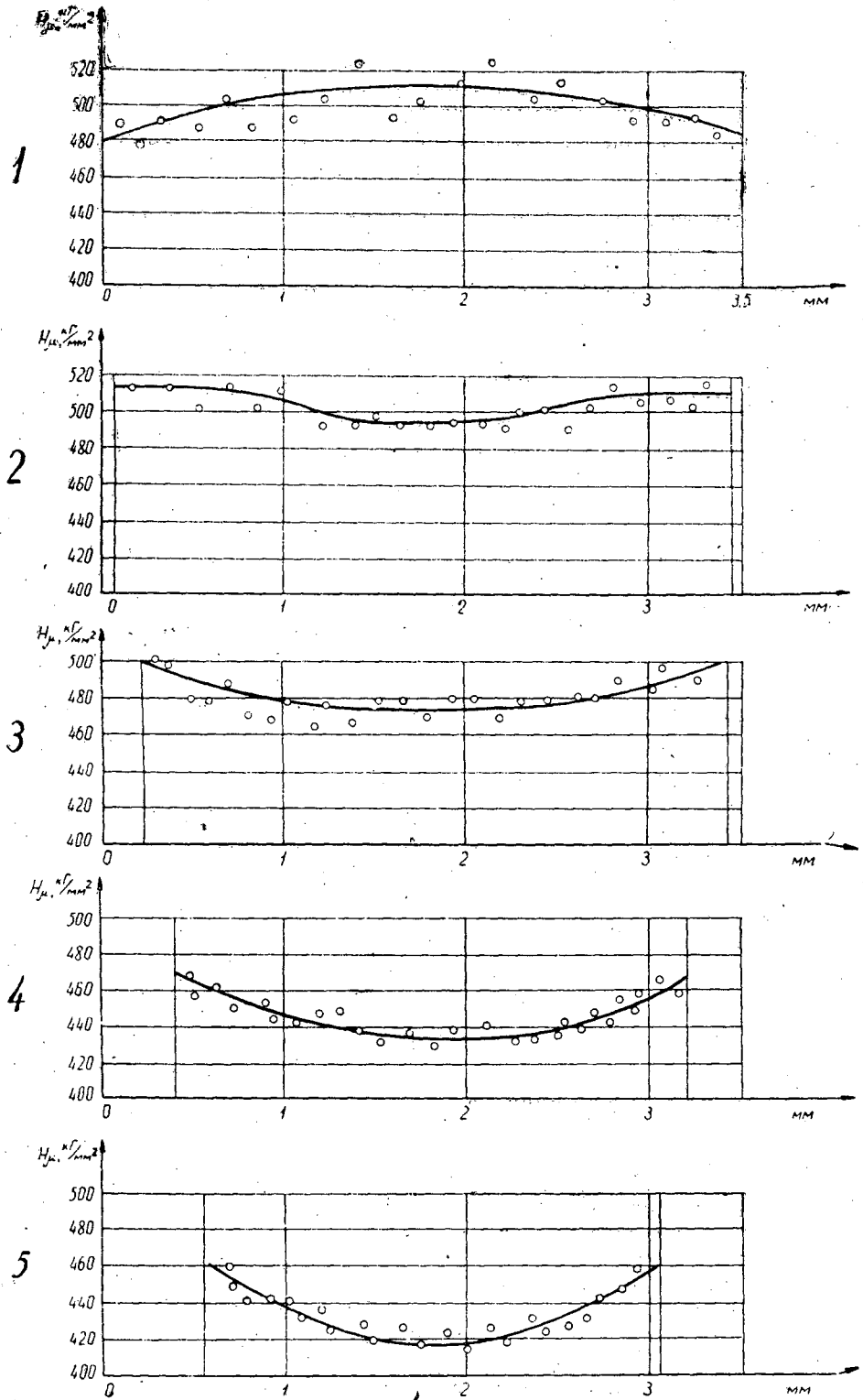


Рис. 2, в. Изменение микротвердости на шлифах, изготовленных из плющенных зубьев. В поперечном сечении плющеного и отформованного зуба.

недеформированной части зуба к вершине его. Микротвердость в кончике зуба, в наиболее деформированной его части, превышает  $600 \text{ кг/мм}^2$ , что, примерно, в 1,6 раза выше исходной твердости.

Если рассматривать изменение твердости по линиям измерения, то максимальные ее значения наблюдаются у передней и задней граней. При этом микротвердость в зоне контакта передней грани зуба с плющильным валиком выше микротвердости слоев металла, прилегающих к зоне контакта задней грани зуба с наковаленкой плющильной головки.

По изменению микротвердости в поперечном сечении плющеного зуба (рис. 2, б) можно заключить, что в общем случае микротвердость и, следовательно, суммарная деформация боковых слоев больше микротвердости и деформации средних слоев металла зуба.

Понижение твердости в вершинах сечения можно, по всей вероятности, объяснить образованием трещин в этих местах.

Судя по расположению изосклер, наибольшие скалывающие напряжения будут проходить в направлении линии  $a-a$  и  $b-b$  (рис. 2, б), то есть в местах наибольшей твердости.

Положение этих линий, по-видимому, не будет оставаться постоянным и зависит от степени деформации зуба при плющении. С увеличением плющения они смещаются к середине зуба. При чрезмерном плющении иногда наблюдается скалывание щечек зуба именно по плоскостям, параллельным линиям  $a-a$  и  $b-b$ .

Последующее формование плющеного зуба не приводит к заметному изменению микротвердости боковых слоев металла, а лишь несколько увеличивает микротвердость средних слоев, то есть приводит к выравниванию микротвердости по поперечному сечению зуба (рис. 2, в), причем вершины сечения с меньшей твердостью и с возможными трещинами смещаются в сторону передней грани и стачиваются впоследствии при заточке зуба.

Располагая данными изменения микротвердости в отдельных сечениях плющенных зубьев, мы могли построить изосклеры для этих сечений. На рис. 3 представлены изосклеры, построенные в продольном сечении зуба с интервалом через  $50 \text{ кг/мм}^2$ , а в поперечном — через  $20 \text{ кг/мм}^2$ .

Изосклеры дают наглядное представление об областях распределения пластической деформации в плющеном зубе, а по значению микротвердости можно судить о суммарной деформации в отдельных частях зуба.

В продольном сечении зуба в общем случае выявленный характер деформации несколько сходен с данными работы Д. С. Рожкова и др. о распределении деформации на боковых поверхностях зуба. Разница заключается в том, что деформирование металла происходит по всей части зуба, расположенной выше линии  $\delta$  (см. рис. 3, а), а не только в слоях металла, которые расположены в непосредственной близости к зоне контакта передней грани с плющильным валиком. Деформирование зуба происходит также и со стороны задней грани, но в меньшей степени, чем с передней.

В поперечном сечении плющеного зуба после формования наибольшая твердость, а следовательно и наибольшая деформация, наблюдается, помимо передней грани, на боковых отформованных плоскостях (рис. 3, в).

По-видимому, такое увеличение микротвердости в результате плющения в наружных слоях зуба будет благоприятно сказываться на износостойкости боковых режущих кромок передней грани зуба.



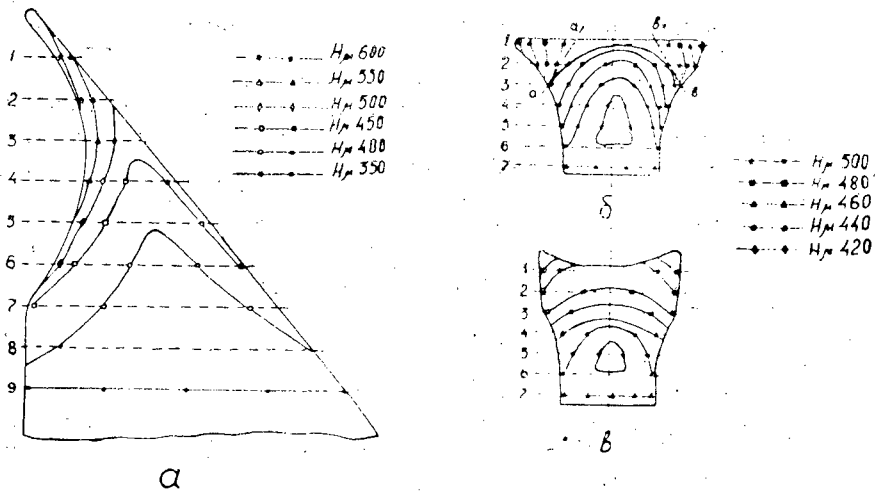


Рис. 3. Изосклеры в плющеном зубе.

а — в продольном сечении без формования; б — в поперечном сечении без формования;  
в — в поперечном сечении после формования.

Как известно, при пластическом деформировании металла образуется волокнистая структура, которая ориентируется в направлении деформации. Поэтому наряду с исследованием микротвердости, представляло интерес исследовать макростроение металла в расплющенной зоне зуба. Выявление структуры стали производили методом глубокого травления шлифов. Для этого по рекомендации Ф. И. Масленникова [4] был использован реактив следующего состава:  $\text{HCl} — 500 \text{ см}^3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 — 70 \text{ см}^3$ ,  $\text{H}_2\text{O} — 200 \text{ см}^3$ . Травление производили в горячем реактиве в течение 20 мин. Макрофотографии шлифов после травления при увеличении в 12 раз показаны на рис. 4.

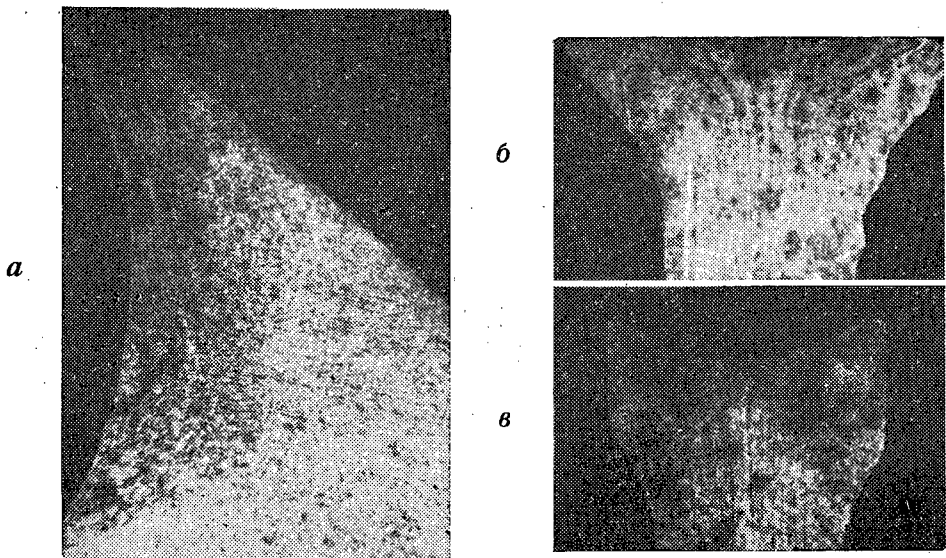


Рис. 4. Направление волокон стали в плющеном зубе.

а — в продольном сечении зуба; б — в поперечном сечении неформованного зуба;  
в — в поперечном сечении формованного зуба.

При рассмотрении фотографий можно хорошо проследить за характером перемещения слоев металла в кончике плющеного зуба.

При плющении волокна стали, ранее направленные вдоль полотна пилы, в зоне деформации меняют свое направление, к вершине зуба и ориентируются почти параллельно задней грани зуба (рис. 4, а).

В поперечном сечении зуба после плющения волокна расходятся веерообразно (рис. 4, б), а после формования в наружных слоях вновь сходятся и ориентируются параллельно боковым граням (рис. 4, в).

Измененное в результате плющения и формования направление волокон стали в вершине зуба является более благоприятным по сравнению с первоначальным направлением их и, по-видимому, будет оказывать положительное влияние на прочностные характеристики зуба.

Анализ проведенных исследований позволяет сделать следующие выводы:

1) процесс плющения приводит к значительному изменению микротвердости зубьев пил. В вершине плющеного зуба микротвердость повышается на 50—60% по сравнению с исходной твердостью материала пилы;

2) распределение деформации в плющеном и отформованном зубе происходит неравномерно. Наибольшая деформация наблюдается в вершине зуба, в зоне контакта передней грани зуба с плющильным валиком и на боковых отформованных поверхностях;

3) плющение и последующее формование приводят к благоприятному расположению волокон с точки зрения повышения механических свойств зубьев пил.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бершадский. Значение пил с плющеными зубьями для повышения производительности лесопильных рам. Гослесбумиздат, М., 1953. [2]. А. А. Бочвар. Металловедение. Металлургиздат, М.-Л., 1956. [3]. Б. Д. Грозин. Механические свойства закаленной стали. Машгиз, Москва-Киев, 1952. [4]. Ф. И. Масленников. Лабораторный практикум по металловедению. Машгиз, М., 1955. [5]. М. М. Хрущов, Е. С. Беркович. Микротвердость, определяемая методом вдавливания. Изд-во АН СССР, М., 1943. [6]. Е. М. Шевцов, Т. В. Лебедев. Влияние отдельных факторов при испытании на микротвердость. Журн. «Заводская лаборатория» № 7, 1950.

Поступила в редакцию  
6 октября 1962 г.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

**А. П. БЕРСЕНЕВ**

Кандидат технических наук

**Б. В. ВАСИЛЬЕВ**

**В. Я. ОНУЧИН**

Инженеры

(Свердловский НИИ по строительству АС и А СССР,  
Уральский политехнический институт)

В условиях интенсивного развития деревообрабатывающей промышленности становится актуальной задача разработки методов и приборов для быстрого и точного определения влажности древесины. Одним из таких методов является метод ядерного магнитного резонанса, которым, как известно, можно надежно, быстро и точно определить влажность ряда веществ биологического происхождения [1], [2], [3], [4].

Настоящая работа представляет собой описание попытки определения влажности древесины, позволяющей практически подойти к созданию отвечающего промышленным нуждам прибора.

Явление ядерного магнитного резонанса заключается в поглощении энергии электромагнитного поля соответствующей частоты ядрами атомов вещества, помещенного в магнитное поле. Для наблюдения этого явления исследуемое вещество помещают в радиочастотную катушку, создающую переменное поле  $h$ , а катушку, в свою очередь, помещают в постоянное поле  $H_0$ , перпендикулярное оси катушки. Определение влажности древесины этим методом основывается на различном поглощении электромагнитной энергии ядрами водорода (протонами), находящимися в молекулах сорбированной воды и в молекулах абсорбента (древесинного вещества) и на изучении формы линий поглощения этой энергии. Основной задачей количественного анализа влагосодержания является определение зависимости амплитуды сигнала поглощения от числа молекул сорбированной воды. Типичная кривая поглощения энергии ядрами водорода в чистой воде показана на рис. 1. Форма линии резонансного поглощения определяется внутренней структурой вещества, и в случае одного простого пика поглощения может быть охарактеризована шириной  $\Delta H$ , измеряемой либо на половине высоты, либо между точками максимального наклона, и значением амплитуды сигнала  $D$  в максимуме поглощения.

В твердых телах ядра водорода жестко фиксированы на месте по отношению к соседним ядрам и способны только на ограниченное движение. Вследствие этого каждое данное ядро будет находиться в магнитном поле, значительно отличающемся от приложенного, и резонанс-

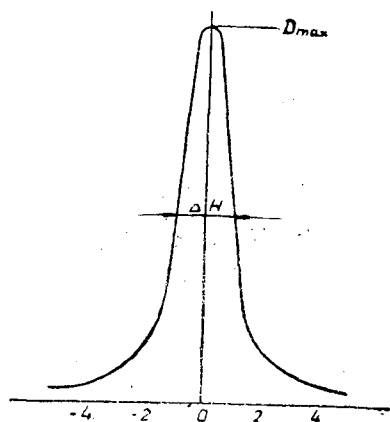


Рис. 1. Линия поглощения энергии электромагнитного поля протонами чистой воды.

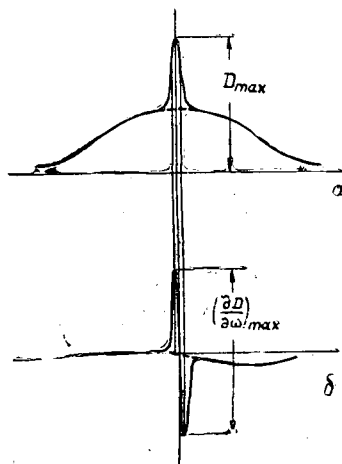


Рис. 2. Линия поглощения ядерного резонанса твердого тела, содержащего влагу  $a$ , и производная от линии поглощения твердого тела, содержащего влагу  $b$ .

ное поле будет размыто в широких пределах. Ширина линий для твердых тел поэтому оказывается сравнительно большой — порядка нескольких эрстед. В жидкости молекулы находятся в состоянии относительно сильного теплового движения, и напряженность магнитного поля будет усредняться за период прецессии. Ширина линии ядерного магнитного резонанса  $\Delta H$  для воды при комнатной температуре составляет тысячные доли эрстеда.

На рис. 2,  $a$  изображена кривая ядерного поглощения для протоно-содержащего твердого тела и сорбированной в нем воды. Эту кривую можно рассматривать как результат наложения двух линий, симметричных относительно поля  $H_0$ . Узкая линия обусловлена поглощением энергии электромагнитного поля ядрами водорода сорбированной воды, а широкая — протонами абсорбента.

Значительное различие этих линий по ширине и дает возможность производить точные измерения содержания влаги методом ядерного магнитного резонанса во многих протоносодержащих веществах, в том числе и в древесине. Второй величиной, характеризующей линию резонанса, является амплитуда сигнала  $D$  в максимуме поглощения. Для быстрой интерпретации экспериментальных результатов при определении влажности удобно наблюдать не сигнал поглощения, а производную от этого сигнала или, вернее, максимальные значения этой производной, которые определяют по формуле

$$\left(\frac{\partial D}{\partial \omega}\right)_{\max} \sim \chi_0 \xi \left[\frac{\partial g(\omega)}{\partial \omega}\right]_{\max}, \quad (1)$$

где  $\chi_0$  — статическая магнитная восприимчивость;

$\xi$  — фактор заполнения катушки (отношение энергии электромагнитного поля, сосредоточенной в объеме образца, к энергии электромагнитного поля всей катушки, в которой находится образец);

$g(\omega)$  — функция, определяющая форму линии поглощения.

На рис. 2,  $b$  изображен вид этой производной. Как видно из рисунка, влияние ядер водорода, содержащихся в молекулах твердого тела,

на величину  $\frac{\partial D}{\partial \omega}$  из-за малой ширины линии поглощения воды проявляется значительно слабее, чем на величину  $D$ . Фактор заполнения  $\xi$  пропорционален объему, занимаемому образцом, то есть отношению  $\frac{m}{\rho}$ , где  $m$  и  $\rho$  — соответственно масса и плотность образца. Следовательно, выражение (1) можно переписать в следующем виде

$$\frac{\left(\frac{\partial D}{\partial \omega}\right)_{\max}}{m} \sim \frac{\chi_0}{4\rho} \omega_0 \left[\frac{\partial g(\omega)}{\partial \omega}\right]_{\max}, \quad (2)$$

где  $\omega_0$  — частота в центре резонанса.

Из соотношения (2) видно, что  $\left(\frac{\partial D}{\partial \omega}\right)_{\max}$  линейно зависит от массы образца и может служить критерием содержания влаги в образце.

Наблюдение сигнала ядерного магнитного резонанса производят с помощью радиочастотного спектрометра, блок-схема которого показана на рис. 3. Спектрометр состоит из постоянного магнита  $M$ , создающего магнитное поле  $H_0$  напряженностью порядка 2500 эрстед, и радиосхемы контроля и записи. Радиочастотная катушка  $PK$ , в которой помещается образец, питается током фиксированной частоты от сигнал-генератора  $СГ$ . Магнитное поле в зазоре модулируется с помощью катушек  $K_1$  и  $K_2$ , намотанных на полюса магнита. Сигнал поглощения усиливается и записывается в виде производной кривой поглощения ядерного магнитного резонанса.

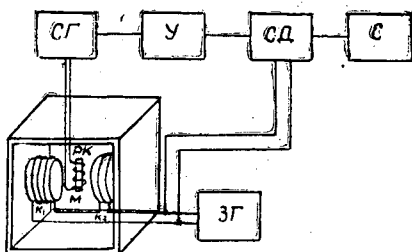


Рис. 3. Блок-схема спектрометра.

$M$  — постоянный магнит;  $PK$  — радиочастотная катушка, содержащая образец;  $K_1$  и  $K_2$  — модуляционные катушки;  $ЗГ$  — генератор звуковой;  $СГ$  — сигнал-генератор;  $У$  — усилитель;  $СД$  — синхронный детектор;  $С$  — записывающий прибор.

С помощью описанной установки исследовали возможность определения влажности древесины березы и березовых опилок. Эксперименты показали, что величина

$\frac{\left(\frac{\partial D}{\partial \omega}\right)_{\max}}{m}$  для этих материалов при постоянной влажности зависит от массы взятого образца в пределах до 0,2 г (рис. 4). При дальнейшем увеличении его массы отношение  $\frac{\left(\frac{\partial D}{\partial \omega}\right)_{\max}}{m}$  при постоянной влажности остается постоянным, что позволяет производить определение влажности древесины на образцах, масса которых превышает 0,2 г.

В наших экспериментах максимальная масса не превышала 0,3 г (в абс. сухом состоянии), так как при большей величине ее

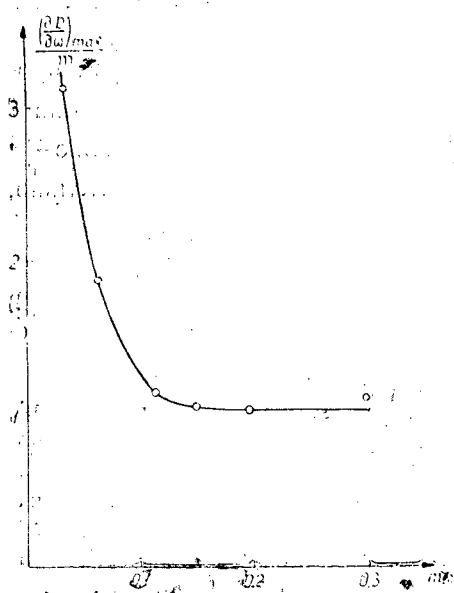


Рис. 4. Зависимость величины  $\frac{(\partial D)}{\partial \omega} \max$  от массы.

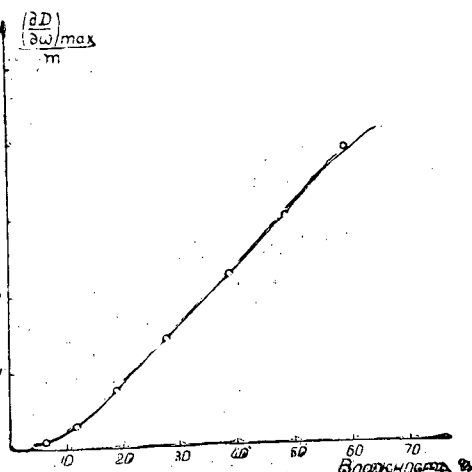


Рис. 5. Зависимость величины  $\frac{(\partial D)}{\partial \omega} \max$  от влажности.

объем образца был бы близок к объему радиочастотной катушки ( $d=10$  мм,  $l=40$  мм) и линейность показаний прибора от влажности была бы нарушена. При таком оптимальном выборе размеров образцов показания прибора линейно зависят от влажности образцов. Зависимость величины  $\frac{(\partial D)}{\partial \omega} \max$  от влажности для березовых образцов ( $d=6$  мм и  $l=25$  мм) показана на рис. 5.

При использовании образцов определенной постоянной формы возможно исключение взвешивания из методики определения влажности, так как в этом случае фактор заполнения катушки остается постоянным, и сигнал ядерного магнитного резонанса для данной неизменной формы образцов является однозначной функцией влажности.

Шоу и Эльскен [1] установили, что линейная зависимость между амплитудой сигнала и содержанием воды для древесины, яблока и картофеля определяется при изменении содержания влаги примерно от 10 до 80%.

В заключение необходимо отметить, что после небольших усовершенствований конструкции описанной экспериментальной установки может быть создан прибор, который позволит быстро и точно производить определение влажности древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Shaw and R. H. Elsken. J. «Chem. Phys.», 18, 1113, 1950. [2]. Т. М. Shaw and R. H. Elsken. J. «Chem. Phys.», 21, 565, 1953. [3]. Т. М. Shaw, R. H. Elsken and C. H. Kunsman Phys. Rev., 85, 708 A, 1952. [4]. Т. М. Shaw and R. H. Elsken. J. App. L. Phys., 26, 313, 1955.

Поступила в редакцию  
28 декабря 1961 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ТРАНСПОРТАБЕЛЬНАЯ СУШИЛКА ПЕРИОДИЧЕСКОГО  
ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЩЕПЫ

А. К. СЛАВЯНСКИЙ

Профессор

(Ленинградская лесотехническая академия)

При проектировании и изготовлении транспортабельного энергохимического агрегата\* было найдено целесообразным использовать дымовые газы от топок реторты и парового котла для предварительной подсушки щепы. Сначала остановились на типовой барабанной сушилке с емкостью барабана 8 м<sup>3</sup> для удаления в час 300—320 кг влаги (от начальной относительной влажности щепы 50% до конечной порядка 30%). В дальнейшем от этой сушилки пришлось отказаться из-за большого расхода металла, превышающего 12 т, так как сама идея транспортабельного серийного выпуска агрегата заставляла стремиться к минимальному весу его оборудования. Кроме того, при периодическом характере реторты сушилка требовалась тоже периодическая, чтобы избежать громадных промежуточных емкостей для хранения щепы. Поскольку обычные сушилки периодического действия с решетчатыми или полочными вагонетками были малоподходящими для щепы, то решено было сделать специальную сушилку с горизонтальным неподвижным слоем щепы, продуваемым дымовыми газами в разных направлениях, чтобы избежать неравномерной сушки. Загрузочная емкость сушилки соответствовала емкости реторты. Ниже приводится описание конструкции и результаты испытаний такой сушилки\*\*. Схематический чертеж сушилки дан на рис. 1. Сушилка состоит из двух горизонтальных камер 1 и 2, в которые закатывают по рельсам 3 вагонетки, представляющие собой платформы 4 шириной 1 м и длиной 4 м, изготовленные в виде жалюзи. Платформа имеет с задней стороны стенку из сетки 5, натянутую на каркас из уголков.

Процесс работы на сушилке проходит следующим образом: транспортер подает щепу в загрузочную воронку 6, откуда переключением заслонки 7 она может быть направлена в левую или правую камеру сушилки. Распределение щепы вдоль камеры проводится пневматически с помощью дымовых газов, которые с большой скоростью вдвываются через трубы 8, 9 в верхнюю часть сушилки и сдувают щепу, высыпаящуюся из загрузочной воронки на полку, расположенную перед трубами. Если при этом открыть наружные двери сушилки 10 и оста-

\* Журн. «Лесная промышленность» № 6, 1958 г.

\*\* В испытаниях и строительстве сушилки принимали участие научные сотрудники ЛТА А. И. Киприанов, Д. Д. Хрипач и инженеры Лодейнопольского леспромпхоза.

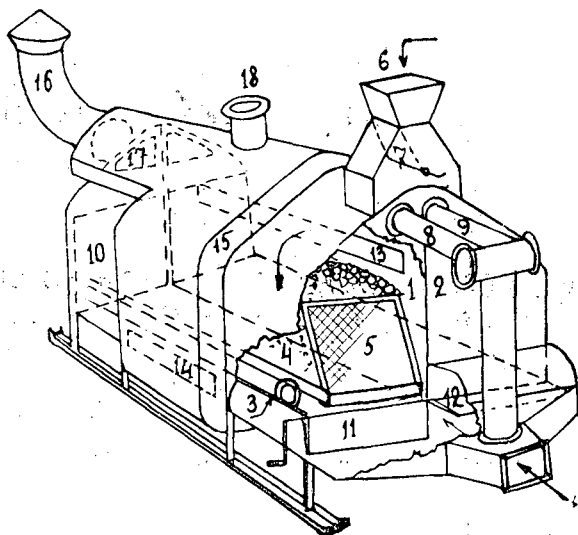


Рис. 1.

вить закрытыми внутренние, изготовленные в виде редкой сетки, то пневмозагрузка будет сопровождаться отдуванием, от щепы пыли, которая летит через сетку наружу. Щепка равномерно распределяется между стенками камеры и ложится слоем толщиной около 0,7 м на платформу-вагонетку. После загрузки обеих камер щепой двери сушилки и загрузочную воронку закрывают и дымовые газы переключают под низ одной из камер сушилки. Заслонки 11 и 12 позволяют направлять поток газов вниз под платформу (при горизонтальном положении заслонки) или вверх над вагонеткой (при вертикальном положении).

На рис. 1 стрелками указано направление, по которому вдувают дымовые газы: сначала под платформу камеры 2, откуда, пронизывая снизу вверх слой щепы, лежащей на платформе, переходят из камеры 2 в камеру 1 через окно 13. Далее, пронизывая сверху вниз щепу в камере 1, дымовые газы уходят через окно 14 и канал 15 в дымовую трубу 16 наружу. Для равномерности сушки щепы дымовые газы через некоторое время переключают, пропуская через слой щепы сверху вниз в камеру 2, потом в камеру 1, но в обратном направлении. При этом заслонку 12 опускают вертикально и поток газов продувают через щепу в камере 2 сверху вниз, далее газы переходят через боковое окно внизу сушилки, аналогичное окну 14, в обводной канал под днищем сушилки, из него через окно 14 под низ платформы в камере 1 и, пройдя снизу вверх щепу, уходят в дымовую трубу через окно 17. Для рециркуляции отходящие дымовые газы можно возвратить к дымососу через патрубок 18. Щепка в камере 2 высыхает быстрее, поэтому после разгрузки камеру загружают сырой щепой, а дымовые газы переключают так, чтобы они сначала омывали щепу в камере 1, потом в камере 2, пропуская газы через щепу то снизу вверх, то сверху вниз. Выгрузку щепы из сушилки производили из камеры с помощью ручной лебедки и платформы, задняя стенка которой выдвигала весь слой щепы. Последняя рассыпалась по сторонам платформы сразу по выходе из сушилки и попадала на проходящий под дверцами камер ленточный транспортер.

Таким образом, в отличие от барабанных, шнековых и других типов сушилок, где щепу для равномерности сушки перемешивают, в нашей



сушилке это достигается изменением направления дымовых газов, понижающих неподвижный слой щепы. Периодичность действия сушилки позволяет использовать ее как наземный бункер. Емкость сушилки равна  $6 \text{ м}^3$  щепы в насыпном виде. Расход металла на изготовление сушилки снижен до  $3,8 \text{ Т}$ . В процессе налаживания работы сушилки проводили холодные и горячие испытания\*.

Загрузка сушилки с помощью ленточного транспортера и пневматического разбрасывателя была произведена в течение  $1,5\text{--}2 \text{ мин}$ , при расходе воздуха около  $12 \text{ тыс. м}^3$  в час. Плотность укладки хвойной сырой щепы при этом была равна  $297 \text{ кг/м}^3$ . При обычной засыпке щепы плотность равнялась  $285 \text{ кг/м}^3$ . Отсев мелкой щепы был равен примерно  $0,5\%$  общего количества щепы.

При горячих испытаниях проверяли степень высушивания щепы и расход тепла на сушку. Приводим результаты двух опытов.

В первом опыте дымовые газы пропускали в течение  $2 \text{ час}$  через первую камеру и далее через вторую камеру в течение  $1,5 \text{ час}$ . Температура дымовых газов перед входом (с некоторыми колебаниями) постепенно повышалась от  $60$  до  $120^\circ \text{С}$ . Температура газов, отходящих из сушилки, соответственно повышалась от  $40$  до  $80^\circ$ . Количество выпускаемых дымовых газов колебалось от  $4500 \text{ м}^3/\text{час}$  до  $8000 \text{ м}^3/\text{час}$ . В первую камеру было загружено  $2,7 \text{ м}^3$  щепы с относительной влажностью  $44,5\%$ , весом  $607 \text{ кг}$ . Влажность щепы после сушки оказалась равной  $23,5\%$ . Влажность щепы из второй камеры была равна  $26\%$ . В обеих камерах был удален  $271 \text{ кг}$  влаги. После определения по сделанным замерам расхода тепла оказалось, что на  $1 \text{ кг}$  испаренной влаги затрачено  $1077 \text{ кал}$  и к.п.д. сушки равен  $0,52$ .

Во втором опыте в каждую камеру загружали по  $3 \text{ м}^3$  хвойной щепы весом  $624 \text{ кг}$  с относительной влажностью  $45,6\%$ . Температура газов до сушила колебалась в пределах  $110\text{--}130^\circ \text{С}$ , после сушила  $60\text{--}80^\circ$ . При этом газы продували в первую очередь через вторую камеру в течение двух часов, после этого через первую камеру также в течение двух часов и дополнительно через нее же еще два часа.

Влажность щепы после опыта оказалась во второй камере после двух часов равной  $22\%$ , а в первой камере после дополнительных двух часов —  $19\%$ . Расход тепла на  $1 \text{ кг}$  испаренной влаги равнялся  $1260 \text{ кал/кг}$  и к.п.д. сушки —  $0,44$ . Первый опыт проводили с частичной рециркуляцией газов. Относительная влажность (степень насыщения) отходящих дымовых газов (определенная психрометром) не снижалась ниже  $0,5$ , а во втором опыте насыщение газов колебалось около  $0,3$ , поскольку сушку проводили без рециркуляции газов.

При пропускании газов через одну камеру их насыщение снизилось до  $0,2$ . Дымовые газы, подаваемые в сушилку, пропускали предварительно через искроуловитель. При температуре газов не выше  $130^\circ$  загорания щепы (при работе искроуловителя) не наблюдалось, несмотря на то что содержание кислорода в дымовых газах доходило до  $15\%$ .

Средние пробы щепы отбирали при загрузке с транспортера через каждые  $30 \text{ сек}$  с последующим перемешиванием пробы и отборе от нее четвертой части. Отбор высушенной щепы производили из разных мест сушилки. Влажность определяли обычным образом по Дину и Старку.

\* Отчет НИСа ЛТА по теме 601, 1956.

## ПОЛУЧЕНИЕ ФУРФУРОЛЬНО-АЦЕТОНОВОГО МОНОМЕРА ИЗ СЛАБЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ФУРФУРОЛА

Г. К. УТКИН

Аспирант

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Одним из способов промышленного получения фурфурола является выделение его из конденсатов паров самоиспарения гидролизата путем многократного укрепления слабых водных растворов с концентрацией фурфурола 0,25—0,4% [6]. Расход пара на процесс выделения фурфурола в зависимости от принятой технологической схемы составляет 50—90 T на 1 T товарного фурфурола. Это, в основном, и определяет экономику фурфурольного производства на базе использования паров самоиспарения гидролизата [4]. Поэтому экономически более выгодно получать сразу производные фурфурола, минуя процесс выделения фурфурола в чистом виде. С этой целью был выполнен ряд исследований для получения некоторых производных фурфурола из его водных растворов, например: фурфурамида — продукта конденсации фурфурола с углекислым аммонием, фурфуралазина — продукта взаимодействия фурфурола с солянокислым гидразином — и других химических продуктов [5], [8]. В Московском институте пластмасс был разработан способ получения фурфурольно-ацетонowego мономера на основе чистого фурфурола [1]. Было высказано предположение, что фурфурольно-ацетонový мономер можно получать из слабых водных растворов фурфурола. Однако работ в этом направлении не проводили и описанные методы получения фурфурольно-ацетонowego мономера [3], [10] основаны на использовании чистого фурфурола.

Процесс конденсации фурфурола с ацетоном в слабых водных растворах мы проводили по методу получения мономера из чистого фурфурола; предложенному НИИ пластических масс. Реакция протекала в щелочной среде при соотношении исходных продуктов — 1 моль на 1 моль. Катализатором являлся 20%-ный NaOH. Расход NaOH составлял 5% к весу исходного фурфурола. После окончания реакции конденсации мономер декантировали и подкисляли 50%-ной серной кислотой.

Опыты проводили параллельно на чистых водных растворах фурфурола и на производственных конденсатах паров самоиспарения гидролизата, полученных путем частичного укрепления решоферных конденсатов на опытной колонне «неполной» ректификации. Содержание

фурфурола в растворе определяли весовым методом с барбитуровой кислотой.

В результате исследований установлено, что в чистых растворах при постоянной температуре 20°С и продолжительности конденсации 16 час достигается сравнительно высокий выход мономера при концентрации фурфурола 3,5%, и дальнейшее увеличение концентрации не влияет существенно на выход мономера. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация фурфурола в исходном растворе, %	Выход мономера, % от теоретически возможного	Прореагировало фурфурола, % от исходного	Остаточная концентрация фурфурола
0,5	—	22,6	0,387
1,0	следы	39,6	0,604
1,5	36,4	52,5	0,712
2,5	54,6	66,4	0,84
3,5	77,4	73,7	0,92
5,0	79,7	79,0	1,05
7,0	83,3	83,7	1,138

С понижением концентрации фурфурола ниже 3% выход мономера резко снижается и при концентрации ниже 1% выпадения мономера не происходит. Этим и обуславливается наличие в реакционной среде непрореагировавших исходных продуктов — фурфурола и ацетона. Обычно при начальной концентрации фурфурола в растворе 2,5—5,0% остаточная его концентрация составляет 0,84—1,05%. С повышением концентрации фурфурола в растворе степень его использования увеличивается. Поэтому вести процесс конденсации при концентрации фурфурола ниже 4% нецелесообразно. Изменение количества ацетона на 10—12% против расчетного в сторону увеличения или уменьшения почти не влияет на выход продукта.

В производственных растворах (табл. 2) для реакции образования мономера требуется концентрация фурфурола несколько выше, чем в чистых растворах. Так, при концентрации фурфурола 3,5% и времени конденсации 16 час выход мономера получен на 20% ниже, чем в случае взаимодействия фурфурола в чистых растворах, а при концентрации фурфурола 1,5% мономер выпадает в виде следов.

Таблица 2

Концентрация фурфурола в исходном растворе, %	Выход мономера, % от теоретически возможного	Прореагировало фурфурола, % от исходного	Остаточная концентрация фурфурола
1,0	—	19,0	0,81
1,5	следы	29,4	1,06
2,5	35,8	51,2	1,22
3,5	57,35	66,5	1,17
5,0	76,4	76,2	1,19
7,0	81,25	83,4	1,16

При концентрации фурфурола 5% и выше выход мономера приближается к выходу, полученному на чистых растворах.

При изучении скорости конденсации фурфурола с ацетоном на чистых растворах фурфурола (здесь и далее концентрацию фурфурола

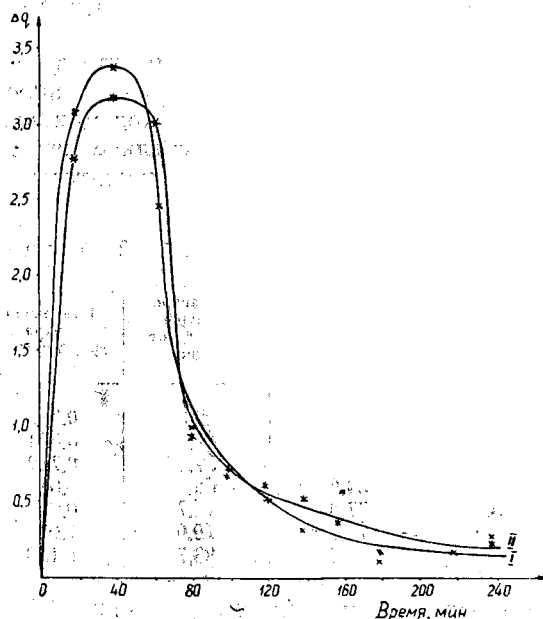


Рис. 1. Образование мономера за равные промежутки времени от начала процесса в минутах.

I — чистый водный раствор фурфурола; II — укрепленный конденсат паров самоиспарения гидролизата.

принимали постоянной — 5%) нами показано, что реакция в основном проходит за 8 час. Скорость образования мономера в зависимости от продолжительности реакции конденсации графически показана на рис. 1.

Максимальная скорость образования мономера при температуре 50°, как это можно видеть из графика (рис. 1), наступает уже к сорока минутам и после двух часов смолообразование идет в незначительных количествах.

За первые 20 мин взаимодействия фурфурола с ацетоном смесь приобретает желто-лимонный цвет, но выпадения мономера не происходит; последний выпал только после нейтрализации и подкисления среды. Добавление к среде серной кислоты в количестве 8—10% от исходного фурфурола приводит к быстрому выпадению мономера из раствора и его уплотнению. Практически выпадение мономера заканчивается через 50—60 мин после нейтрализации NaOH. Через 40—60 мин от начала реакции имело место выпадение мономера в виде отдельных капель. После 70 мин реакции появилось чуть заметное расслоение верхней части жидкости от суспензии, уплотнение суспензии и незначительное выпадение мономера. К этому же времени остаточная концентрация фурфурола в реакционной среде составляла 0,8%, то есть в реакцию вступало 84% фурфурола от общего его количества. Это указывает на нецелесообразность увеличения продолжительности реакции конденсации свыше 8—10 час. Достаточно подкислить при перемешивании среду до pH = 2—3 и выдержать при этом pH содержимое в течение одного часа, чтобы получить выход продукта, равный выходу при продолжительности реакции конденсации 16 час и даже более. Несколько медленнее, чем в чистых растворах, протекает конденсация

фурфурола с ацетоном в производственных растворах, но и в этих условиях она заканчивается через 12 час.

Реакция конденсации в слабых водных растворах с чистым фурфуролом удовлетворительно протекает при 20° С. По данным В. Козина [3] и И. К. Черемухина [10], оптимальная температура получения мономера из чистого фурфурола равна 35—45° С. В других работах [9] указывалось, что реакция конденсации фурфурола с ацетоном идет лучше и полней при температуре 40—50°. Нами показано (табл. 3), что лучший выход мономера в слабых водных растворах имеет место при температуре 50° С.

Таблица 3

Продолжительность реакции, час	Выход мономера при температуре			
	20°	40°	50°	60°
4	77,10	79,50	79,18	80,35
6	77,21	79,42	79,95	80,61
8	78,60	79,49	81,49	80,75
12	78,91	79,24	81,75	80,72
16	78,96	80,08	81,50	80,78

В производственных растворах выход мономера сильно зависит от температуры реакции. Органические соединения, входящие в состав конденсата паров самоиспарения гидролизата, представляющие продукты термического разложения древесины, а также соли железа, образовавшиеся вследствие коррозии стальных трубопроводов и перешедшие в раствор, дают, по всей вероятности, сложные комплексные соединения, способные замедлить процесс взаимодействия фурфурола с ацетоном. С повышением температуры комплексы разрушаются и скорость образования мономера увеличивается. При продолжительности реакции конденсации 8 час и температуре реакции 20° выход мономера, как это видно из табл. 4, составляет всего 31,88%, или на 59% ниже выхода, полученного при этих же условиях на чистом фурфуроле.

Таблица 4

Продолжительность реакции, час	Выход мономера при температуре			
	20°	40°	50°	60°
4	17,11	38,38	54,90	62,49
6	26,28	56,56	64,32	64,12
8	31,88	65,11	72,68	66,74
12	30,71	68,41	77,65	76,27
16	43,35	71,60	74,91	75,16

С повышением температуры скорость реакции значительно возрастает и максимальный выход (77,65%), получен также при температуре 50° и продолжительности конденсации 12 час. При таком выходе значительная часть фурфурола (до 13—15%) остается в надсмольной жидкости. Не используется примерно такое же количество ацетона. Изучение условий получения мономера показало, что на результаты реакции влияет ряд факторов: начальная концентрация фурфурола в растворе, температура, pH среды, ее состав, соотношение количеств ацетона и фурфурола и т. д.

Проведение реакции конденсации при избытке фурфурола дает значительные потери фурфурола, так как выделить его из надсмольной жидкости довольно сложно. Кроме того, реакция протекает в на-

правлении образования дифурфурилиденацетона, а не фурфурилиденацетона [7]. Выделение и укрепление ацетона из водных растворов технически вполне возможно, но при взаимодействии фурфуурола в избытке ацетона одновременно с образованием фурфурилиденацетона получается и фурфурилидендиацетон [2], что несколько ухудшает экономические показатели производства мономера.

Выше отмечалось, что конденсация фурфуурола с ацетоном в начале реакции протекает более энергично. Это обуславливается максимальной концентрацией исходных веществ, а также гомогенностью среды. По мере взаимодействия фурфуурола с ацетоном количество мономера увеличивается, но выпадания его не происходит. На определенной стадии реакции, вследствие образования суспензии, скорость реакции замедляется. Для более полного завершения реакции конденсации необходимо ускорить процесс коагуляции молекул мономера, что может быть достигнуто путем изменения pH среды. Известно, что катализаторы, применяемые в процессах конденсации, могут ускорять процесс коагуляции, но могут оказывать и обратное действие. В частности, едкие щелочи относятся к тем катализаторам, которые задерживают коагуляцию частиц смолы.

С этой целью была проведена серия опытов с последовательной конденсацией в две стадии, при которой выпадание молекул мономера ускорялось путем резкого изменения pH среды с 11 до 3. После внесения 50%-ной серной кислоты в количестве 10% от исходного фурфуурола происходила быстрая коагуляция мономера, реакционная смесь через 30 мин становилась прозрачной, слабо желто-зеленого цвета. Затем серную кислоту количественно нейтрализовали 20%-ной NaOH. Раствор NaOH вводили в реакционную смесь с избытком, из расчета 2,5% от первоначально взятого фурфуурола. Продолжительность первой стадии конденсации принимали постоянной, а продолжительность второй стадии — переменной, начиная от одного часа и кончая 16 час. Скорость реакции конденсации изменяется во времени, особенно в течение первых двух часов. Поэтому лучший выход мономера был определен при различной продолжительности первой стадии: 1 час, 2 часа и 4 часа. Результаты опытов с последовательной конденсацией фурфуурола с ацетоном в две стадии представлены в табл. 5.

Таблица 5

Продолжительность второй стадии конденсации	Выход мономера при продолжительности первой стадии конденсации		
	1 час	2 час	4 час
1	69,21	78,66	—
2	80,99	80,51	81,31
4	84,33	82,84	81,08
6	85,43	81,29	81,75
8	85,83	82,56	83,42
12	86,99	84,87	83,59
16	86,98	84,03	84,06

Из данных табл. 4 и 5 видно, что при конденсации в две стадии получен выход мономера 86,99% от теоретически возможного; при конденсации же в одну стадию получить выход мономера выше 77,65% не удалось.

Сравнивая выход мономера при одинаковой продолжительности второй стадии, мы видим, что выход мономера при продолжительности первой стадии в один час получается выше, чем при двух- или четы-

рехчасовой конденсации. Объясняется это тем, что при осаждении мономера после одночасовой конденсации концентрация фурфурола и ацетона в растворе остается несколько выше, чем при осаждении после 2—4 час реакции.

### Выводы

Показано, что при последовательной конденсации фурфурола с ацетоном в слабых водных растворах в щелочной среде получен выход мономера 87% от теоретически возможного.

2. Лучшими условиями получения фурфурольно-ацетонового мономера из конденсатов паров самоиспарения гидролизата являются:

- а) концентрация фурфурола в исходном растворе не ниже 4,5%;
- б) температура реакции — 50°С;
- в) соотношение фурфурола с ацетоном моль на моль;
- г) продолжительность процесса конденсации первой стадии 1 час, второй стадии — 12 час. Потребное время для осаждения и уплотнения мономера — 1,25 час.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Информационный бюллетень НИИПМ. М., 1958. [2]. И. В. Каменский, В. И. Итинский, Ю. Н. Корзенев. Термостойкие смолы и пластики на основе продуктов взаимодействия фурфурола с веществами, содержащими кетогруппу. Химия и химическая технология, т. II, 1959. [3]. В. Козин. Производство фурфурольно-ацетонового мономера. Вестник технической и экономической информации № 6, 1960. [4]. А. И. Козлов, М. С. Вакаева, И. И. Горшков. Резервы повышения экономической эффективности гидролизного производства. ЦБТИ, 1958. [5]. Н. П. Мельников, К. А. Травина. Получение фурфурамида из фурфуролсодержащих конденсатов. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1958. [6]. Н. П. Мельников, Ю. А. Цирлин. Производство фурфурола на гидролизных заводах и специализированных установках. ЦБТИ, 1960. [7]. Е. К. Никитин. О скорости реакции фурфурола с ацетоном и применение ее для определения фурфурола. ЖОХ, т. VI, вып. 9, 1936. [8]. С. А. Тебинов. Синтез фурфуралазина. ЖОХ, т. VI, вып. 4, 1936. [9]. В. В. Челинцев, Е. К. Никитин. Конденсация фурановых соединений. ЖОХ, т. II, вып. 3, 1932. [10]. И. К. Черемухин. Получение фурилового спирта и фурфурольно-ацетоновой смолы на Ферганском гидролизном заводе. Материалы III Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих производств, Москва-Киев, 1960.

Поступила в редакцию  
12 октября 1962 г.

## ДИФфуЗИЯ КАНИФОЛИ В БЕНЗИНОВЫХ РАСТВОРАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В КАПИЛЛЯРАХ ДРЕВЕСИНЫ

Сообщение 3

МЕСТО ДИФфуЗИИ В КАПИЛЛЯРАХ В ОБЩЕМ ПРОЦЕССЕ  
ЭКСТРАКЦИИ КАНИФОЛИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

*Л. В. МЕНЬШИКОВА, З. С. КАЛУГИНА, И. П. СИДОРОВСКАЯ,  
Н. А. АНДРИАНОВ*

Научные сотрудники

(Институт леса и лесохимии Государственного Комитета Совета Министров РСФСР  
по координации научно-исследовательских работ)

*С. Я. КОРОТОВ*

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

В первом сообщении [2] нами было высказано предположение, что процесс диффузии канифоли в бензиновых растворах, находящихся в капиллярах древесины, описывается двумя уравнениями

$$dG = D_n \frac{C_t - C}{l} F d\tau$$

и

$$Pr' = f(Eu').$$

Экспериментальное подтверждение этого предположения опубликовано во втором сообщении [4], причем оказалось, что явная форма второго уравнения имеет весьма простой вид, а именно:

$$Pr' = A (Eu') + B.$$

Коэффициенты  $A$  и  $B$  имеют в разных областях значения  $Eu'$  различные величины. Для отдельных опытов таких областей насчитывали до четырех.

Если скорость сложного процесса экстракции канифоли из древесины определяется скоростью молекулярной диффузии канифоли в капиллярах, заполненных раствором, к поверхности щечок, то такой сложный процесс также описывается двумя указанными уравнениями. Однако процесс в первой своей стадии — пропитке [3] — будет осложнен тем, что не все поры будут заполнены раствором, следовательно не во всех порах будет идти процесс диффузии.

Для проверки указанных соображений была предпринята экспериментальная работа.



## Методика исследования

В качестве сырья был использован пневый осмол, описанный в сообщении втором под условным обозначением Б. Щепу из осмола готовили по прежней методике трех различных размеров по длине волокна, а именно — 5, 10 и 15 мм. Торцовая поверхность во всех случаях имела размеры  $4 \times 4$  мм и  $4 \times 3$  мм.

Средние пробы приготовленной щепы анализировали по известным методикам [1], [5] на содержание влаги, канифоли и летучих веществ. Результаты анализов приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Наименование анализируемого образца щепы	Влажность, %	Содержание канифоли, %		Содержание летучих в абс. сухом образце, %	Удельный вес летучих, Г/см <sup>3</sup>
		в абс. сухом образце	в абс. сухом и обессмоленном образце		
Б-5 мм	4,43	27,19	38,84	2,81	0,8915
Б-10 "	4,28	26,10	37,49	4,22	0,8917
Б-15 "	4,43	23,46	32,28	3,86	0,8912

Проанализированную щепу помещали на хранение в плотно закрытые банки.

Опыты по экстракции проводили в трехгорлой колбе параболической формы емкостью 0,5 л, снабженной термометром, обратным холодильником и мешалкой пропеллерного типа. Мешалка была изолирована от экстрагируемой щепы посредством полого металлического цилиндра, вставляемого внутрь колбы. Циркуляция экстрагента осуществлялась через отверстия на боковой поверхности цилиндра. Опыты проводили по следующей методике: навеску щепы (70 г) загружали в колбу равномерным слоем (в 5—7 см). Затем колбу помещали в водяную баню с температурой, соответствующей температуре проводимого опыта, включали мешалку и в колбу заливали 420 мл бензина, температуру которого предварительно доводили до температуры опыта. На протяжении всего опыта через определенные промежутки времени из реакционной колбы отбирали пробы мисцеллы в количестве 10 мл; первые четыре пробы через каждые 15 мин, две последующие — через 30 мин и остальные через 60 мин. Содержание канифоли в пробах определяли путем титрования 0,1н спиртовым раствором КОН в присутствии фенолфталеина. После отбора каждой пробы производили компенсацию канифоли и бензина, отбираемых с пробами, введением в реакционную колбу точно рассчитанного количества мисцеллы (определенной концентрации) и бензина. Большое количество проб, отбираемых по ходу опыта, давало возможность проследить кинетику извлечения смолистых веществ из древесины.

В качестве экстрагента использовали бензин марки БР-2.

Опыты по экстракции смолистых веществ из древесины проводили при четырех различных температурах: 0, 20, 50 и 80° С.

По окончании опытов замеряли объемы сливаемой мисцеллы и определяли вес щепы. На основании результатов опытов были построены рабочие графики зависимости количества извлеченной канифоли от времени.

## Обработка полученных результатов

Опыты по экстракции смолистых веществ проводили в условиях прямого тока при температурах ниже температуры кипения экстрагента. Экстракцию проводили при непрерывной циркуляции растворителя, поэтому концентрация раствора вне щепы была всюду одинаковой.

Процесс распадается на три периода: первый — пропитка; второй — от конца пропитки до конца растворения канифоли; третий — от конца растворения канифоли до конца экстракции (теоретически до конца выравнивания концентрации раствора в щепе и вне щепы).

Обозначим:

$G_n$  — количество канифоли, которое может быть извлечено при данном режиме на 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, г;

$G_I$  — количество канифоли, извлеченной в первый период;

$G_{II}$  — то же во второй период;

$G_{III}$  — то же в третий период;

$\gamma_c$  — удельный вес смолы, находящейся в щепе, г/см<sup>3</sup>;

$a$  — доля работающих пор (меняется в пределах от 0 до 1);

$\tau_I$  — время первого периода, сек;

$\tau_{II}$  — время второго периода, сек;

$\tau_{III}$  — время третьего периода, сек;

$\psi$  — коэффициент извлечения  $\left(\psi = \frac{G_I + G_{II} + G_{III}}{G_n}\right)$ ;

$x$  — весовая доля канифоли в смоле (той канифоли, которую при данных условиях можно извлечь).

Остальные обозначения те же, что были приняты при обработке опытных данных по диффузии [2], [4].

$$G_n = x \cdot \gamma_c.$$

Первый период:

$$dG = -D_n \cdot a \cdot f \frac{dC}{dl} d\tau;$$

$$-\frac{dC}{dl} = \frac{C_1 - C_2}{l} = \frac{C_n - C_2}{l}.$$

Можно принять, что  $a = \frac{\tau}{\tau_I}$ , то есть поры вступают в работу (в отношении диффузии) прямо пропорционально времени.

$$dG = D_n \frac{\tau}{\tau_I} f \frac{C_n - C_2}{l} d\tau;$$

$$C_2 = \frac{G}{V - lfa}.$$

К концу первого периода  $lfa = V_n$ .

В виду небольшого значения величины  $V_n$  по сравнению с  $V$  можно в первом периоде считать:

$$C_2 = \frac{G}{V - V_n}.$$

При средней концентрации в порах

$$C_{cp} = \frac{C_n + C_2}{2}$$

имеем

$$l \cdot a \cdot f \cdot C_{\text{ср}} = l \cdot a \cdot f \cdot b - G,$$

где  $b = \frac{G_n}{V_n}$ .

После соответствующих преобразований имеем

$$2GdG = D_n f^2 (C_n - C_2)(2b - C_n - C_2) \frac{1}{\tau_1^2} \tau^2 d\tau.$$

$C_2$  по сравнению с  $C_n$  в первом периоде очень невелико, им можно пренебречь, тогда

$$2GdG = \frac{D_n \cdot f^2 \cdot C_n (2b - C_n) \tau^2 \cdot d\tau}{\tau_1^2};$$

$$\frac{dG}{d\tau} = u = \frac{D_n \cdot f^2 \cdot C_n (2b - C_n) \tau^2 d\tau}{2 \cdot \tau_1^2 \cdot G};$$

$$D = \frac{u \cdot \tau_1^2 \cdot 2G}{f^2 \cdot C_n (2b - C_n) \tau^2}.$$

Так как  $\tau_1$  неизвестно, то значение  $D_n$  для первого периода подсчитать нельзя. Поэтому результаты опытов для первого периода не обсчитывали. Принималось, что за 15 мин во всех порах появился растворитель. Если  $2b = G_n = x \gamma_c$ , то диффузии в этот период не будет, так как скорость  $u$  получается равной нулю. Тем более не будет диффузии, когда  $2b < G_n$ . Критическая точка определяется уравнением

$$2 \frac{G_n}{V_n} = x \gamma_c,$$

отсюда

$$G_n = \frac{x \cdot \gamma_c \cdot V_n}{2}.$$

Практически можно принять:

$$\begin{aligned} x &\approx 0,8 \text{ (содержание канифоли в смолистых),} \\ \gamma &\approx 1 \text{ Г/см}^3; \\ V_n &\approx 70 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Критическое значение  $G_n = \frac{0,8 \cdot 1 \cdot 70}{2} = 28 \text{ Г}$  на 100 Г абс. сухого вещества.

Очевидно, если  $G_n \leq 28 \text{ Г}$  на 100 Г абс. сухой древесины, то пойдет только пропитка и растворение канифоли в бензине.

Скорость экстракции в первый период несколько осложняет «обратный ток» жидкости в поры. Но, по-видимому, это замедление не очень велико.

Второй период:

$$dG = D_n \cdot f \frac{C_n - C_2}{l} d\tau$$

$l$  меняется от  $l_1$  (в конце периода) до  $l = L$ .

Находим  $l_1$ :

$$l_1 \cdot f \frac{C_n + C_1}{2} = l_1 \cdot f \cdot b - G_1; \quad C_1 = \frac{G_1}{V - V_n}.$$

Из этих уравнений имеем

$$l_1 = \frac{2G_1}{f(2b - C_n - \frac{G_1}{V - V_n})}$$

Обозначим  $l$  во втором периоде

$$l = l_1 + \Delta l.$$

Можно написать

$$\Delta l f \frac{C_n + C_2}{2} = \Delta l \cdot f \cdot b - G.$$

Здесь  $G$  — «текущее» количество канифоли, извлекаемое во втором периоде.

Концентрация  $C_2$  во втором периоде будет

$$C_2 = C_1 + \frac{G}{V - V_n} = \frac{G_1 + G}{V - V_n}.$$

Находим  $l$ :

$$l = \frac{2G_1}{f(2b - C_n - C_1)} + \frac{2G}{f(2b - C_n - C_2)},$$

так как  $C_2$  и  $C_1$  по сравнению с  $C_n$  невелики, то можно написать

$$l = \frac{2(G_1 + G)}{f(2b - C_n)}$$

или

$$l = \frac{2G_0}{f(2b - C_n)},$$

где

$$G_0 = G_1 + G,$$

$$dG = \frac{D_n \cdot f^2 (2b - C_n) \cdot (C_n - C_2)}{2(G_1 + G)} d\tau.$$

На этой стадии процесса, как уже говорилось выше, можно пренебречь  $C_2$ , тогда

$$2G_1 \cdot dG + 2GdG = D_n \cdot f^2 \cdot C_n (2b - C_n) d\tau.$$

Данное выражение интегрировать нельзя, так как неизвестен закон изменения  $D_n$ . Поэтому коэффициент диффузии для второго периода подсчитываем из уравнения

$$u = \frac{dG}{d\tau} = D_n \cdot f^2 \frac{C_n (2b - C_n)}{2(G_1 + G)},$$

так как

$$f = \frac{V_n}{L}$$

то

$$D_n = \frac{2(G_1 + G) u \cdot L^2}{V_n \cdot C_n (2G_n - V_n \cdot C_n)}$$

Здесь  $u$ , как всегда, находится как тангенс угла касательной к линии  $(G_1 + G) = f(\tau)$ . По этой формуле и были подсчитаны значения  $D_{II}$  для второго периода.

Количество извлеченной канифоли к концу второго периода  $G_1 + G_{II}$  найдем из уравнения

$$V_{II} \frac{C_{II} + C_{II}}{2} = V_{II} \cdot b - G_{II} - G_1,$$

здесь  $C_{II}$  — концентрация раствора к концу второго периода.

После соответствующих преобразований имеем:

$$G_1 + G_{II} = \frac{V_{II}(V - V_{II})(2b - C_{II})}{2V - V_{II}}.$$

Практически у осмола  $C_{II} = x \cdot \gamma_c$ , вероятно, неодинакова, хотя и может зависеть от условий местопроизрастания, возраста осмола и срока его хранения.

Для данного периода критерий  $E_{II}'$  напишется

$$E_{II}' = \frac{\Delta C \cdot r^2 \cdot g}{l \cdot \gamma \cdot \omega_M^2} = \frac{\Delta C \cdot f \cdot (2b - C_{II}) r^2 g}{2 \cdot G_0 \cdot \gamma \cdot \omega_M^2}.$$

$\Delta C$  во втором периоде меняется мало. Можно считать

$$\frac{\Delta C \cdot f \cdot (2b - C_{II}) r^2 g}{2 \omega_M^2} = \text{const} = K_1$$

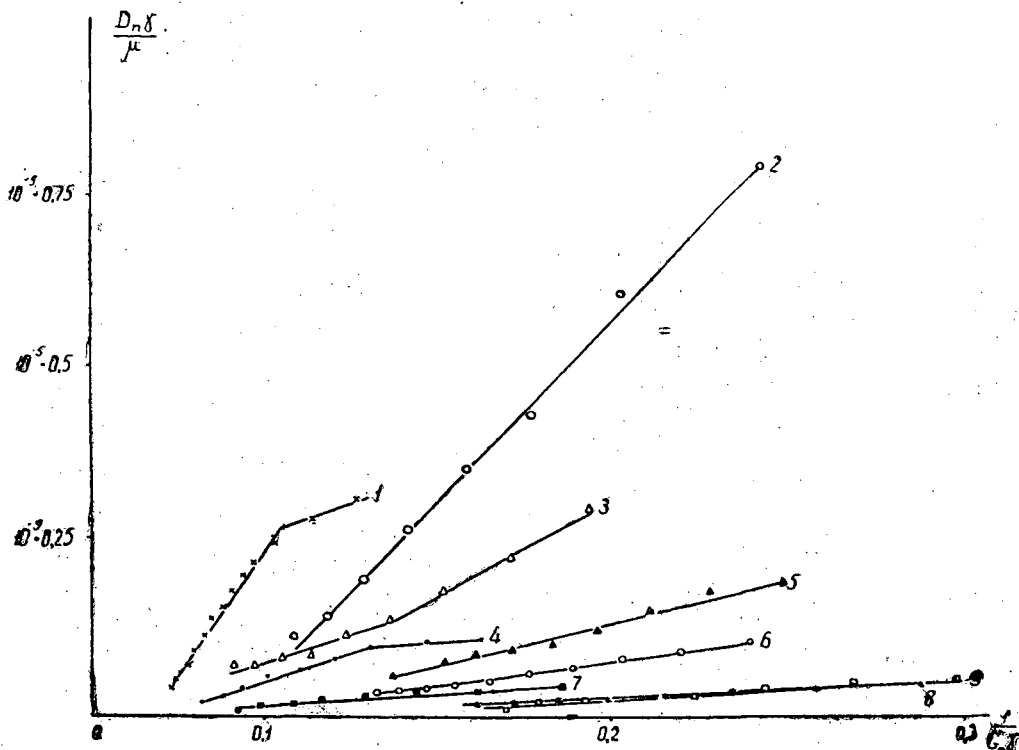


Рис. 1. Зависимость  $\frac{D_{II} \delta}{\mu}$  от  $\frac{1}{G_0 \gamma}$  на основе формул для II периода.

1 — Б-5,  $t=50^\circ\text{C}$ ; 2 — Б-15,  $t=50^\circ\text{C}$ ; 3 — Б-10,  $t=50^\circ\text{C}$ ; 4 — Б-5,  $t=20^\circ\text{C}$ ; 5 — Б-15,  $t=20^\circ\text{C}$ ;  
6 — Б-10,  $t=20^\circ\text{C}$ ; 7 — Б-5,  $t=0^\circ\text{C}$ ; 8 — Б-10,  $t=0^\circ\text{C}$ ; 9 — Б-15,  $t=0^\circ\text{C}$ .

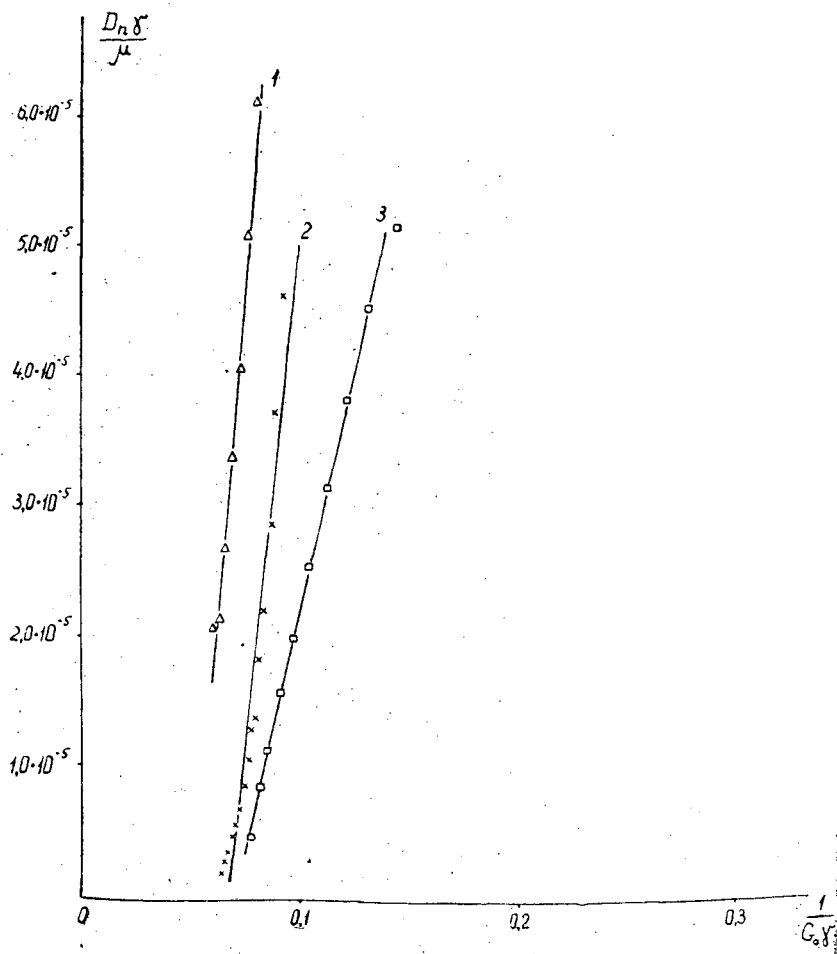


Рис. 2. Зависимость  $\frac{D_n \delta}{\mu}$  от  $\frac{\Delta C}{\gamma}$  на основе формул для II периода.

1 — Б-10,  $t=80^\circ\text{C}$ ; 2 — Б-5,  $t=80^\circ\text{C}$ ; 3 — Б-15,  $t=80^\circ\text{C}$ .

для отдельного опыта.

$$Eu' = K_1 \frac{1}{G_0 \gamma}$$

Подсчет значений  $Eu'$  и  $Pr'$  для второго периода проводили для данных, полученных спустя 15 мин после начала опыта и позднее. Вязкость и удельные веса брали по графикам, приведенным в сообщении втором.

Зависимость  $Pr'$  от  $Eu'$  приведена на рис. 1 и 2.

Третий период:

$$dG = D_n \cdot f \frac{1}{L} (C_1 - C_2) d\tau$$

$C_1$  меняется от  $C_n$  до какой-то величины.

$$C_2 = \frac{G_I + G_{II} + G}{V - V_n}$$

где  $G$  — «текущее» количество канифоли, извлекаемое в третьем периоде.

$$C_{cp} = \frac{G_{II} - G_I + G_{III} - G}{V_{II}} = \frac{C_1 + C_2}{2};$$

$$C_1 = 2 \left( \frac{G_{II} - G_I - G_{III} - G}{V_{II}} \right) - \left( \frac{G_I + G_{III} + G}{V - V_{II}} \right);$$

$$dG = D_{II} \frac{f}{L} \cdot 2 \left( \frac{G_{II} - G_I - G_{III} - G}{V_{II}} - \frac{G_I + G_{III} + G}{V - V_{II}} \right) d\tau;$$

$$\frac{dG}{d\tau} = u = \frac{2D_{II} \cdot f [(G_{II} - G_I - G_{III} - G) V - V_{II} G_{II}]}{L \cdot V_{II} (V - V_{II})};$$

Так как

$$L = \frac{V_{II}}{f},$$

то

$$D_{II} = \frac{u \cdot L^2 (V - V_{II})}{2 [V (G_{II} - G_I - G_{III} - G) - V_{II} \cdot G_{II}]}$$

Значения коэффициентов диффузии для третьего периода подсчитывали по этой формуле.

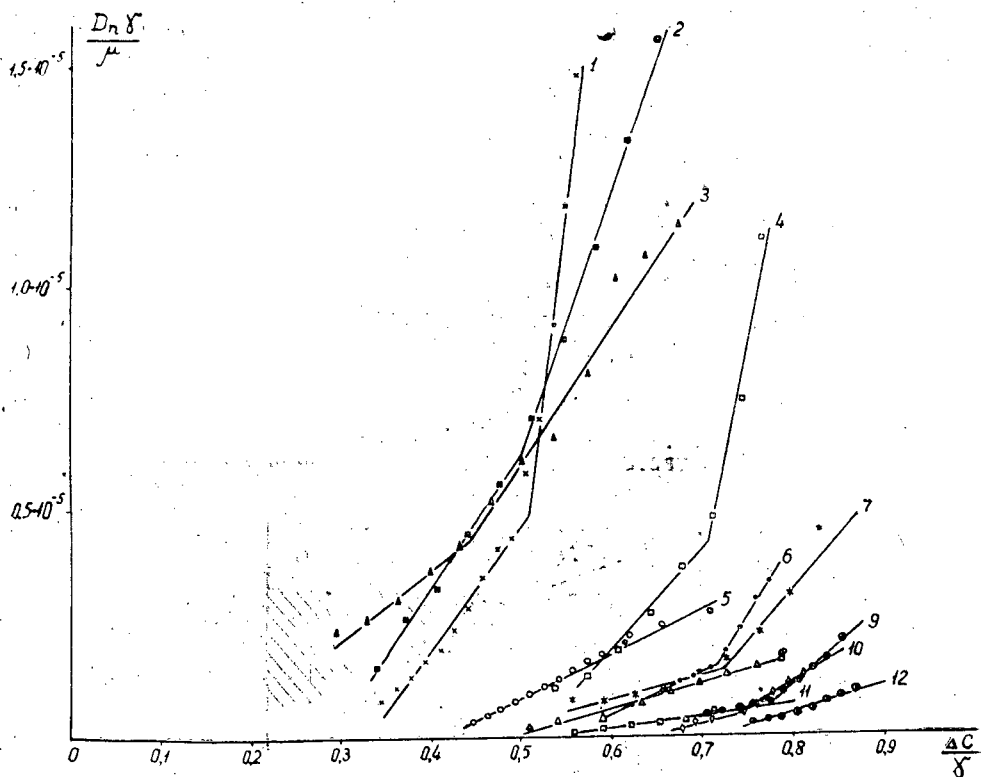


Рис. 3. Зависимость  $\frac{D_{II} \gamma}{\mu}$  от  $\frac{\Delta C}{\gamma}$  на основе формул для III периода.

- 1 — Б-5,  $t=80^\circ\text{C}$ ; 2 — Б-15,  $t=80^\circ\text{C}$ ; 3 — Б-10,  $t=80^\circ\text{C}$ ; 4 — Б-15,  $t=50^\circ\text{C}$ ; 5 — Б-5,  $t=50^\circ\text{C}$ ;  
 6 — Б-15,  $t=20^\circ\text{C}$ ; 7 — Б-10,  $t=50^\circ\text{C}$ ; 8 — Б-5,  $t=20^\circ\text{C}$ ; 9 — Б-10,  $t=20^\circ\text{C}$ ; 10 — Б-15,  $t=0^\circ\text{C}$ ;  
 11 — Б-5,  $t=0^\circ\text{C}$ ; 12 — Б-10,  $t=0^\circ\text{C}$ .

Так как в третьем периоде  $L = \text{const}$ , то  $Ei' = K_2 \frac{\Delta C}{V}$ , где  $K_2 = \frac{r^2 g}{L \cdot w_M^2} = \text{const}$  для каждого отдельного опыта.

$$\Delta C = C_1 - C_2; \quad G_n - G_0 = \frac{C_1 + C_2}{2} V_n,$$

где  $G_0$  — общее количество канифоли, извлеченной за все периоды.

$$C_1 = \frac{2(G_n - G_0)}{V_n} - C_2;$$

$$C_2 = \frac{G_0}{V - V_n} \approx \frac{G_0}{V};$$

$$\Delta C = 2 \left( \frac{G_n}{V_n} - \frac{V + V_n}{V \cdot V_n} G_0 \right).$$

Зависимости  $Pr'$  от  $Ei'$ , подсчитанные по формулам для третьего периода, приведены на рис. 3.

#### Обсуждение результатов

Как сказано выше, результаты опытов для периода пропитки не обсчитывали. Причиной этого было отсутствие экспериментальных данных о конце периода пропитки и трудность проведения касательной в этой области к кривой  $G = f(\tau)$ . Условно считали, что за 15 мин период пропитки во всех случаях кончился, то есть во всех порах появился растворитель. Конечно, здесь возможны были ошибки, особенно в опытах при низких температурах.

Нельзя было определить и момент перехода от второго периода ( $C_n = \text{const}$ ,  $l \neq \text{const}$ ) к третьему ( $C_n \neq \text{const}$ ,  $l = L = \text{const}$ ). Пришлось все данные обсчитывать и для второго и для третьего периодов, исходя из того, что:

1) при высоких температурах растворение пойдет быстрее, чем при низких;

2) мелкая щепа пропитается быстрее, а следовательно и смолистые, находящиеся в ней, растворятся в бензине раньше, чем в крупной щепе;

3) на границе второго и третьего периодов величины  $D_n$ , высчитанные по обеим формулам, должны быть одинаковы, можно считать, что истина соответствует схеме, изображенной на рис. 4.

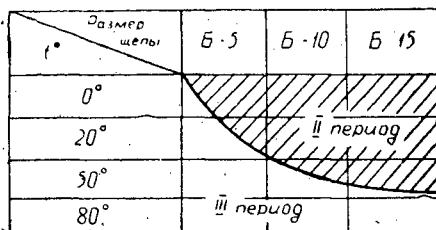


Рис. 4.

Согласно графику, опыты со щепой Б-5 при  $t = 0$  и  $20^\circ \text{C}$ , Б-10 и Б-15 при  $t = 50^\circ \text{C}$  протекали во втором и третьем периодах. Установить между ними границу не представилось возможным.



Следует отметить, что между вторым и третьим периодами не должно быть такой резкой границы, которая заложена была в формулы. Во-первых, не во всех капиллярах произойдет одновременный переход от второго к третьему периоду, во-вторых, поверхность равных концентраций в капиллярах во второй период не представляет собой плоскость, перпендикулярную оси капилляра, как то отражено в формуле для подсчета  $D_n$ , а, вероятно, представляет собой поверхность сильно вогнутого в капилляр мениска. Это увеличивает  $l$  и сближает между собой периоды.

Общий вид функциональной зависимости  $Pr' = f(Eu')$  (для отдельных опытов) получился тот же, что и в опытах с диффузией в модельных образцах [4]:

$$Pr' = A(Eu') + B.$$

Однако в данном случае  $A$  всегда положительно,  $B$  — отрицательно, а число областей, в которых протекает процесс, не превышает двух (один перелом). Несмотря на неточность в проведении опытов и допущения в расчетах, точки хорошо ложатся на прямые линии.

Отсутствие отрезка с  $A < 0$  и  $B > 0$  легко объясняется тем, что диффузия в капиллярах началась еще в начале экстракции, то есть в необследованный нами период пропитки, а указанный отрезок как раз и характерен для начала процесса диффузии.

Тот же характер функции  $Pr' = f(Eu')$ , что и для модельной диффузии, позволяет сделать вывод, что определяющим процессом при экстракции смолистых из сосновой древесины в «прямотоке» является диффузия в порах древесины.

#### Выводы

Показано, что экстракцию смолистых веществ из сосновой древесины бензином в прямотоке при энергичном размешивании в каждом отдельном опыте можно описать уравнениями

$$dG = D_n \frac{C_1 - C_2}{l} f d\tau;$$

$$Pr' = A(Eu') + B.$$

Уравнения эти идентичны уравнениям, описывающим процесс диффузии канифоли в бензиновом растворе, находящемся в капиллярах древесины. Таким образом, при указанном способе проведения экстракции смолистых веществ из сосновой древесины определяющим процессом является диффузия в капиллярах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Вершук, Н. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-экстракционного производства. Гослесбумиздат, 1960. [2]. С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [3]. С. Я. Коротов. Труды ВЗЛТИ № 3, 1958. [4]. Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, И. П. Сидоровская, Н. А. Андрианов, С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [5]. В. П. Сумароков, Л. В. Гордон. Химико-технологический контроль лесохимических производств. Гослесбумиздат, 1956.

## ПОЛУЧЕНИЕ ФУРФУРОЛА В ПРОЦЕССЕ ПРЕДПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ

### Сообщение 2

**Б. Ф. НИКАНДРОВ**

Аспирант

**А. К. СЛАВЯНСКИЙ**

Профессор

**М. Н. СОКОЛОВА**

Научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Ранее [1] нами была показана возможность получения фурфурола в процессе предпиролиза древесины, предварительно пропитанной водным раствором соляной кислоты в качестве катализатора. В настоящей статье приводятся результаты дальнейшей разработки этого процесса.

Выход фурфурола зависит от полноты пропитки древесины раствором катализатора. Было найдено, что для достаточно высокого выхода фурфурола в процессе предпиролиза время пропитки щепы или опилок в кислоте должно быть не менее 60 мин. Влияние температуры пропитывающего раствора приведено на рис. 1, где кривая 1 показывает изменение выходов фурфурола и кривая 2 — расход соляной кислоты (в процентах от абс. сухой древесины).

Для опытов применяли щепу осины и березы размерами  $30 \times 30 \times 40$  мм в весовом соотношении 1:1, часто встречаемую в производственных условиях. Из кривых на рис. 1 видно, что при температуре  $60^\circ\text{C}$  происходит достаточно полная пропитка щепы, обеспечивающая высокий выход фурфурола. При повышении температуры пропиточного раствора до  $80^\circ\text{C}$  выход фурфурола остается без изменений, но расход соляной кислоты резко увеличивается, в связи с более полной пропиткой.

Влияние породы древесины на выход фурфурола нами изучалось при обработке осиновой и березовой щепы. Содержание пентозанов в ней было равно соответственно 19 и 21%. В этих опытах применяли щепу указанных выше размеров с влажностью 22% (относительных).

Результаты опытов приведены в табл. 1.

Расход кислоты во всех опытах при гидромодуле 0,6 составлял около 4,8% от абс. сухой древесины.

Из табл. 1 следует, что из смеси осины и березы можно получить достаточно высокие выходы фурфурола методом предпиролиза. Выход фурфурола из осины значительно ниже, чем из березовой ще-

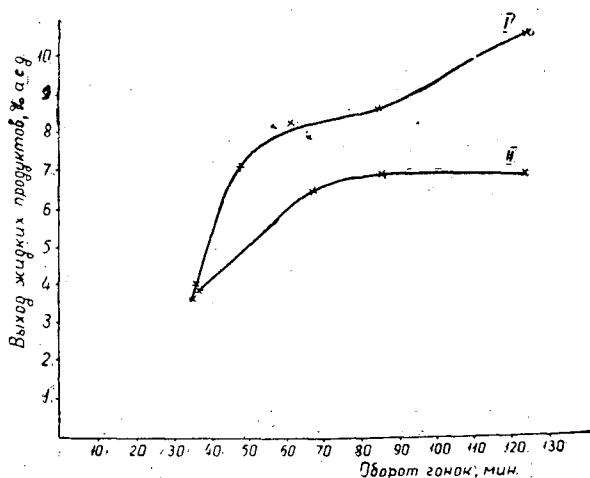


Рис. 1.

Таблица 1

№ опытов	Порода перерабатываемой щепы	Выход фурфурола, % от абс. сухой загрузки
1	Смесь березы и осины 1:1 по весу	7,27
2	"	7,314
3	"	7,18
4	"	7,45
5	Осина	4,9
6	"	5,8
7	Береза	9,58
8	"	9,32

пы, несмотря на малую разницу в содержании пентозанов. Выяснение причин этого требует дополнительного изучения.

Полнота пропитки щепы и, следовательно, выход фурфурола зависит от плотности древесины. Для сравнения испытывали березовую щепу, приготовленную из старой березы, привезенной с биржи Амзинского завода, с диаметром ствола около 20 см и молодой березы с одной из бирж Ленинградской области с диаметром ствола до 10 см (табл. 2).

При одинаковой влажности объемный вес молодой березы составлял 0,605, а березы с Амзинского завода 0,466. Щепа молодой березы пропиталась окрашенной кислотой только на 0,5 ÷ 0,7 мм вдоль волокон, а щепа из старой березы при тех же условиях пропитывалась полностью. Для опытов применяли щепу размерами 50 × 30 × 4 мм, Концентрация пропиточного раствора кислоты составляла 8%. Время пропитки в обоих случаях равнялось 60 мин.

Таблица 2

№ опытов	Порода применяемой щепы	Влажность щепы относительная, %	Гидро-модуль	Расход HCl, % от а. с. д.	Выход фурфурола, % от а. с. д.
9	Старая береза	21,96	0,56	4,5	9,48
10	"	21,96	0,6	4,8	9,34
11	"	30,0	0,7	5,6	7,95
12	Молодая береза	23,8	0,59	2,8	5,03
13	"	21,9	0,82	6,55	5,51

Для ускорения отгонки были поставлены опыты с продувкой реторты азотом при разных температурах процесса. В реторту загружали березовые опилки от катушечного производства после предварительной пропитки их соляной кислотой.

Результаты опытов приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ опытов	Влажность опилок, %	Гидро-модуль	Расход HCl, % от а. с. л.	Выход фурфурола, % от а. с. л.	Температуры процесса при впуске газа, °С
14	12	2,2	16,5	9,0	120—180
15	13	2,5	12,7	9,3	170—230
16	13	2,3	14,0	9,7	135—245
17	12	2,3	17,7	9,52	135—240
18	20,3	0,8	2,8	9,6	135—240

В опытах № 14, 17 концентрация соляной кислоты, применяемой для пропитки, равнялась 8%, в опытах № 15, 16, 18 концентрация составляла 6%. Расход газа в опытах составлял 0,22 л в мин или до 0,7 м<sup>3</sup> на 1 кг загруженной абс. сухой древесины.

Из табл. 3 видно, что выходы фурфурола не превышают величин, достигнутых без продувки газом (табл. 1, опыты № 7, 8), хотя необходимо отметить, что продувка ускоряет процесс отгонки фурфурола. Опыт № 18 проведен на опилках, приготовленных из старой березы с биржи Амзинского завода. Выход фурфурола получился высоким даже при малом гидромодуле и расходе кислоты. Содержание пентозанов в этих опилках было равно 21,8%, примерно столько же (21,5%) их было в опилках в опытах 14—17.

Как было показано ранее [1], основная масса фурфурола, в количестве до 98%, образуется при сравнительно невысоких температурах процесса до 240°С и лишь 2% фурфурола выделяется при повышении температуры до 275°С.

Для изучения возможности снижения температуры в конце процесса в табл. 4 приведены результаты опытов, которые проводили с нагревом только до 200°С. При достижении этой температуры производили выдержку в течение часа для дополнительной дегидротации непрореагировавших пентоз и отгона образовавшихся летучих продуктов.

Таблица 4

№ опытов	Гидро-модуль	Расход кислоты, % от а. с. л.	Выход фурфурола, % от а. с. л.	Выход органических кислот, % от а. с. л.
19	2,8	22,4	8,0	7,0
20	2,2	17,6	7,0	6,6
21	2,4	24,2	7,4	6,5
22	2,35	23,4	6,5	4,3
23	2,34	23,5	6,2	4,15

Опыты № 19, 20, 21 проведены с выдержкой; опыты № 22 и 23 — без выдержки. Опилки применяли с постоянной влажностью, равной 12%. Пропитку производили при температуре 70°С раствором соляной кислоты концентрацией 8%.

Из таблицы следует, что значительный выход фурфурола и органических кислот можно получить при температурах процесса не выше

200° С, в то время как при обычном предпиролизе (без предварительной обработки щепы минеральной кислотой) при нагреве древесины до 200° С еще только заканчивается период отгонки гигроскопической влаги. Выдержка при конечной температуре способствует более полной отгонке фурфурола и кислот.

Далее нами изучалось влияние длительности гонки на выход продуктов. Опыты проводили с постоянным подводом тепла от электронагревателя. Для уменьшения длительности гонки (оборота) мощность нагревателя можно было увеличивать. Скорость подъема температуры в опытах определяли затратами тепла на нагрев смеси и отгонку дистиллата. Сначала, пока отгонялась основная масса воды, она во всех опытах была низкой, потом увеличивалась по мере снижения величины скрытой теплоты и количества отгоняемых продуктов. Конечная температура во всех опытах равнялась 275° С.

Влажность применяемых опилок равнялась 12%. Расход кислоты составлял около 20% от абс. сухих исходных опилок при гидромодуле до 2,4.

Таблица 5

№ опытов	Количество абс. сухой древесины, г	Длительность (оборот) гонок, мин	Выход, % от абс. сухой загрузки		
			древесного остатка	фурфурола	кислот
24	102,0	123	67,6	10,7	7,0
25	139,5	85	61,5	8,6	6,93
26	110,0	66	55,5	7,92	6,5
27	129,2	57	55,7	8,3	5,5
28	104,7	47	63,0	7,2	—
29	97,7	36	71,5	4,0	3,8
30	62,9	35	92,2	3,64	—

Результаты опытов приведены в табл. 5 и на рис. 2, где выходы фурфурола показаны на кривой 2 и органических кислот на кривой 4 в зависимости от длительности гонок в минутах. Там же приведены кривые изменения температур при быстрой гонке, проведенной в течение 47 мин (кривая 1) и медленной за 123 мин (кривая 3).

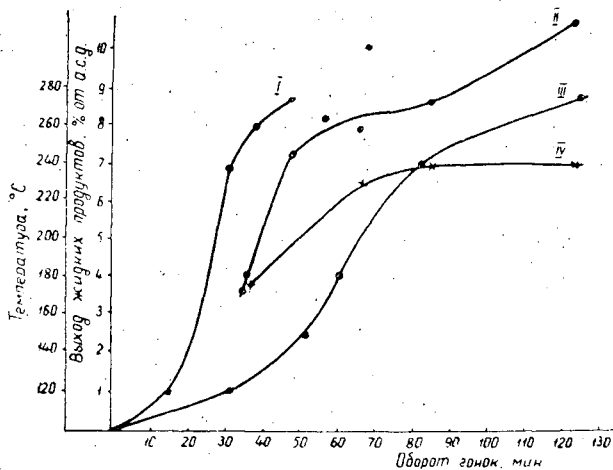


Рис. 2.

Как видно из таблицы и рисунка, выходы фурфурола и кислоты снижаются с уменьшением длительности гонки, что можно объяснить недостаточно полным разложением древесины (опыты № 29, 30) и другими причинами (например, осмоление).

Изучая возможности замены соляной кислоты другими катализаторами, мы провели опыты с пропиткой древесины растворами солей, образующих при диссоциации кислую среду. При этом в некоторых опытах применяли смеси соли с кислотой. Данные опытов приведены в табл. 6.

Таблица 6

№ опытов	Вид катализатора	Концентрация, %	Средняя концентрация фурфурола, %	Выход фурфурола, % от а. с. д.	Расход катализатора, % от а. с. д.
1	NaCl	9	0,85	1,79	17,5
2	"	19	0,7	1,52	45,3
3	"	40	1,93	6,19	50,0
4	{ NaCl уксусная кислота	3	1,2	2,95	—
5	{ NaCl HCl	7	1,85	3,89	21,1
6	{ NaCl HCl	9 2	1,96	4,07	13,0
7	ZnCl <sub>2</sub>	4,5 3,0	1,56	3,58	54,0
8	KHSO <sub>4</sub>	20	2,83	6,16	38,4
9	"	20	2,74	6,15	36,6
10	CaCl <sub>2</sub>	20	1,15	3,1	52,8
11	"	20	1,87	4,4	49,3

Из опытов следует, что высокие выходы фурфурола могут быть получены при использовании раствора кислых сернокислых солей концентрацией 20%, а также насыщенного раствора поваренной соли.

При предпиролизе древесины, предварительно обработанной раствором соляной кислоты, в среде дизельного топлива отгоняется дистиллат, который в сумме всех фракций представляет собой водный раствор следующего состава: около 2% фурфурола, до 1% спиртов и других легколетучих компонентов, органических кислот около 3% и столько же минеральной кислоты. Удельный вес дистиллата 1,03 ÷ 1,038. При выпаривании его получается сухой остаток в количестве 1,6 ÷ 1,7%.

Выделение фурфурола из дистиллата производили в лабораторном периодически действующем ректификационном аппарате, оборудованном колонкой с насадкой на 10 теоретических тарелок из стеклянных волокон диаметром 1,5 мм, свернутых в одиночные витки диаметром 4 мм. Отгонку производили из куба емкостью 6 л с электронагревом. Впуска острого пара не производили, чтобы не разбавлять кубовый остаток.

Разгонку дистиллата от предпиролиза древесины осуществляли сразу после его получения во избежание осмоления фурфурола, которое можно наблюдать в виде потемнения первоначально светлых растворов при хранении их. При этом наличие сверху дистиллата слоя дизельного топлива (теплоносителя) не защищает фурфурол от осмоления, которому, по-видимому, способствует находящаяся в растворе минеральная кислота [2].

Температуру вверху колонки поддерживали в пределах 97—98° С. Число флегмы изменялось от 1 в начале гонки до 6 в конце процесса. Отогнанный из колонки дистиллат после конденсации его паров в деф-

легматоре направлялся в делительную воронку, откуда отслоившаяся фурфурольная вода возвращалась в колонку в виде флегмы, а осевший внизу фурфурол с концентрацией до 84% разгонялся под вакуумом при остаточном давлении 8 мм рт. ст. с отбором фурфурольной воды до 50°С и товарного фурфурола при 50—60°С.

После ректификации в периодически действующей колонке выход укрепленного фурфурола равнялся 88—92% от загруженного. Остальные 8—12% распределялись между головной спиртовой, средней водно-фурфурольной фракцией и кубовым остатком с концентрацией фурфурола 0,1—0,2%.

В остатке содержалось 4% органических и около 5% минеральных кислот. Последние, после дополнительной разгонки, могут быть возвращены из кубового остатка на пропитку с небольшой примесью уксусной кислоты.

При непрерывном процессе разгонки дистиллата фурфурол будет извлекаться полнее из средней фракции.

После вакуумной разгонки фурфурол проверяли по ВТУ 359—50. Полученные результаты показаны в табл. 7.

Таблица 7

Наименование образца	Удельный вес	Содержание фурфурола, весовые %	Фракционный состав		
			до 158°С	158—165°С	выше 165°С
Фурфурол по ВТУ 359-50	1,14—1,165	не менее 94	не менее 18	не менее 79	не более 3
Исследуемый фурфурол	1,159	96,1	1,6	96,5	1,9

Как видно из таблицы, полученный фурфурол соответствует требованиям ВТУ 359—50. Содержание кислот также удовлетворяет требованиям ВТУ и равно 0,1%. Следует отметить отсутствие высококипящих компонентов, характерных для пиролизного фурфурола.

### Выводы

1. Предварительно изучены выходы фурфурола из березы и осины, влияние длительности гонки и возможности замены соляной кислоты солями.

2. Из слабого фурфурольного конденсата, полученного методом предпиролиза древесины, пропитанной соляной кислотой; можно выделить товарный фурфурол, удовлетворяющий требованиям ВТУ 359—50.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. К. Славянский, Б. Ф. Никандров, М. Н. Соколова. ИВУЗ. «Лесной журнал» № 6, 1961. [2]. F. Williams, A. Dunlop. Ind. Eng. Chem. 40. 239, 1948.

Поступила в редакцию  
22 октября 1962 г.

## МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В ПРИСУТСТВИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

### Сообщение 2

#### ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

**Н. В. ЧАЛОВ**

Кандидат технических наук

**Ю. К. ЛАППО-ДАНИЛЕВСКИЙ**

Научный сотрудник

(Государственный научно-исследовательский институт  
гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности)

На основе теоретического рассмотрения путей дальнейшего совершенствования процесса гидролиза полисахаридов растительной ткани в присутствии концентрированной серной кислоты нами было предложено равномерное распределение кислоты путем пропитки растительного материала ее разбавленным водным раствором с последующим концентрированием  $H_2SO_4$  на поверхности клеточных стенок сухой влажного материала [3].

Как было показано, такой прием позволяет равномерно распределить в растительном материале весьма малое количество серной кислоты и довести ее концентрацию до 90%. При этом в растительном материале происходят значительные изменения физических и химических свойств: он становится хрупким, легко измельчается; целлюлоза превращается в гидроцеллюлозу, происходит частичная деструкция трудногидролизуемых полисахаридов — около 18% их переходит в легкогидролизуемое состояние.

Эти изменения создают благоприятные условия для механохимической деструкции полисахаридов. В результате этот процесс при сухом размоле растительной ткани идет быстро при весьма небольшом удельном расходе серной кислоты.

В результате первичных экспериментальных исследований, полностью подтвердивших правильность наших исходных теоретических предпосылок, было установлено, что на ход механохимической деструкции оказывает влияние ряд факторов: количество серной кислоты, сконцентрированной на поверхности клеточных стенок растительной ткани, концентрация кислоты, температура как в процессе сушки растительного материала, так и в процессе механохимической деструкции и т. д. Это указывает на необходимость всестороннего систематического изучения рассматриваемого процесса.



В настоящей статье излагаются результаты исследований по определению оптимальной концентрации серной кислоты, при которой процесс механохимической деструкции идет с наибольшей скоростью.

### Методика исследований

Чтобы исключить возможное влияние легкогидролизуемых полисахаридов на процесс механохимической деструкции трудногидролизуемых полисахаридов, а также имея целью разработку дальнейших путей совершенствования комбинированного метода [4], исследования производили на целлолигнине, полученном предгидролизом древесины сосны. Предгидролиз проводили 4%-ной серной кислотой с жидкостным модулем шесть при  $100^{\circ}$  в течение трех часов. Полученный целлолигнин отмывали от сахаров, пропитывали разбавленной серной кислотой и сушили при  $105^{\circ}$  в термостате до достижения определенной концентрации серной кислоты. Это достигалось простым приемом. Количество абс. сухого целлолигина было установлено заранее. Известно было также количество серной кислоты, внесенное в целлолигнин в виде разбавленного раствора.

При сушке испаряется только вода, так как серная кислота в данных условиях является нелетучим компонентом, а разрушения растительной ткани в процессе сушки не происходит. Поэтому по изменению веса целлолигина в процессе сушки определяли содержание влаги и по этим данным вычисляли концентрацию серной кислоты. В качестве контрольных анализов определяли содержание серной кислоты в целлолигнине экстракцией водой.

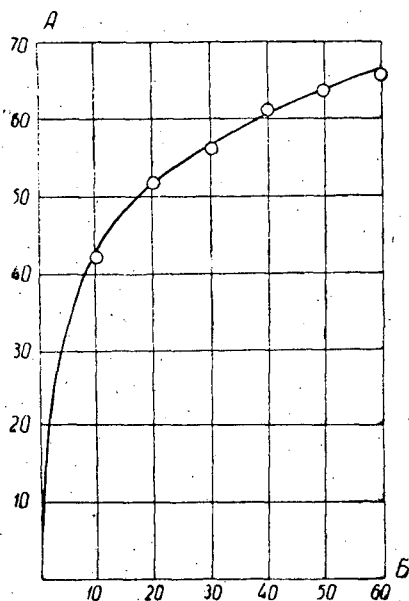


Рис. 1. Температура материала в вибромельнице в зависимости от продолжительности размола.

А —  $t^{\circ}\text{C}$ ; Б — время размола, мин.

Количество серной кислоты, содержащейся в целлолигнине, было постоянным и равным 0,1 модуля, считая по моногидрату.

Размол целлолигина в присутствии серной кислоты различной концентрации производили на лабораторной вибромельнице с амплитудой колебаний 60 мм и числом колебаний 900 в минуту; мелющие тела — стальные шарики диаметром 4 мм, отношение веса размалываемого материала к весу мелющих тел 1 : 13.

В имевшейся в нашем распоряжении лабораторной вибромельнице невозможно было регулировать температуру размола, она устанавливалась самопроизвольно и зависела от продолжительности размола (рис. 1). Поэтому следует учитывать, что на процесс механохимической деструкции оказывало влияние изменение температурного режима, но поскольку влияние этого фактора проявлялось одинаково, то полученные зависимости скорости механохимической деструкции от концентрации серной кислоты являются сопоставимыми.

Результаты механохимической деструкции полисахаридов оценивали по содержанию легко- и трудногидролизуемой фракций в размолотом продукте. Опеределиение легкогидролизуемой фракции производили гидролизом размолотого продукта 4%-ной серной кислотой с жидкостным модулем десять при 100° в течение трех часов. В остатке общепринятым методом определяли трудногидролизуемые полисахариды.

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 1. Согласно полученным данным, на скорость механохимической деструкции полисахаридов значительное влияние оказывает концентрация серной кислоты, содержащейся в целлолигине: чем она выше, тем больше скорость деструкции (при равном количестве серной кислоты, считая по моногидрату).

Таблица 1

Время размола, мин.	Содержание легкогидролизуемой (лг) и трудногидролизуемой (тг) фракций в % от полисахаридов целлолигина при размоле в присутствии серной кислоты в количестве 0,1 модуля, считая по моногидрату, концентрацией											
	28,8%		40,2%		49,8%		60,5%		70,0%		80,1%	
	лг	тг	лг	тг	лг	тг	лг	тг	лг	тг	лг	тг
0	11,2	85,4	11,3	—	13,2	86,0	13,7	86,2	14,9	83,3	16,4	83,4
10	26,0	76,1	28,8	75,0	33,3	70,0	35,0	65,0	38,7	61,6	45,1	57,4
20	34,1	63,8	41,2	59,6	44,8	58,6	53,2	46,6	58,5	38,0	74,3	22,2
30	35,7	65,6	45,0	55,4	50,5	48,1	68,9	31,2	80,5	19,8	90,3	6,2
40	37,1	63,2	48,3	51,4	59,7	40,1	81,8	18,8	92,0	4,2	94,0	2,3
50	39,2	63,1	51,8	47,3	68,8	32,0	89,0	10,5	94,8	4,1	93,9	2,1
60	40,2	62,3	51,8	46,9	71,9	26,7	95,1	3,7	94,3	4,1	91,3	2,5

Процесс механохимической деструкции полисахаридов идет по закону случая и, как следствие этого, подчиняется уравнению мономолекулярной реакции [1], [2]. Поэтому влияние концентрации серной кислоты можно было бы оценить по константам скорости деструкции. Однако в нашем случае температура процесса деструкции была переменной величиной. В связи с этим мы сочли преждевременным производить обработку экспериментальных материалов по кинетическим уравнениям.

О влиянии концентрации серной кислоты на скорость механохимической деструкции полисахаридов можно судить по следующим показателям. Максимальное количество полисахаридов, которое в исследованных нами условиях может быть переведено в легкогидролизуемое состояние, равно 94—95%. Как видим из табл. 1, повышение концентрации

серной кислоты, содержащейся в целлолигнине, с 60 до 80% позволяет сократить время размола в 1,5 раза, что имеет большое значение, так как пропорционально этому сокращается расход электроэнергии на размол и, соответственно, увеличивается срок эксплуатации оборудования.

Если ограничиться выходом легкогидролизуемой фракции 90% от всех полисахаридов, то в присутствии серной кислоты концентрацией 80% необходимое время размола составит 30 мин. О целесообразности такого решения говорит незначительное увеличение выхода легкогидролизуемой фракции за последующие 10 мин размола:

Результаты исследований показывают, что в зависимости от концентрации серной кислоты изменяются физические свойства растительного материала. Так, при размоле целлолигнина в присутствии 28,8%-ной и 40,2%-ной  $H_2SO_4$  размалываемая масса представляет пластичный материал, сильно пристающий к мелющим телам и стенкам вибромельницы. В присутствии 49,8%-ной кислоты размалываемая масса плотно приставала к стенкам вибромельницы, но размалывающие тела были чистыми. В присутствии 60,5%-ной  $H_2SO_4$  физические свойства размалываемого материала резко изменились, материал стал хрупким. Продукт размола представлял собой мелкодисперсный порошок с насыпным весом 0,55—0,65  $г/см^3$ , не прилипающий к стенкам вибромельницы. При дальнейшем увеличении концентрации серной кислоты до 70 и 80% материал становился все более хрупким, измельчение его шло очень быстро.

Согласно общетеоретическим воззрениям [1], на скорость механохимической деструкции огромное влияние оказывает физическое состояние полимера. Процессы измельчения и деструкции идут тем быстрее, чем более хрупок полимер. В нашем случае это обстоятельство и обусловило ускорение скорости механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина, поскольку с повышением концентрации серной кислоты в целлолигнине он становится все более хрупким. Исходя из этих данных, следует считать необходимым подвергнуть специальному исследованию процесс изменения физических свойств растительной ткани при концентрировании серной кислоты на поверхности клеточных стенок. Возможно, что при этом будут найдены условия, при соблюдении которых будет происходить еще более значительное изменение физических свойств целлолигнина, чем наблюдавшееся при проведении настоящих исследований.

Существенное значение имеет определение механизма деструкции. Какой вид деструкции имеет основное развитие? Хотя в процессе сушки влажного целлолигнина, содержащего серную кислоту, и концентрирования кислоты на поверхности клеточных стенок имеет место гидролитическая деструкция, этот вид деструкции при расходном модуле серной кислоты — 0,1 имеет ограниченное развитие. Максимальное содержание полисахаридов в целлолигнине, перешедших в легкогидролизуемое состояние в процессе сушки в присутствии серной кислоты, составило 16,4% от всех полисахаридов. Дальнейшая выдержка такого материала при 70—105° в течение нескольких часов практически не увеличила содержания легкогидролизуемой фракции. В условиях же размола на вибромельнице в присутствии 80%-ной серной кислоты уже через 30 мин в легкогидролизуемое состояние переходит 90% полисахаридов. Эти данные свидетельствуют о том, что основной является механохимическая, а не гидролитическая деструкция полисахаридов.

В заключение следует отметить, что метод концентрирования серной кислоты на поверхности клеточных стенок растительной ткани, помимо обеспечения возможности резкого снижения удельного расхода

серной кислоты и создания условий, благоприятствующих осуществлению механохимической деструкции полисахаридов, значительно расширяет возможность применения различных размалывающих аппаратов. В частности следует отметить перспективность применения высокоскоростной пневматической мельницы. Согласно литературным данным [5], коэффициент полезного действия такой мельницы выше, чем аппаратов с мелющими телами.

### Выводы

1. Продолжены исследования по механохимической деструкции полисахаридов в присутствии серной кислоты, сконцентрированной на поверхности клеточных стенок растительной ткани. Изучено в сопоставимых условиях влияние концентрации серной кислоты, содержащейся в растительном материале, при постоянном количестве серной кислоты — 0,1 модуля, считая по моногидрату.

2. Показано, что на скорость механохимической деструкции оказывает влияние концентрация серной кислоты, содержащейся в растительном материале.

3. Установлено, что значительное ускорение скорости механохимической деструкции происходит после того, как концентрация серной кислоты, равномерно распределенной на поверхности клеточных стенок растительной ткани, достигнет 60%. В этом случае при размоле на лабораторной вибромельнице в течение одного часа 95% полисахаридов целлолignина переходят в легкогидролизуемое состояние. В присутствии 80%-ной серной кислоты 90% полисахаридов переходят в легкогидролизуемое состояние за 30 мин размолу.

4. Высокая скорость механохимической деструкции полисахаридов растительной ткани обуславливается значительными изменениями физических свойств растительной ткани, происходящих при сушке влажного материала в присутствии серной кислоты до достижения концентрации кислоты 60—80%.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. К. Барамбойм. Механохимия полимеров. Изд-во научно-технической литературы РСФСР, М., 1961. [2]. Н. Грасси. Химия процессов деструкции полимеров. Изд-во иностранной литературы, М., 1959. [3]. Н. В. Чалов. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1. 1962. [4]. М. Е. Шпунтова, Е. Е. Шнайдер, С. В. Челиго. «Узбекский химический журнал» № 3, 1958. [5]. *Manufact. Chemist* 31, № 11, 490—493, 498, 1960.

Поступила в редакцию  
20 августа 1962 г.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

## О МУЛЬЧИРОВАНИИ ПОСЕВОВ В ПИТОМНИКАХ НА СЕВЕРЕ

В. П. ТАРАБРИН

Кандидат сельскохозяйственных наук

Ф. Б. ОРЛОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Необходимость широкого применения посадок при создании лесных культур в таежных лесах требует значительного количества семян.

Для успешного выращивания высококачественного посадочного материала необходимо применение агротехнических приемов, наиболее пригодных в условиях Севера. Одним из таких приемов, оказывающих существенное влияние на создание наилучших условий для прорастания семян, является мульчирование. Основная задача мульчирования — уменьшение испарения с поверхности почвы и создание благоприятного температурного режима.

В большинстве лесных питомников при выращивании семян ряда пород, высеваемых с мелкой заделкой семян (0,5—3,0 см), широко практикуют сплошное покрытие посевов. Однако применение сплошного мульчирования имеет ряд недостатков. С началом появления всходов покрывку требуется постепенно уменьшать, разреживать и затем полностью удалить. Несвоевременное изреживание или запаздывание с проведением этих работ приводит к тому, что часть всходов прорастает через покрывку или имеет тонкий, сильно вытянутый ствол. При переходе к резкому освещению значительная часть таких всходов погибает.

Сплошное покрытие ухудшает прогревание и увеличивает влажность почвы. Кроме того, постепенное изреживание и последующая укладка мульчи в междурядья требует дополнительных трудовых затрат.

Кафедра лесных культур Архангельского лесотехнического института на протяжении 1954—1962 гг. занималась изучением способов мульчирования в питомниках учебного-опытного лесхоза АЛТИ.

Опыты в питомниках проводили в разных микроклиматических и почвенно-грунтовых условиях: на свежей среднеподзолистой супесчаной, подстилаемой тяжелым суглинком почве и свежем дерново-слабоподзолистом суглинке на тяжелом суглинке.

Наблюдения проводили за сеянцами сосны, кедра, ели и лиственницы, а также рядом интродуцируемых пород с различными способами покрытия почвы. При сплошном мульчировании всю гряду покрывали слоем мха толщиной 5—6 см, при частичном — только межбороздковое пространство. Сами бороздки шириной 4—5 см остаются открытыми, они составляют около 25—30% продуктивной площади. Для более тесного контакта семян с почвой посевную бороздку уплотняли бруском той же ширины. Это способствует лучшему обеспечению семян влагой за счет капиллярного поднятия воды. На контрольных грядах сеянцы выращивали без покрытия.

В качестве материала мульчи использовали сфагновые и зеленые мхи.

Наши данные показали, что наиболее эффективным приемом в условиях Севера является частичное мульчирование, при котором посевные бороздки лучше прогреваются, что при достаточной влажности межбороздкового пространства, хорошей аэрации и постоянном подтоке влаги к семенам способствует более дружному и раннему появлению всходов.

Кроме этого, за счет более высокой грунтовой всхожести и уменьшения отпада количество всходов при частичном мульчировании больше на 15—20%, чем при сплошном, и на 30—40%, чем в посевах без него.

После появления всходов мульчу не требуется убирать, так как она оказывает защитное влияние, предохраняя сеянцы от ожога корневой шейки и ранних весенних заморозков. В то же время мульча создает неблагоприятные условия для появления и развития сорняков в междурядковом пространстве.

Наши наблюдения показывают, что в случае применения частичного мульчирования уходы за почвой в течение 1—1,5 месяцев после посева не требуются и, кроме того, значительно облегчаются последующие уходы.

Окончательную уборку покрывки при частичном мульчировании производят в дождливую погоду в конце июня; в засушливое лето — в конце июля.

Уменьшение покрываемой площади на 20—30% и исключение такого вида ухода, как разреживание покрывки, снижает долю трудовых затрат до 40%. Кроме того, сокращение количества трудоемких уходов за почвой способствует значительной экономии рабочей силы (до 15—20%).

---

Поступила в редакцию  
1 октября 1962 г.

## ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА И КАЧЕСТВА СЕМЯН ЧЕРНОЙ ОЛЬХИ ОТ СРОКА СБОРА ШИШЕК

**В. А. ЧЕРСТВИН**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(УкрНИИЛХА)

Черная ольха является самой продуктивной древесной породой в типах С<sub>5</sub> и особенно Д<sub>5</sub> (ольсах).

В настоящее время чистые культуры ольхи создают на значительных площадях, которые из-за высокой влажности непригодны для выращивания других хозяйственно-ценных пород. Кроме того, ольху вводят как примесь в тополевыи и ветловые культуры на достаточно влажных почвах.

В связи с увеличением посадки культур ольхи с каждым годом возрастает объем заготовок семян этой породы для выращивания сеянцев. Однако литературные данные о семенах ольхи весьма ограничены и разноречивы. То же можно сказать и о сведениях, которыми располагают по этому вопросу производственники в своей практической работе.

Наиболее существенным для лесохозяйственной практики является определение выхода и посевных качеств семян ольхи в зависимости от сроков сбора шишек. Необходимо также уточнить время созревания и рассеивания спелых семян. По всем этим вопросам нами были проведены в 1958—1960 гг. некоторые исследования в Змиевском лесничестве, Харьковской области.

Наблюдения показали, что в условиях лесостепи в теплую и сухую осень семена созревают в конце сентября и в начале октября начинается их рассеивание. При перепадающих осадках эти процессы задерживаются на 10—12 дней.

Ход выпадения семян ольхи из шишек определяли в период октябрь—март. Для сбора шишек были выбраны деревья 40—45 лет, растущие в условиях достаточного солнечного освещения и имеющие хорошо развитую крону. С этих деревьев периодически срезали по несколько плодоносящих веток (каждый раз с одних и тех же деревьев, в средней части кроны) и обрывали с них все шишки.

Шишки черной ольхи весьма различны по размерам, причем в урожайные годы они крупнее, а при слабых урожаях — мельче. Шишки более поздних сроков сбора тех и других годов имели меньший вес, что указывало на раскрытие их чешуек и выпадение части или всех семян.

Собранные шишки высушивали в комнате при температуре 25—27° С. Семена извлекали из шишек полностью путем обмолачивания в мешках.

Выход семян определяли от веса чистых шишек. Веточки и плодоножки были удалены. Отход их составлял 5—8% от общего веса заготовленного сырья.

Всхожесть семян определяли в соответствии с ГОСТом 2937—55 на семена древесных и кустарниковых пород в приборах для проращивания с электрическим нагревом воды.

Результаты исследований семян приведены в табл. 1, из которой видно, что выход семян ольхи в каждый последующий срок сбора шишек уменьшался. При этом посевные качества семян понижались.

Уменьшение абсолютного веса семян ольхи зимней заготовки показывает, что первыми выпадают из шишек более крупные, обладающие высокой всхожестью семена. Большая часть их рассеивается в течение первых 1,5—2 месяцев после созревания.

Шишки, собранные в поздние зимние сроки, содержат небольшое количество семян, причем всхожесть их очень низка. Семена мартовской заготовки практически уже непригодны для посевов. Кроме того, выход семян из этих шишек составляет всего лишь около 20% от выхода семян из шишек осеннего сбора.

Таблица 1

Год урожая	Время сбора шишек	Выход семян, %	Вес 1000 шт. семян в воздушно-сухом состоянии, г	Лабораторная всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1958	16.X-58	7,5	1,42	72	68
"	12.XI-58	6,3	1,36	67	61
"	4.XII-58	5,2	1,30	59	53
"	14.II-59	2,8	1,21	46	42
"	23.III-59	1,6	1,16	26	18
1959	15.X-59	5,3	1,40	63	59
"	7.XII-59	3,2	1,27	52	45
"	16.II-60	2,4	1,19	41	38
"	20.III-60	1,1	1,15	23	17
"	1.IV-60	—	—	—	—

Выход и качество семян зависят также от степени урожайности их. Так, из таблицы видно, что семена, заготовленные в одни и те же сроки в урожайный 1958 г. и при слабом урожае в 1959 г., имели различные выход и посевные качества. В первом случае эти показатели при всех сроках сбора были значительно выше, чем во втором.

Влажность семян ольхи при выпадении из шишек равнялась 11—12%, а в воздушно-сухом состоянии — 7,5—8,5%.

Поступила в редакцию  
4 июля 1962 г.



## О ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЕ ГОРНЫХ КЕДРОВНИКОВ

**В. Р. КАРЛИН**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Донская научно-исследовательская лесная опытная станция)

Несмотря на широкое распространение в горном Алтае кедровых насаждений, их возрастное строение и состояние изучены недостаточно, что и явилось основанием для постановки данного вопроса.

В районе работ распространена группа мшистых кедровников, имеющих наибольшее хозяйственное значение.

В этом типе леса заложены пробные площади (размером по 0,5 га каждая), две на вырубке 1958 г. и две в прилегающем материнском насаждении.

Методика наших исследований заключалась в том, что мы определяли возраст всех срубленных деревьев на пробах. Он колеблется в широких пределах от 1 года до 380 лет у кедра и от 1 года до 200 лет у пихты. Максимальный возраст кедра за пределами пробных площадей составлял 460 лет.

Распределение деревьев кедра и пихты по классам возраста приведено в табл. 1.

Таблица 1

Классы возраста	Распределение числа деревьев кедра по классам возраста	Классы возраста	Распределение числа деревьев кедра по классам возраста
IV	4	XII	6
V	6	XIII	13
VI	6	XIV	6
VII	4	XV	3
VIII	2	XVI	4
IX	4	XVII	4
X	7	XVIII	1
XI	6		
		Всего	76

Резкое уменьшение деревьев кедра в возрасте 260 лет и выше дает основание полагать, что этот возраст является началом естественной спелости насаждений. В связи с этим в перестойную часть кедровых насаждений (I поколение) нами отнесены деревья с 260 лет и старше (с XIII класса возраста). Остальная часть древостоя нами разделена на две равновеликие возрастные группы: спелая в пределах 161—260 лет (II поколение) и приспевающая в возрасте 61—160 (III поколение). Деревца до 60 лет относятся к подросту.

Первое поколение по числу стволов составляет 18%, по запасу — 46%. Диаметры варьируют от 48 до 100 см, средний диаметр 79 см. Средний возраст — 310 лет.

Второе поколение по числу стволов занимает 47%, по запасу — 50%. Диаметры изменяются в пределах 24—100 см, средний — 58 см. Средний возраст — 202 года.

Третье поколение составляет соответственно 29 и 8%. Средний диаметр 21 см, средний возраст — 94 года.

Для учета урожайности кедровников на двух пробах было взято по одному модельному дереву от каждого возрастного поколения (всего шесть моделей). Количество шишек определяли биологическим методом. Учет показал, что за последние семь лет плодоносят в основном деревья первого возрастного поколения. Примерно

в 2—3 раза меньше шишек имеют деревья второго поколения. Молодая часть насаждения или вовсе не плодоносит или приносит очень мало шишек. Из всех семи календарных лет 1959 год является самым неурожайным.

Для выявления степени поражения грибными заболеваниями кедровников нами произведено обследование пней на лесосеках.

Кедр большей частью поражен центральной бурой гнилью. У деревьев III и II поколений гниль находится в начальной стадии. В этой стадии центральная часть ствола становится слегка темнее, чем здоровая древесина. У представителей I возрастного поколения гниль имеет бурую окраску, структура древесины нарушена, часто образуется дупло.

Данные обследования свидетельствуют о том, что 33% стволов кедра I поколения поражены гнилями, 35% имеют дупло.

Во II поколении гниль встречается меньше (30%). Молодая часть насаждения (III поколение) оказалась наиболее здоровой (17%).

Распространение гнили по высоте у стволов I поколения достигает 15—20 м.

---

Поступила в редакцию  
7 апреля 1962 г.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

### НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ УЧЕБНО-ОПЫТНЫХ И ОПЫТНЫХ ЛЕСХОЗОВ В БОЯРСКОМ УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ УКРАИНСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Учебно-опытные и опытные лесхозы являются специфическими предприятиями, где на опыте ведения хозяйства в определенной зоне студенты лесных факультетов приобретают первые навыки в работе по своей специальности. Лесхозы являются также базой для изыскания путей дальнейшего совершенствования ведения лесного хозяйства и повышения его продуктивности.

По инициативе лесохозяйственного факультета и Боярского учебно-опытного лесхоза Украинской сельскохозяйственной академии была создана первая за время существования учебно-опытных лесхозов научно-производственная конференция по обмену опытом их работы. Она проходила с 28 сентября по 3 октября 1962 г.

В конференции приняли участие работники учебно-опытных лесхозов Украины, Российской Федерации, Белоруссии, Эстонии, Латвии, Литвы и Казахстана, — всего 85 человек, в том числе 28 деканов, профессоров и доцентов лесохозяйственных факультетов, 16 директоров и главных лесничих учебно-опытных и опытных лесхозов, 3 директора лесных опытных станций и 38 лесничих, инженеров и других работников учебно-опытных лесхозов.

Конференцию открыл ректор академии профессор С. И. Лебедев.

В первый день конференции было заслушано 12 докладов.

Доклад декана лесохозяйственного факультета УСХА проф. В. И. Гусева был посвящен итогам перехода лесохозяйственного факультета академии на новый индивидуальный учебный план, составленный применительно к новой структуре и задачам лесного хозяйства в УССР. В своем докладе он отметил роль Боярского учебно-опытного лесхоза как учебной и производственной базы лесохозяйственного факультета, а также остановился на опыте сочетания производственной работы студентов I и II курсов с учебой по новому учебному плану.

В последующих докладах была освещена деятельность учебно-опытных лесхозов: Боярского (директор В. П. Головащенко), Лисинского (главный лесничий Э. В. Ос-



мачко), Ивано-Франковского (декан факультета Львовского ЛТИ доц. Г. М. Бродович), Щелковского (главный лесничий М. Т. Клишо), Негорельского (директор А. П. Харитонович), лесхозов Казахского СХИ (канд. сельскохозяйственных наук Д. Е. Гуриков), лесхоза Брянского ТИ (директор А. П. Маевский), лесхоза Поволжского ЛТИ (директор В. М. Валов), лесхоза Эстонской сельскохозяйственной академии (ст. преподаватель т. Кругуль) и Жорновской ЛОС БТИ (канд. сельскохозяйственных наук В. И. Поджаров).

Второй и третий дни были посвящены осмотру ряда объектов в Боярском лесхозе. Были показаны: опытный участок по выращиванию бессучковой древесины сосны, культуры — сосны разной густоты с участием дуба черешчатого и бореального, березы, можжевельника виргинского, созданные поёадкой при помощи СЛН-2 с последующим механизированным уходом в междурядьях, культуры сосны и дуба с люпином многолетним в междурядьях, с различной глубиной обработки почвы, гибридных тополей; производственный парк лесохозяйственных машин и тракторов, постоянные пробные площади, заложенные кафедрами, студенческие городки, участок сосны с гнездованием голубых цапель и т. д. Пояснения давали: проф. М. В. Давидов, доц. А. Н. Чернега, лесничие Боярского лесничества П. И. Пасько, Звонковский — В. Е. Свириденко, Жорновского — В. С. Галицкий и младший научный сотрудник Боярский ЛОС И. А. Никитин. Осмотр каждого объекта в лесу сопровождался оживленным обменом мнениями, иногда переходившим в настоящие дискуссии. Однако в целом участники конференции отмечали высокую организацию лесокультурного дела в лесхозе, значительную механизацию производственных процессов по посадке леса, уходу за культурами, высокое качество строительства, хорошую дорожную сеть и хорошо поставленную лесохозяйственную и противопожарную пропаганду. Одновременно было указано на слабую интенсивность рубок ухода.

На четвертый день участники конференции посетили лесохозяйственный факультет академии. Декан факультета проф. В. И. Гусев ознакомил их с историей факультета, кафедрами, аудиториями, лабораториями и их оснащением, с дендрологическим садом; после этого участники посетили Выставку передового опыта в народном хозяйстве УССР, где были осмотрены также различные полезащитные полосы.

В последний день конференции, 3 октября, состоялось обсуждение заслушанных докладов и подведение итогов экскурсий.

С анализом современного состояния и перспектив развития учебно-опытных лесхозов, учебной и производственной их деятельности, состояния опытной работы и ее развития выступили зав. кафедрой лесных культур УСХА проф. Б. И. Логгинов, зав. кафедрой лесоводства Белорусского технологического института проф. Б. Д. Жилкин, проф. кафедры лесоводства Воронежского лесотехнического института М. С. Чернобровцев, декан лесохозяйственного факультета УСХА проф. В. И. Гусев, декан лесохозяйственного факультета Саратовского сельскохозяйственного института доц. З. И. Акаимова, доц. Литовской сельскохозяйственной академии В. А. Стинкас и др.

Выступающие также отмечали, что, несмотря на некоторое улучшение работы учебно-опытных лесхозов, они еще не превратились в образцовые хозяйства, в полной мере отвечающие современным требованиям. До сих пор не пересмотрено в соответствии с «Законом об укреплении связи школы с жизнью» положение об учебно-опытных лесхозах, не отрегулированы взаимоотношения между вузами и учебно-опытными лесхозами по вопросам финансирования, производственной, учебной и научной работы, а также взаимоотношения между местными органами лесного хозяйства и учебно-опытными лесхозами.

Во многих учебно-опытных лесхозах недостает современных механизмов, машин и оборудования, недопустимо мало транспортных средств.

Совершенно неудовлетворительно поставлена оплата труда руководящих и инженерно-технических работников в учебно-опытных лесхозах, где категории оплаты устанавливаются по тем же принципам, что и для производственных лесхозов. Это привело к тому, что в некоторых учебно-опытных лесхозах есть работники, не удовлетворяющие высоких требований, стоящих перед ними.

Участники конференции рассмотрели и одобрили разработанный лесохозяйственным факультетом УСХА проект типового устава учебно-опытного лесхоза высшего учебного заведения. В заключение было принято развернутое решение, направленное на улучшение работы учебно-опытных лесхозов.

Была также единодушно одобрена инициатива лесохозяйственного факультета УСХА и Боярского учебно-опытного лесхоза по созыву настоящей конференции; принято решение проводить такие конференции ежегодно. Очередная конференция назначена в 1963 г. в Лисинском учебно-опытном лесхозе Ленинградской лесотехнической академии.

**В. И. Гусев.**

*Профессор, декан лесохозяйственного факультета.*

**В. П. Головащенко.**

*Директор Боярского учебно-опытного лесхоза.*

## СОВЕЩАНИЕ ПО ОБЛЕСЕНИЮ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ, РЕК И КАНАЛОВ

С 25 по 29 августа 1962 г. в Волгограде проходило научно-техническое совещание по системе и способам создания защитных лесных насаждений по берегам крупных водохранилищ, судоходных рек и каналов.

В совещании приняли участие работники научно-исследовательских учреждений и высших учебных заведений, проектных и производственных организаций, партийных и советских органов.

Совещание было организовано Всесоюзным научно-исследовательским институтом агролесомелиорации совместно с Министерством сельского хозяйства РСФСР, Центральным правлением НИТО сельского и лесного хозяйства, Главлесхозом РСФСР, «Агролеспроект», институтом географии АН СССР, Главлесхозом УССР и УкрНИИЛХом.

Открывая совещание, председатель Оргкомитета директор ВНИАЛМИ проф. А. В. Альбенский отметил все возрастающее значение защиты рек и водохранилищ от загрязнения и заиления. Всего на совещании было заслушано 16 докладов.

Первый доклад — о некоторых принципиальных вопросах комплекса лесомелиоративных мероприятий по берегам крупных водохранилищ, рек и каналов СССР — был сделан А. В. Альбенским.

Затем были заслушаны доклады: «Проектирование защитных лесонасаждений в зоне водохранилищ и крупных судоходных рек» (Н. Я. Емельянов, «Агролеспроект»); «Результаты исследований защиты рек и водохранилищ» (Ю. П. Бяллович, УкрНИИЛХ); «О защите питьевых водохранилищ лесными насаждениями» (В. Т. Николаенко, «Агролеспроект»); «Комплекс мероприятий по борьбе с заилением Волгоградского водохранилища» (Л. И. Расторгуев, ВНИАЛМИ); «О разведении дикого риса на мелководьях Волгоградского водохранилища» (С. М. Синявская, Гидропроект); «Создание илофильтров по днам Донских балок» (В. К. Духнов, ВНИАЛМИ); «Опыт

облесения канала им. Москвы» (А. Р. Родин, МЛТИ); «Зеленые насаждения Волго-Донского судоходного канала им. В. И. Ленина» (И. П. Дударев, Управление Волго-Донского судоходного канала); «Прогноз волновой переработки берегов и проектирование защитных лесных насаждений на перерабатываемых берегах» (В. А. Афанасьев, «Агролеспроект»); «Защитные лесонасаждения по берегам водохранилищ Каунасской ГЭС» (М. С. Даутак, Литовский НИИЛХ); «Опыт облесения меловых склонов р. Волги» (В. М. Сидорова, Саратовский СХИ); «Фитомелиоративные приемы защиты почв в зоне водохранилищ» (А. М. Бялых, ВНИАЛМИ); «Агротехника выращивания посадочного материала и создания культур древесных ив в условиях Полесья» (П. И. Вакулок, Житомирское областное управление лесного хозяйства и охраны леса).

Кроме того, на совещании выступили И. П. Федоров (Гидропроект), М. Г. Пинчук (Главлесхоз РСФСР), Ф. И. Травень (редакция журнала «Лесное хозяйство»), А. Г. Грачев (Волгоградское управление лесного хозяйства и охраны леса); А. Ф. Калашников, Г. П. Сурман (ВНИАЛМИ) и др.

Для участников совещания были организованы две экскурсии по г. Волгограду и в Дубовский механизированный лесхоз).

Во время экскурсий были осмотрены Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС и насаждения на сухих откосах плотины, а также лесонасаждения знаменитого Мамаева-Кургана, представляющие особый интерес при создании насаждений в трудных лесорастительных условиях.

В Дубовском механизированном лесхозе участники совещания ознакомились, прежде всего, с гнездовыми дубовыми насаждениями, созданными в 1962 г. по методу акад. Т. Д. Лысенко. Затем были осмотрены защитные лесонасаждения по берегам Волгоградского водохранилища с простейшими гидро-

техническими сооружениями (обвалованием), а также прибалочные насаждения и прибрежные склоны с лесолуговым освоением.

После обсуждения докладов совещание приняло развернутое постановление.

Совещание отметило значительную работу, проводимую Главлесхозами РСФСР и УССР по осуществлению облесительных работ и ведению лесного хозяйства в зонах крупных водохранилищ, объединением «Агролеспроект» по проектированию комплекса защитных мероприятий по берегам рек, водохранилищ и других водоемов, а также научными учреждениями.

На совещании указывалось, что у нас в стране ведутся большие работы по предотвращению заиления и загрязнения рек и водохранилищ, защите их берегов от разрушения волнобоем путем создания системы агролесомелиоративных мероприятий, а также озеленительные работы по декоративному оформлению водохранилищ, рек и других водоемов.

Совещание отметило, что научные учреждения и производственные организации пока не проявляют должной инициативы и настойчивости в обобщении накопленного опыта по созданию защитных лесных насаждений на берегах рек, водохранилищ, каналов, а также по их влиянию на улучшение природных условий. В соответствии с этим совещание поручило ВНИАЛМИ совместно с УкрНИИЛХом и «Агролеспроек-

том» разработать в 1963 г. рекомендации по применению комплекса мероприятий по защите рек, водохранилищ и каналов от заиления и берегов их от разрушения, применительно к природным зонам и экономическим районам страны. Научным учреждениям совещание рекомендовало осуществлять более глубокое изучение защитного действия различного рода и назначения защитных насаждений, плодово-ягодных культур, лесолугового освоения склонов и их экономической эффективности; совершенствовать существующие и разрабатывать новые способы и приемы защиты рек и водохранилищ от заиления и их загрязнения.

Совещание поручило ВНИАЛМИ осуществлять координацию всех исследований лесомелиоративного и противозернонного характера, проводимых в целях защиты рек, водохранилищ, каналов и дамб от разрушения и заиления, а также подготовить и издать в 1963 г. сборник работ по обобщению опыта проектирования и облесения берегов рек, водохранилищ и других водоемов.

Было бы весьма полезным опубликование специальным изданием материалов этого научно-технического совещания.

Осуществление намеченных мероприятий будет способствовать разработке наиболее радикальных и экономичных средств защиты берегов рек, водохранилищ и других водоемов.

**В. Т. Николаенко**

*Кандидат сельскохозяйственных наук.*

## ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

СТУДЕНТЫ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА  
ЗАЩИЩАЮТ ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ

Шесть дней продолжалась защита 55 дипломных проектов студентов — выпускников лесохозяйственного факультета Новочеркасского инженерно-мелиоративного института. Государственная экзаменационная комиссия выслушала проекты по широкому кругу вопросов. По направленности их можно разделить на три группы. Первая — изучение и обобщение передового опыта ведения хозяйства в естественных насаждениях, в степных посадках, вдоль линий железных дорог и т. д. (32 работы). Очень интересные проекты, в которых подведены итоги и даны рекомендации по методам культур и по способам посева. Было несколько дипломных проектов по естественному возобновлению, по мерам содействия и по изучению пойменных насаждений твердолиственных и мягколиственных пород Дона и Волги.

Выделяется своей направленностью вторая группа — проекты выращивания защитных насаждений на орошаемых и неорошаемых землях в колхозах и совхозах (16 работ), выполненные по заказам организаций. Дипломники изучили состояние существующих посадок, предложили проекты размещения защитных полос на территории, дали схемы посадок и составили все расчеты на их выращивание. Все проекты имеют разделы по экономической эффективности предлагаемых мероприятий.

К этой же группе проектов надо отнести массовые таблицы хода роста осокоря и ивы в пойменных насаждениях р. Дона. Есть проект озеленения жилого массива в г. Новочеркасске.

С некоторыми поправками работы этой группы можно принять для осуществления в лесхозах Ростовской области, а возможно, и в соседних. Они представляют собой отличную форму связи учебных и производственных заданий.

Следует отметить третью группу дипломных проектов, в которых исследуются вопросы биологии древесных пород и по ним даются рекомендации, — это изучение грецкого ореха в Ростовской и соседних областях и опыта введения его. Очень интересно исследование взаимоотношений древесных пород в степных

насаждениях через корневые системы. Выявлена противоречивая роль сопутствующих пород и кустарников для дуба. Некоторые из них, сильно затеняя почву, конкурируют с дубом за влагу в почве и их надо удалять.

Сессия показала также большой географический диапазон выполненных дипломных работ: от основных насаждений Первомайского лесхоза в Рязанской области до хвойных насаждений Западного Кавказа; от лесхоза под Киевом до пойменных насаждений Волги и Волгоградской области.

Во всех проектах подсчитана хозяйственная эффективность, учтены механизация работ и требования техники безопасности, что свидетельствует о широте подготовки студентов на факультете за время учебы.

Из 55 человек 43 дипломанта получили отличные и хорошие оценки, трое из них удостоены дипломов с отличием и двое рекомендованы на научно-исследовательскую работу.

Недостатком является очень малое количество работ по обобщению опыта механизации лесохозяйственных работ в степных районах (только два проекта) и по экономике и организации рубок (одна работа). Нет проектов по применению гербицидов для уничтожения поросли, а также таких, в которых изучалось бы внедрение хозяйственного расчета во всех отраслях хозяйства лесхозов. Хотелось бы усилить исследования в конкретных проектах и, наоборот, в работах, обобщающих опыт, усилить проектную часть.

Все проекты выполнены на реальной основе и имеют конкретное значение. Всем им дана положительная оценка инженерами лесного хозяйства — производственниками. Было бы очень желательно довести до сведения широкой лесной общественности хотя бы весьма краткое содержание проектов путем издания аннотаций.

**А. В. Альбенский.**

*Профессор,  
доктор сельскохозяйственных наук.*

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О КНИГЕ А. П. ШИМАНЮКА  
«СОСНОВЫЕ ЛЕСА СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА» \*

О лесах Сибири и Дальнего Востока за последние 50 лет было опубликовано немало очерков и статей в разных изданиях, но они, к сожалению, были почти совершенно недоступны широкому кругу лесоводов и поэтому оставались, несмотря на свою ценность, мертвым капиталом.

Тем с большим удовлетворением надо отметить выход в свет книги доктора сельскохозяйственных наук А. П. Шиманюка, в которой обобщены данные о сосновых лесах Сибири и Дальнего Востока на основании огромного числа опубликованных источников и, что особенно ценно, с использованием материалов лесоустройства Главного Управления лесного хозяйства и охраны леса при Совете Министров РСФСР.

Работа написана в Институте леса и древесины Сибирского отделения Академии наук СССР, иллюстрирована диаграммами, картами, таблицами и большим числом фотографий.

В книге даны описания сосновых лесов Западной Сибири (Тюменской, Томской, Новосибирской, Омской, Курганской и Кемеровской областей, Алтайского края), Казахстана, Восточной Сибири (Красноярского края, Иркутской и Читинской областей, Бурятской, Тувинской и Якутской АССР), Дальнего Востока. В заключение книги дана особая обобщающая глава «Основные типы сосновых лесов Сибири и их возобновляемость». Эта глава особенно ценна для практических деятелей лесного хозяйства, так как в ней в сжатой, доступной форме изложена сущность всей книги. Поэтому мы считаем необходимым передать читателям краткое содержание этой завершающей главы.

Согласно формулировке типологического совещания 1950 г. в Москве автор принимает, что «тип леса — это участки леса, однородные по составу древесных пород, по другим ярусам растительности и фауне, по комплексу лесорастительных условий, по взаимоот-

ношениям между растениями и средой, по восстановительным процессам и по направлению смен в них, а следовательно, требующие при одинаковых экономических условиях однородных лесохозяйственных мероприятий» \*.

Обобщая наблюдения исследователей-лесоводов, таксаторов, лесоустроителей, автор установил для Сибири и Дальнего Востока следующие 10 групп типов леса (стр. 157—168): 1) сосняки лишайниковые, или боры-беломошники; 2) сосняки-зеленомошники, или сосняки мшистые; 3) сосняки травяные; 4) сосняки долгомошники; 5) сосняки сфагновые; 6) сосняки сложные; 7) сосняки сухие и очень сухие; 8) сосняки каменистые, или каменные; 9) сосняки толкнянковые; 10) сосняк лимнасовый (с докромом из злака лимнаса «Стеллера») и близкие к нему типы леса.

В группу лишайниковых сосняков входят: лишайниковый основной, лишайниково-брусничный, плауново-брусничный и водяниково-лишайниковый типы. Встречаются они «во всей лесной зоне Сибири на сухих бедных песчаных, реже супесчаных почвах, слабооподзоленных, по наиболее повышенным элементам бугристо-холмистого рельефа и на самых повышенных местах на плато...» Их производительность колеблется от V до III класса бонитета. Возобновление под пологом удовлетворительное. Вырубки при наличии обсеменителей возобновляются только сосной с крайне незначительной примесью березы и лиственницы в местах ее произрастания, но медленно. Период возобновления иногда растягивается на десятилетия. В южных лесостепных районах в ряде случаев потребуются культуры.

В группу сосняков-зеленомошников входят: зеленомошник (чистый), брусничник, ягодниковый (бруснично-черничник), бруснично-можжевельниковый, бруснично-ракетниковый, бруснично-разнотравный, бруснично-багульниковый.

\* Изд-во АН СССР, 1962. Под ред. проф. А. Б. Жукова, тираж 1200 экз.

\* Труды совещания по лесной типологии. 1951, стр. 132.



вый, черничник, кисличник, рододендроновый и ольховниковый (последние два преимущественно в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке).

По словам автора, «это наиболее важная и чрезвычайно широко распространенная в Сибири группа сосновых типов леса как в равнинных условиях всей лесной зоны, так и в нижнем и среднегорном поясах гор. Почвы под сосняками-зеленомошниками большей частью песчаные и супесчаные, иногда суглинистые, слабо- и среднеподзолистые, свежие, реже суховатые».

К сосне в древостоях примешиваются в небольшом количестве береза, лиственница, ель, кедр и другие породы. Производительность сосняков колеблется от IV до II класса бонитета. Под пологом подрост главных пород имеется в достаточном количестве. При условии его сохранения и при оставлении хороших обсеменителей (они достаточно ветроустойчивы) вырубki успешно возобновляются сосной при незначительной примеси других пород. Полезна минерализация почвы.

В группу сосняков травяных входят: разнотравный, осоково-разнотравный, злаково-разнотравный, вейниковый или вейниково-разнотравный, широколистный, орляковый или орляково-разнотравный, приручевый, пойменный.

«Группа травяных сосняков, — пишет автор, — весьма широко распространена в средней и южной тайге, в зоне степенных и горных лесов как Западной, так и Восточной Сибири и Дальнего Востока». Травяные сосняки чаще всего таксируются по I—II классам бонитета. На вырубках и гарях они сменяются листовыми породами с примесью сосны и других хвойных. «Культуры сосны и других ценных пород в группе травяных боров, — говорит автор, — будут преобладать над естественным возобновлением». Последнему может помочь сохранение подрост хвойных при рубке, оставление обсеменителей и сильная минерализация почвы огнем (при очистке мест рубок) и механическим путем.

В группе сосняков-долгомошников автор различает сосняки — багульниковый, долгомошно-сфагновый и долгомошно-вейниковый. Они встречаются в Западной и Восточной Сибири на более пониженных положениях на песчаных почвах с признаками заболачивания и оглеения. Возобновление их под пологом и на вырубках идет неудовлетворительно из-за разрастания мохового ковра. Автор считает, что для успеха естественного возобновления нужны сильная минерализация почвы, создание микровозвышений и подсев на них семян сосны.

В группе сосняков сфагновых выделены: сфагновый, осоково-сфагновый, хвощево-сфагновый, кассандрово-сфагновый, багульниково-сфагновый и кассандрово-багульниково-сфагновый типы.

Эта группа распространена чрезвычайно широко в северной, средней, южной подзонах тайги и в подзоне остепененных лесов Западной Сибири. В лесах Восточной Сибири и на Дальнем Востоке она встречается реже. Возобновление происходит слабо, в длительные сроки. Древостои сфагновых сосняков принадлежат к V и Va классам бонитета.

В группу сосняков сложных входят сосняки с липой в подлеске (иногда во втором ярусе) в Свердловской и Тюменской областях и с дубом монгольским в подлеске и во втором ярусе на Дальнем Востоке. Возобновление их весьма затруднено как под пологом, так и на вырубках. К группе сухих и очень сухих относятся сосняки с подлеском из различных сухолюбивых кустарников: спирен, жимолости татарской, кизильника черноплодного, вишни степной, акации желтой и др.

Они встречаются часто в подзоне остепененных и горных лесов Западной Сибири, Северного Казахстана и в южной части Восточной Сибири. Возобновление идет удовлетворительно. Производительность колеблется от II до Va класса бонитета.

В группе сосняков каменистых или каменных автор не выделяет отдельных типов леса. Встречаются они довольно часто в областях с горным рельефом, относятся по производительности к IV—V классам бонитета. Подрост сосны в них значителен.

Сосняки толокнячковые и сосняки лимнасовые и близкие к ним типы леса встречаются редко: первый — в Прибайкалье (по производительности принадлежит к IV—V классам бонитета), второй — в Якутии и Читинской области (IV класс бонитета), близок к травяным борам.

Таково содержание книги А. П. Шиманюка. Ее научное и практическое значение огромно. Предложенная автором классификация типов сосновых лесов Сибири и Дальнего Востока подкупает читателя своей обоснованностью, ясностью и большой емкостью.

Бесспорно, эта классификация найдет применение и в лесах европейского Севера.

Нельзя не пожелать, чтобы книга А. П. Шиманюка была издана также Гослесбумиздатом для широкого круга читателей.

А. В. Тюрин

Профессор,  
доктор сельскохозяйственных наук.

## «ДЕРЕВЬЯ И КУСТАРНИКИ СССР»\*

В 1962 г. вышел в свет последний, шестой, том крупного издания «Деревья и кустарники СССР», общим объемом около 250 печ. листов. Этот труд надо особенно приветствовать потому, что в настоящее время, в соответствии с решениями XXII съезда КПСС, всестороннее и полное использование производительных сил природы является первостепенным делом. Перед шеститомным изданием, задуманным еще до Великой Отечественной войны (в 1941 г. был подготовлен к печати I том), были поставлены следующие задачи: провести инвентаризацию дикой и культурной древесной и кустарниковой флоры СССР; показать, где, как и для каких целей это огромное богатство может быть использовано в народном хозяйстве; на основе результатов опыта интродукции деревьев и кустарников в СССР разработать теорию интродукции древесных растений.

В соответствии с названными задачами в работе дается морфологическая, биологическая и экологическая характеристика каждого вида древесного растения; приводится карта с нанесением на ней первичного (естественного) и вторичного ареала; составлен ключ для определения главных таксонов; указывается название вредителей и болезней и меры борьбы с ними. Для видов, имеющих важное народнохозяйственное значение, рекомендуются способы культуры, а также дается оценка пригодности их для зеленого строительства.

Особенно ценным в работе является то, что для наиболее изученных видов дается описание форм, систематизированных по форме ствола и кроны, окраске листьев, направлению ветвей и т. д., то есть по признакам, важным для зеленого строительства. Кроме того, дается летопись каждого интродуцированного вида, то есть указывается, кем, где, когда и откуда это растение перенесено впервые на новое место.

Книги украшены прекрасно выполненными рисунками ветвей, листьев, шишек, плодов, семян, что является особенно ценным для сравнения при определении растений.

Благодаря такому обстоятельному описанию каждого вида древесного растения, рядом с общеупотребительным названием которого приводятся и синонимы, все издание является особенно полезным лесоводам, работникам зеленого строительства, учащимся растениеводческих вузов и любителям.

Вот почему шесть томов, содержащих описание деревьев и кустарников, являются сейчас уникальным изданием и настольной книгой каждого дендролога и лесовода.

Почин издания «Деревьев и кустарников СССР» явился толчком к составлению региональных флор, основной задачей которых, отличающей их от шеститомного издания, должно стать описание еще более мелких местных таксонов — географических разновидностей, форм и даже отдельных особо ценных экземпляров.

\* Изд. АН СССР, Ботанический институт им. В. Л. Комарова, М.-Л., 1949—1962.

Л. Ф. Правдин

Профессор,

доктор биологических наук.

## СОДЕРЖАНИЕ

Ф. И. Коперин. За ускорение технического прогресса в лесном производстве	3
--	---

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. С. Соколов. Действие раствора гиббереллина на всхожесть семян лесных пород	9
В. Е. Кизенков, Ф. Б. Орлов. Результаты аэросева в Квандозерском лесничестве Архангельской области	13
Э. Н. Фалалеев. Сортиментация пихтовых древостоев Сибири по товарным таблицам	18
А. П. Федин. К обоснованию оптимальных значений углов резания сошников лесопосадочных машин	23
А. В. Афанасьев. Естественное изреживание насаждений	27
А. М. Ильин. К вопросу о действии арборицида 2,4-Д на лещину	32
П. А. Положенцев, Б. Г. Тронцкий. Майский хрущ в лесах Марийской АССР	35
Н. Г. Акимочкин. Лиственница в лесостепи	39
Г. Д. Ярославцев. Секвойя гигантская в лесных культурах Крыма	43
П. С. Каплуновский. Опыты по содействию естественному возобновлению крымского бука	46
Л. В. Бицин. Таксационные признаки девственных разновозрастных букво-пихтовых и пихтовых насаждений Северо-Западного Кавказа	50

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

З. С. Цофин. Исследование изменения собственного веса пакетов хлыстов по их длине	54
А. В. Ященко. Укрепление грунтов сульфитно-спиртовой бардой методом термической обработки	62
Б. Г. Гастев, Н. А. Гайдар. Экспериментальные исследования величины ударных нагрузок при соударениях лесовозных вагонов	67
А. И. Шнейдер, Г. И. Шелопаев. О физико-механических свойствах грунтов земляного полотна лесовозных автомобильных дорог в условиях Красноярского края	75
К. А. Чекалкин. К теории расчетов средств остановки плотов	82
В. Д. Григорьев. Новое в проектно-изыскательских работах	94

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

И. И. Гордиенко, Г. С. Корецкий, Т. К. Майко. Некоторые методические вопросы пропитки физиологически активной древесины	99
В. Н. Петри, Д. А. Беленков. Влияние термической обработки древесины сосны на ее противогнильную стойкость	104
С. Ионайтис. Некоторые физико-механические свойства древесины неликвидных сучьев	110
В. В. Янов. Антифрикционные свойства древесины	114
Е. М. Боровиков. Влияние плущения и формования на изменение микротвердости, макроструктуры и распределение деформаций в зубьях рамных пил	119
А. П. Берсенева, Б. В. Васильев, В. Я. Онучин. Определение влажности древесины методом ядерного магнитного резонанса	127

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- А. К. Славянский. Транспортабельная сушилка периодического действия для щепы . . . . . 131
- Г. К. Уткин, В. Н. Козлов. Получение фурфурольно-ацетонового мономера из слабых водных растворов фурфурола . . . . . 134
- Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, И. П. Сидоровская, Н. А. Андрианов, С. Я. Коротов. Диффузия канифоли в бензиновых растворах, находящихся в капиллярах древесины. Сообщение 3. Место диффузии в капиллярах в общем процессе экстракции канифоли из древесины . . . . . 140
- Б. Ф. Никандров, А. К. Славянский, М. Н. Соколова. Получение фурфурола в процессе предпиролиза древесины. Сообщение 2 . . . . . 150
- Н. В. Чалов, Ю. К. Лаппо-Данилевский. Механохимическая деструкция полисахаридов в присутствии серной кислоты. Сообщение 2. Влияние на процесс концентрации серной кислоты . . . . . 156

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- В. П. Тарабрин, Ф. Б. Орлов. О мульчировании посевов в питомниках на Севере . . . . . 161
- В. А. Черствин. Зависимость выхода и качества семян черной ольхи от срока сбора шишек . . . . . 163
- В. Р. Карлин. О возрастной структуре горных кедровников . . . . . 165

### НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- В. И. Гусев, В. П. Головащенко. Научно-производственная конференция учебно-опытных и опытных лесхозов в Боярском учебно-опытном лесхозе Украинской сельскохозяйственной академии . . . . . 167
- В. Т. Николаенко. Совещание по облесению берегов водохранилищ, рек и каналов . . . . . 169

### ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

- А. В. Альбенский. Студенты лесохозяйственного факультета защищают дипломные проекты . . . . . 171

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- А. В. Тюрин. О книге А. П. Шиманюка «Сосновые леса Сибири и Дальнего Востока» . . . . . 172
- Л. Ф. Правдин. «Деревья и кустарники СССР» . . . . . 174

### ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1.

(Год издания шестой)

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 8—10 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большом объеме — до 16 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *I* и *j*, *z* и *ξ*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и матема-

тических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тети на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректурой статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

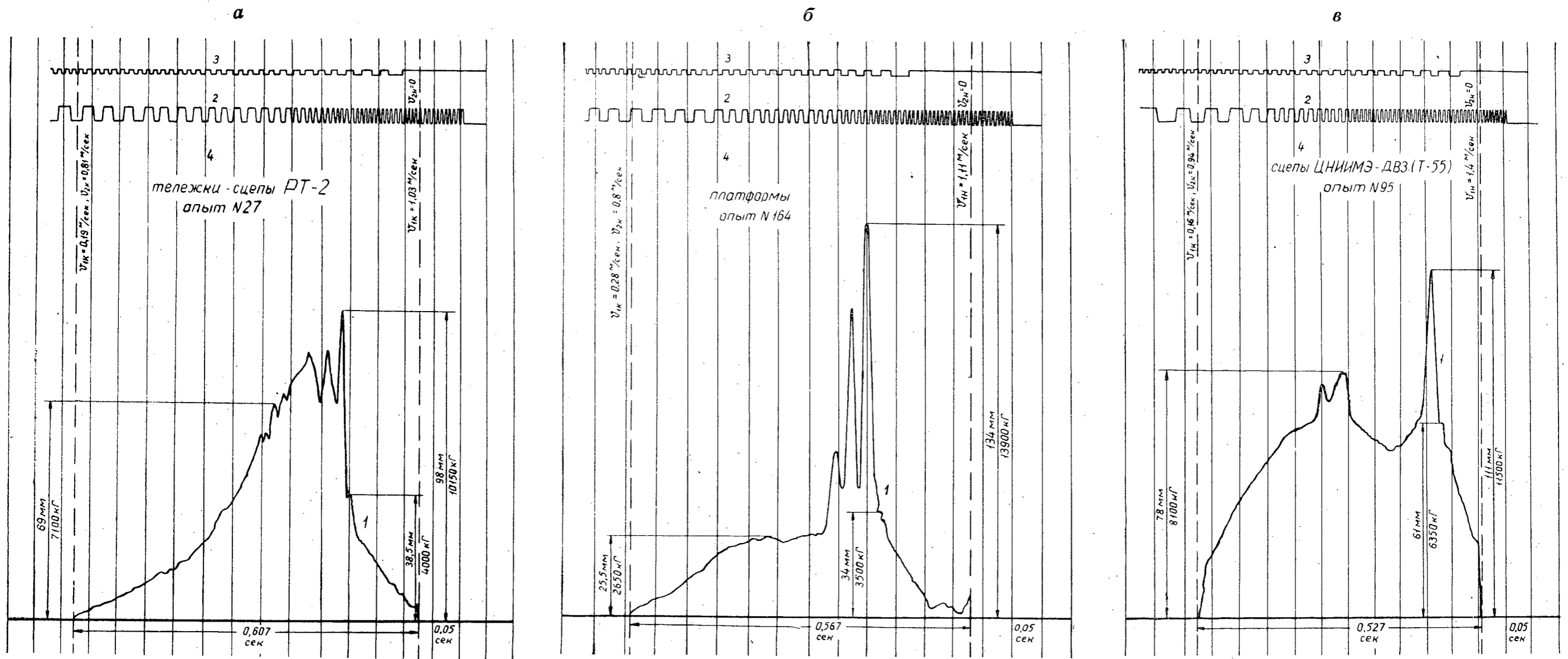


Рис. 3.

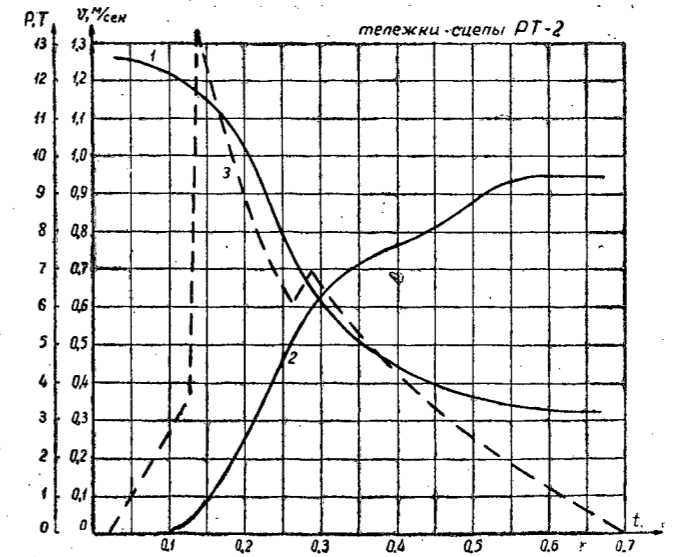
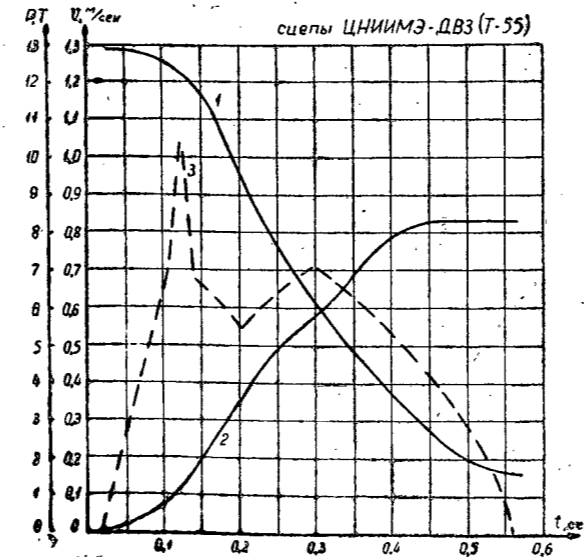
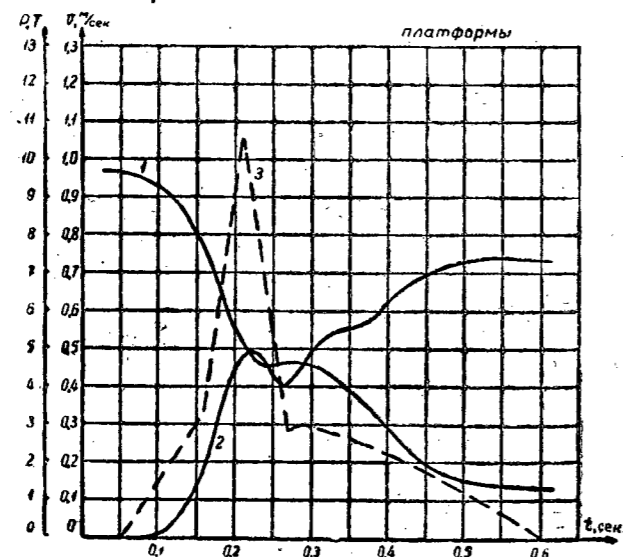


Рис. 4.

Таблица 1

Лесничество	Квартал	Время посадки	Происхождение семян	Происхождение посадочного материала	Возраст посадочного материала, лет	Характеристика лесокультурной площади	Способ подготовки почвы	Способ посадки	Размещение культур	Первоначальная густота	Уход	Число сохранившихся деревьев	
												в 1958 г.	в 1960 г.
Гурзуфское	16	Осень 1950 г.	—	Сеянцы выращены во ВНИИЛМа	1	Слегка наклоненный на Ю—ЮЗ участок бывшего плодового сада на высоте 400 м над уровнем моря. Почва тяжелая глинистая. Через участок проходит ручей. В осенне-зимний период почва насыщается водой, которая стоит в некоторых ямках до июля—августа. В верхней части участка, примыкающей к ручью, растет хвощ	Ручная, площадками 1 × 1 м, глубиной 0,5 м	Под лопату	5 площадок секвойи по 1 саженцу в каждую, затем 5 площадок грецкого ореха по 2 саженца в каждую. Группы секвойи и грецкого ореха расположены в шахматном порядке	300 шт. на площади 3 га	Обычный	154	152
"	17	Апрель 1959 г.	—	Саженцы и укорененные черенки получены осенью из ВНИИЛМа	3	На склонах восточной и южной экспозиции крутизной 30—40° на высоте 510—540 м над уровнем моря. Почва известково-глинистая	В 1956 г. с помощью трактора сделаны террасы. В мае 1958 г. по ним проведен взрывной плантаж на глубину 80 см. В августе-сентябре 1958 г. террасы были выравнены и расширены до 2-2,5 м ручным способом. В марте 1959 г. проведено подновление почвы вручную	"	В средние террасы через каждые 2,5 м высаживали по 1 или по 3 (треугольником на расстоянии 0,5 м между растениями) секвойи, а в пространстве между ними также через каждые 0,5 м под меч Колесова сажали сосну крымскую в три ряда. Если секвойю сажали по одной в посадочное место, то сосну—тоже по одной; если же секвойю размещали группами, то сосну по 2 в посадочное место. Эти варианты чередовали через террасу	656 шт. на площади 1 га	Полив при посадке секвойи. В дальнейшем уход обычный	—	556
"	"	Апрель 1960 г.	От естественного опыления секвойи, растущих в Мас-сандре и Государственной даче № 3	Сеянцы выращены в Гурзуфе	797 однолетних и 32 трехлетних сеянцев	На склонах южной экспозиции крутизной 10—30° на высоте 530—560 м над уровнем моря. Почва известково-глинистая	В октябре 1959 г. бульдозером нарезаны террасы шириной 3 м. Почву на террасах взрыхлили корчевателем-собирателем (путем сдвига почвы) на глубину 40—50 см. В апреле 1960 г. почву перепахали на глубину 20—22 см, пробороновали и спланировали вручную	Под лопату с комочками земли	Секвойи посажены в середине террас по одной в посадочное место через каждые 3 м. Между секвойями посажена сосна крымская под меч Колесова в 3 ряда по 2 в посадочное место через каждые 0,5 м	829 шт. на площади более 1,5 га	Полив при посадке секвойи. В дальнейшем уход обычный	—	708 (в том числе 21 шт. из числа трехлетних)
Ливадийское	25	Октябрь 1955 г.	—	Саженцы получены из ВНИИЛМа	2—4	Горизонтальный участок расположен на высоте 690 м над уровнем моря. Почва—светло-бурый горно-лесной суглинок на глинистом сланце	Почва перекопана на глубину 30—35 см за месяц до посадки	Под лопату	Рядами. Расстояние в ряду—0,5 м, между рядами—1,0 м	600 шт. на площади 0,7 га	После посадки прошел сильный дождь. До 1958 г. ухода не проводили. В дальнейшем уход обычный	116	109

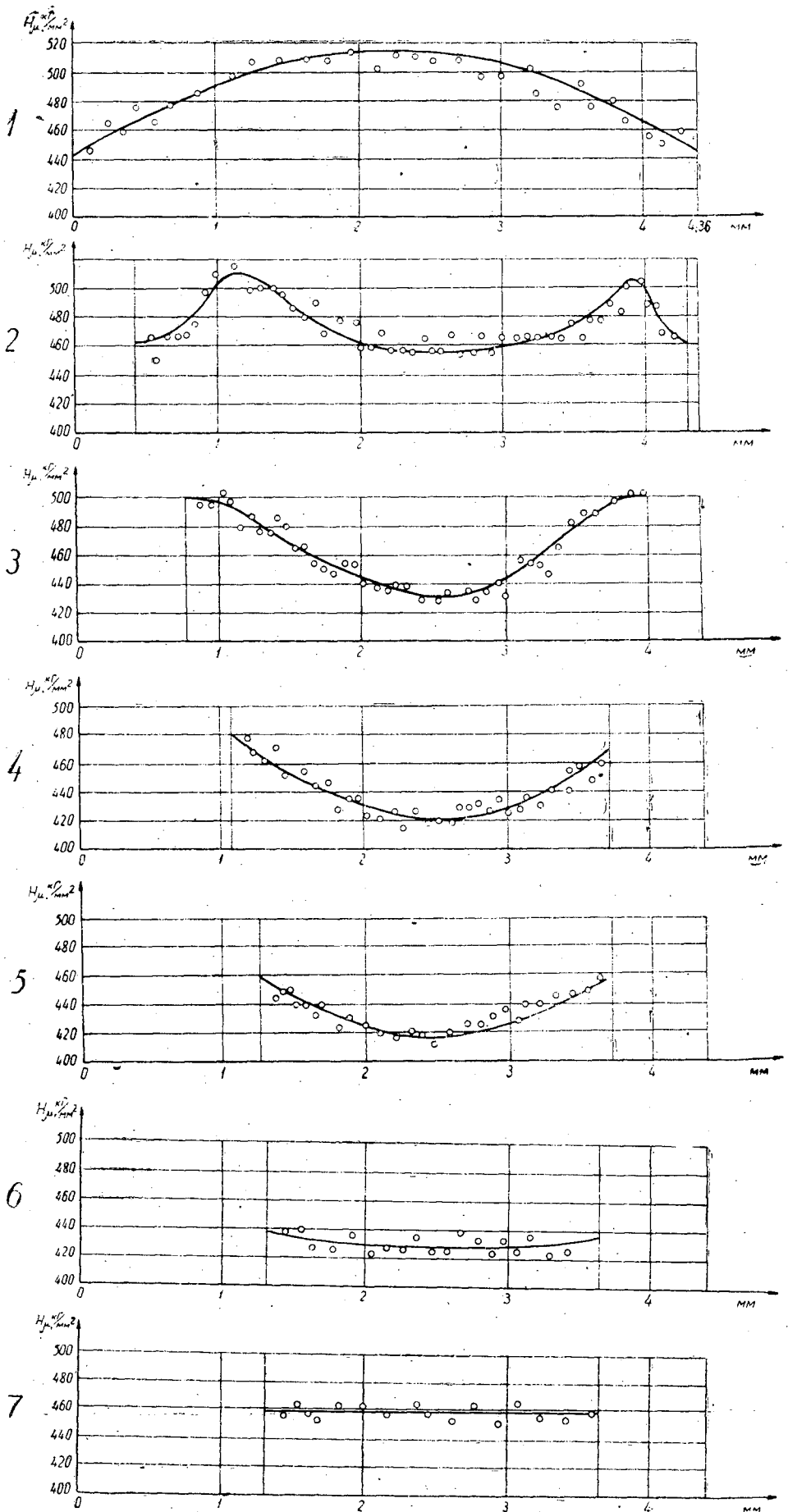


Рис. 2, б. Изменение микротвердости на шлифах, изготовленных из плющенных зубьев. В поперечном сечении плющенного неформованного зуба.



МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТОГ

ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБИШЕВА



Цена 1 руб.

**Принимается подписка  
на журнал на 1963 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР**

Раздел

**„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961 и 1962 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».