

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЫЙ

1

1962

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

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Проф. Ф. И. Коперин (отв. редактор), доц. П. И. Войчаль (зам. отв. редактора), проф. А. Э. Грубе (зам. отв. редактора); проф. М. Д. Данилов, проф. В. К. Захаров, проф. О. Г. Каппер, проф. С. Я. Коротов, проф. Ф. М. Манжос, акад. ВАСХНИЛ проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, 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.

## ОЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

В новой Программе КПСС исключительно важное значение придается всемерному развитию лесной промышленности и лесного хозяйства, от уровня работы которых во многом зависит рост ряда отраслей социалистического хозяйства и приумножение народного богатства.

Пожалуй, никакая другая отрасль народного хозяйства не имеет такого разностороннего и одновременно взаимосвязанного характера производства, как лесная промышленность.

Заготавливая и перерабатывая ежегодно около 400 млн. м<sup>3</sup> деловой древесины, лесная промышленность не успевает удовлетворять все возрастающие потребности страны в строительном и крепежном лесе, в пиломатериалах, фанере и мебели, в целлюлозе, бумаге, искусственном волокне, спирте, кормовом белке и во многих других продуктах, выпускаемых лесозаготовительными, деревообрабатывающими, мебельными, целлюлозно-бумажными, гидролизными и лесохимическими предприятиями. Для ликвидации диспропорции между спросом и производственной мощностью лесной промышленности, в дальнейшем планируется быстрый рост выпуска перечисленных выше продуктов и в то же время сохранение неиссякаемости источника древесины — русских лесов.

Из этого положения вытекают следующие основные задачи лесной науки, определяющие ее роль в создании базы коммунистического общества.

1. В области лесного хозяйства. Создавать высокопроизводительные насаждения на вырубленных и вырубаемых площадях. Унифицировать лесозаготовительную и лесовосстановительную технику. Механизировать заготовку лесных семян. Проводить селекцию быстрорастущих и технически ценных пород. Пересмотреть сортиментные и товарные таблицы с учетом использования дровяной древесины и отходов лесозаготовок. Разработать способы определения расчетных лесосек. Рекомендовать эффективные методы борьбы с лесными пожарами и лесными вредителями. Создать научно-обоснованную систему повышения производительности лесов. Механизировать уход за почвой в молодых лесных культурах. Разработать методику и технологию строительства в лесу постоянных дорог, служащих интересам лесозэксплуатации и лесного хозяйства. Рекомендовать агротехнические способы полезного лесоразведения и разведения леса на неудобных землях в различных экономических районах.

2. В области лесозэксплуатации. Решить проблему о типах лесных предприятий, об организации лесозаготовительной деятельности в стране на основе комплексных предприятий непрерывного действия. Соз-

дать организационные основы и экономику комплексного использования древесного сырья для различных лесозаготовительных районов, а также технологию переработки отходов и дровяной древесины. Провести исследования, обеспечивающие резкое снижение трудовых затрат на выполнение лесосечных, лесотранспортных и складских работ. Решить проблему комплексной механизации лесозаготовительных работ и автоматизации складских операций. Разработать наиболее эффективные типы лесных дорог, индустриальные методы их строительства и содержания применительно к основным лесным районам страны. Решить вопрос о сплаве лиственных пород. Исследовать возможности строительства запаней на донных опорах и применение сборного железобетона в наплавных сооружениях. Решить проблему ремонта лесозаготовительного оборудования и резкого повышения сроков эксплуатации лесозаготовительной техники.

3. В области деревообрабатывающих производств. Разработать типовые решения комплексной механизации и автоматизации технологических процессов, унификации и нормализации выпускаемой продукции, повышения надежности и долговечности изделий. Провести исследования и дать рекомендации, обеспечивающие повышение производительности труда в деревообработке. Резко снизить удельный расход древесины на единицу продукции и полностью использовать отходы, прежде всего путем производства высококачественных древесных плит. Изыскать новые виды продукции на основе переработки отходов и дровяной древесины. Разработать методы получения клееной и строганой фанеры из новых древесных пород, создать большой ассортимент связующих и отделочных материалов, обеспечивающих высокое качество изделий. Исследовать и внедрить более совершенные методы защиты изделий из древесины от преждевременного разрушения и огня. Внести предложения по коренному переустройству сушильных и отделочных цехов, являющихся многие годы узким местом в работе деревообрабатывающих предприятий.

4. В области целлюлозно-бумажной промышленности. Решить задачу перевода всех процессов на непрерывные и их полной автоматизации. Интенсифицировать технологические процессы, сократить удельные расходы сырья, топлива, химикатов, энергии и воды. Освоить новые виды древесного и растительного сырья. Осуществить механизацию и непрерывность очистки массы. Разработать методы более полного использования всего органического комплекса древесины и более рационального использования отходов производства. Рекомендовать режимы производства целлюлозы с применением растворимых оснований и ступенчатой варки. Разработать новые методы расщепления и измельчения волокон с учетом последних достижений науки в области гидравлики и высокочастотных колебаний. Изучить возможности придания бумаге и целлюлозе новых технических качеств. Исследовать химию и физику целлюлозы и других полисахаридов, а также свойства растворов целлюлозы и ее эфиров.

5. В области гидролизной и лесохимической промышленности. Максимально расширить масштабы переработки отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки комплексными методами. Совершенствовать технологию гидролиза, в частности применить новые катализаторы, проводить процесс в аппаратах непрерывного действия, позволяющих повысить выход продукции. Провести теоретические исследования каталитических превращений моно- и полисахаридов и разработать технологию получения органических кислот, фурфурола, многоатомных спиртов, пищевой глюкозы, технической ксилиты и многих других про-

дуктов. Исследовать свойства лигнина с целью получения связующих, органических кислот, использования лигнина как активного заполнителя в производстве синтетических материалов и производстве древесных пластиков. Найти методы использования побочных продуктов лесной и целлюлозной промышленности, молодого соснового осмола и просмоленной древесины для комплексной переработки их в целлюлозу, канифоль, скипидар и плиты. Решить проблему энергохимического использования отходов лесозаготовок для получения электроэнергии и лесохимических фенолов. Осуществить биохимический синтез белка и витаминов с целью получения кормовых дрожжей. Практически решить задачу обогащения грубых кормов белком путем частичного гемичеселлюлозного гидролиза с выращиванием дрожжей. Создать технологию получения глицерина и гликолей из непищевого растительного сырья. Совершенствовать биохимическую переработку сульфатных, сульфитных щелоков и предгидролизатов.

Перечисленные в статье научные направления, конечно, далеко не исчерпывают всего комплекса научных исследований, определяющих технический прогресс в лесной промышленности и лесном хозяйстве. Мы не сомневаемся, что большой опыт научных коллективов и их инициатива позволят в самый короткий срок намного превзойти приведенные в статье задачи.

Однако следует еще раз подчеркнуть, что на ближайшие годы для всех лесохозяйственных, лесотехнических и лесохимических наук самой важной является проблема полного использования древесного сырья. Нельзя мириться с существующим положением, когда от общего объема отведенной в рубку древесины используется в народном хозяйстве не более 40%, а остальная древесина гибнет в лесу в виде «недорубов», «неделовой», «оставленной на лесосеке», пней, вершин, сучьев и вырезок, когда древесина тонет во время сплава и разбрасывается по берегам; на деревообрабатывающих предприятиях древесина в виде опилок, реек, горбов, стружек и щепы идет в отвалы или используется в качестве топлива.

Целлюлозно-бумажные и гидролизные заводы отходами переработки древесины загрязняют реки, захламляют окружающие территории и отравляют воздух. А сколько непроизводительно тратится древесины на собственные нужды предприятий лесной промышленности!

При полном использовании древесины можно дать народному хозяйству в два раза больше изделий из древесины, не прибегая к увеличению объема лесозаготовок.

Успешное решение этой проблемы возможно только при совместной работе ученых всех профилей лесохозяйственных, лесотехнических, лесохимических и экономических наук, а поэтому она оказалась непосильной отраслевым научно-исследовательским институтам. Непосильна она была до последнего времени и для вузовских коллективов, обладавших опытными учеными всех нужных профилей знаний, но не располагавших соответствующей лабораторной базой.

В этом заключается основная причина отставания научного и практического решения вопросов полного использования древесины.

Создание при вузах проблемных лабораторий благоприятно отразилось на развертывании исследований по использованию древесины и выдвинуло некоторые из них в число ведущих научных учреждений по решению этой проблемы, но, к сожалению, не устранило узко ведомственной зависимости от отраслевых институтов, которая также является причиной медленного разрешения и других комплексных проблем, стоящих перед лесным хозяйством и лесной промышленностью.

Для коренного улучшения научной и учебной работы в нашей стране необходимо продуманное, но быстрое выполнение рекомендаций Центрального Комитета КПСС об объединении родственных учебных и научно-исследовательских институтов.

У большинства лесотехнических вузов имеются возможности объединиться с родственными исследовательскими институтами, расположенными в тех же городах.

Объединение транспортных вузов Ленинграда с научно-исследовательскими институтами показало прекрасные результаты. Объединение дало возможность учебно-научным учреждениям решать крупные комплексные и перспективные проблемы и улучшить качество подготовки молодых специалистов.

Чтобы занять ведущее положение в мировой науке, мы должны совершенствовать организационные формы научных исследований.

Наиболее действенная координация научных исследований может осуществляться только через объективно сложившиеся и проверенные жизнью научные центры — Академию наук, отраслевые Академии наук и Министерство высшего образования

Профессор Ф. И. Коперин.

---

## М. В. ЛОМОНОСОВ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Наш народ и все прогрессивное человечество отмечает 250-летие со дня рождения выдающегося ученого М. В. Ломоносова, который заложил основы развития многих наук. Исключительно большое значение имели его работы в области химии.

Во времена М. В. Ломоносова химия, как наука, находилась в начальной стадии развития; она была скорее искусством. М. В. Ломоносов превращает ее в точную науку и дает ей ясное определение: «Химия — наука об изменениях, происходящих в смешанном теле, поскольку оно смешанное... Так как в науке принято доказывать утверждаемое, то и в химии все высказываемое должно быть доказано\*».

Во всех своих исследованиях Ломоносов исходит из материальности окружающего нас мира и материальности самого процесса его восприятия. Он ясно высказывается о первичности материи и вторичности сознания, считая, что существующие вне и независимо от нас материальные предметы воздействуют на наши органы чувств и вызывают ощущения; что представления о мире возникают в результате материального процесса, порождающего ощущение. В противовес философам-идеалистам М. В. Ломоносов писал: «Идеями называются представления вещей или действий в уме нашем»\*\*.

М. В. Ломоносов никогда не рассматривал окружающий нас мир как что-то абсолютно неизменяемое. Он утверждал мысль о единстве всех тел природы, единстве их физических и химических свойств. Материалистический подход к явлениям природы, глубокое знание жизни, прозорливость ума позволили М. В. Ломоносову создать атомно-молекулярную теорию строения вещества, согласно которой все тела состоят из мельчайших частиц или «элементов» (атомов); соединяясь вместе, они образуют более крупные частицы — «корпускулы» или, как мы теперь говорим, молекулы. Пользуясь этой теорией, М. В. Ломоносов выводит понятия химического элемента, простого вещества и соединения. Он впервые устанавливает явление изомерии и близко подходит к пониманию постоянства состава химических соединений и закона кратных отношений.

Считая, что все изменения в природе происходят в результате движения частиц, М. В. Ломоносов приходит к созданию новой теории теплоты. Он отвергает существование «теплорода». Теплота, по его мнению, зависит от внутреннего движения частиц вещества. Рассматривая температуру как величину, соответствующую скорости враще-

\* М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч. Изд. АН СССР, т. I, стр. 67 и 69, 1950.

\*\* М. В. Ломоносов. Избранные философские произведения. Госполитиздат, 1950, стр. 455.

ния частиц, он приближается к представлению об абсолютном нуле и невозможности достижения его, поскольку корпускулы не могут оказаться в состоянии абсолютного покоя.

В работе «Размышления о причинах теплоты и холода»\* М. В. Ломоносов впервые в истории химии формулирует идею второго начала термодинамики, отмечая, что холодное тело не может воспринять теплоты больше, чем может отдать ее теплое.

В своей работе «Попытка упругой силы воздуха»\*\* ученый дает основные представления о кинетической теории газов, которая в математической форме была развита во второй половине XIX века Максвеллом, Клаузиусом и др. Он выступает также против теории флогистона — этой таинственной материи — и показывает, что процесс окисления не связан с удалением флогистона, а происходит в результате соединения металла с частью воздуха. Этой частью воздуха, как теперь известно, является кислород. Таким образом он превзошел теорию окисления и восстановления.

Крупнейшим научным открытием М. В. Ломоносова было установление в 1748 г. всеобщего закона природы — закона сохранения материи и движения. В письме к Эйлеру он писал: «... все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется какому-либо телу, столько же теряется у другого, сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования и т. д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им выдвинутому»\*\*\*.

М. В. Ломоносов хорошо понимал, что развитие химии невозможно без эксперимента, без опыта; в созданной им в 1748 г. первой русской исследовательской лаборатории выполняется ряд оригинальных работ, имеющих исключительно важное значение для металлургии, горного дела, стекольного и керамического производства. Он первый разрабатывает некоторые приемы качественного анализа, используя для осаждения веществ ряд кислот и щелочей, а вводя в практику химических исследований весы, закладывает основы количественного метода анализа и становится, таким образом, основоположником аналитической химии\*\*\*\*.

М. В. Ломоносову принадлежит также великая заслуга в создании физической химии. Он дает ей следующее определение: «Физическая химия — наука, объясняющая на основании положений и опытов физических причину того, что происходит через химические операции в смешанных телах»\*\*\*\*\*.

Здесь Ломоносов идет к химии от физики.

В своей диссертации «О рождении и природе селитры» он пишет: «... мы тем не менее считаем возможным в научной связи изложить наибольшую часть химии, обосновав ее на собственных ее положениях, принятых недавно в физике; мы не сомневаемся, что можно легче рас-

\* М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч. Изд. АН СССР, т. II, стр. 37.

\*\* М. В. Ломоносов. Сборник статей и материалов. Изд. АН СССР, т. III, стр. 33.

\*\*\* М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч. Изд. АН СССР, т. II, 1951, стр. 183—185.

\*\*\*\* А. Х. Баталин. «М. В. Ломоносов — основоположник аналитической химии». Вестник Чкаловского отделения ВХО им. Д. И. Менделеева, 1949, стр. 13—15.

\*\*\*\*\* Б. Н. Меншуткин. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. Изд. АН СССР, М.-Л., 1936, стр. 511.

познать скрытую природу тел, если мы соединим физические истины с химическими» \*.

В сентябре 1764 г. в проекте Академического регламента М. В. Ломоносов писал: «Химик без знания физики подобен человеку, который всего искать должен ощупом, и сии две науки соединены так между собою, что одна без другой в совершенстве быть не могут» \*\*.

Разрабатывая проблемы физической химии, М. В. Ломоносов изучал влияние низких температур и давления на вещество, изучал явления вязкости, капиллярности, кристаллизации, образование растворов и растворимость в разных условиях. Он интересовался вопросами коррозии, цементации, экстракции, застудневанием растворов, сцеплением студней и т. д.

Замечательной чертой М. В. Ломоносова было то, что он по-новому осознал роль и значение химии и ее место среди других наук, изучающих природу. Он не мыслил себе ее развития вне связи с практическими задачами человека. В работе «Слово о пользе химии» он говорит: «широко распространяет Химия руки свои в дела человеческие» \*\*\*. Придавая большое значение этой науке, М. В. Ломоносов не выставляет ее перед другими, не отрывает от них. В том же «Слове о пользе химии» он специально предостерегает от того, чтобы не подумали, будто всё благополучие в человеческой жизни только от одной химии зависит, а его не причисляли бы к людям, которые, слепо любя и увлекаясь только своей отраслью науки, с презрением смотрят на другие... «Имеет каждая наука равное участие в блаженстве нашем» \*\*\*\*.

Ученый считал теорию и практику нераздельными и видел пользу науки в служении Родине. М. В. Ломоносов уделял большое внимание изучению природных богатств нашей Родины: различных металлов и минералов, торфа, каменного угля, нефти, леса и т. п. Считая необходимым использовать их на благо человечества, он организует ряд производств. Так, в Усть-Рудице им был построен завод, на котором вырабатывали мозаичные составы, бисер, стеклярус, разноцветную стеклянную посуду и т. п. Прежде чем приняться за эту работу, Ломоносов проделал тысячи опытов и обосновал всю технологию проектируемого предприятия.

Им была создана «теория цветов» и заложены научные основы цветного стекловарения. Перейдя затем к изготовлению фарфора, он впервые высказал мысль о значении стеклообразного вещества в структуре фарфора.

Исследование производства стекла и фарфора сочеталось у Ломоносова с изучением и разработкой способов производства красок. В 1749 г. М. В. Ломоносов писал: «...старался искать, как делать берлинскую лазорь и бакан венецейской, и к тому нашел способ, как оные делать» \*\*\*\*\*. И далее он указывал: «старался я приводить берлинскую лазорь в лучшее состояние и как бы оную делать в немалом количестве, и нашел, что оную делать можно весьма дешево» \*\*\*\*\*.

Немало было сделано им и для развития соляного дела в России и других производств.

\* М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч., т. II, изд. АН СССР, 1951, стр. 223.

\*\* Б. Н. Меншуткин. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. Изд. АН СССР, М.-Л., 1936, стр. 511—512.

\*\*\* Там же, стр. 382.

\*\*\*\* М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч. Изд. АН СССР, т. II, стр. 368.

\*\*\*\*\* Б. Н. Меншуткин. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. Изд. АН СССР, 1936, стр. 357.

\*\*\*\*\* Там же, стр. 357.

Характеризуя в целом вклад М. В. Ломоносова в химию, следует отметить, что его гений предвидел далеко вперед, и его идеи успешно претворяются в жизнь передовой наукой.

М. В. Ломоносов любил свой родной Север. Он писал: «По многим доказательствам заключаю, что и в северных земных недрах просторно и богато царствует натура... и искать этих сокровищ некому...»\*.

Идеи Ломоносова в наши дни получили широкое развитие на его родине — в Архангельской области. Особое значение приобрела промышленность, связанная с химической переработкой древесины и более полным использованием древесного сырья. Главными направлениями в полном использовании древесины являются развитие целлюлозно-бумажной промышленности, производств гидролизного, древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит из древесных отходов. Все большее развитие получают также сухая перегонка древесины лиственных пород, производства канифольно-терпентинное, смолоскипидарное, кормовых дрожжей, продуктов бытовой химии (лаков, красок, олифы, мыла).

К концу семилетки по Архангельской области предусмотрено увеличение выработки целлюлозы в 6,7 раза, бумаги — в 8,5 раза, спирта — 2,7 раза. Будет организовано производство картона (до 725 тыс. т в год) и из отходов лесопиления и деревообработки получено около 11 млн. м<sup>2</sup> древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит.

В течение текущей семилетки намечено расширить и реконструировать в Архангельской области ряд действующих и построить несколько новых предприятий и цехов химической переработки древесины. Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат будет выпускать в год 95 тыс. т бумаги, 540 тыс. т целлюлозы и 360 тыс. т тарного картона. Здесь же будет построена фабрика по производству бытовых и санитарно-гигиенических видов бумаги. После реконструкции Соломбальского бумажно-деревообрабатывающего комбината он будет ежегодно перерабатывать до полутора миллионов кубометров отходов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий и выпускать 254 тыс. т высококачественной сульфатной целлюлозы для поставки ее на экспорт.

Пушена первая очередь крупнейшего в Европе Котласского целлюлозно-бумажного комбината, на котором будет вырабатываться в год 515 тыс. т целлюлозы, в том числе 152 тыс. т вискозной, 260 тыс. т мешочной крафт-бумаги, 350 млн. штук крафт-мешков.

За эти годы намечено построить в Архангельской области три завода сухой перегонки древесины лиственных пород и десять смолоскипидарных заводов небольшой мощности.

Наряду с развитием промышленности на родине М. В. Ломоносова осуществляется подготовка инженерных и научных кадров. Архангельск становится крупнейшим центром лесохимической науки. С 1929 г. в Архангельске существует Лесотехнический институт, где обучается свыше четырех тысяч студентов. Здесь на восьми факультетах готовятся инженеры по пятнадцати специальностям. Важное значение имеет функционирование химико-технологического факультета, который готовит специалистов по химической переработке древесины, древесным пластикам и плитам, технологии целлюлозно-бумажного производства, а также машинам и аппаратам химической промышленности. На хими-

\* М. В. Ломоносов. Сборник статей и материалов. Изд. АН СССР, 1940, г. I, стр. 211.

ческих кафедрах ведется большая научно-исследовательская работа. При институте создана Проблемная лаборатория по химической переработке древесины и использованию отходов целлюлозного и гидролизного производства. Химические лаборатории функционируют в Институте леса и лесохимии АН СССР, Северном научно-исследовательском институте промышленности, Центральном научно-исследовательском институте механической переработки древесины, а также при всех целлюлозно-бумажных, гидролизных и лесохимических заводах.

М. В. Ломоносов был большим патриотом и всегда стремился к преобразованиям своей Родины во славу русского народа.

Советский народ любит и ценит великого творца русской химической науки, замечательного разностороннего ученого Михаила Васильевича Ломоносова.

**И. М. Боховкин.**

*Доцент, кандидат химических наук*

---

Поступила в редакцию  
10 июня 1961 г.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ОСОБЕННОСТИ ВОЗОБНОВИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ЕЛИ  
В ЕЛЬНИКАХ МАЙНИКОВЫХ

Ю. А. ЗЛОБИН

Старший преподаватель

(Тюменский государственный педагогический институт)

В Талдомском лесхозе Московской области нами были описаны естественные ельники, отличающиеся рядом особенностей. Они развиваются на довольно богатых дерново-среднеподзолистых почвах. Мощность гумусового горизонта колеблется от 8,5 до 13 см, подзолистого — от 5 до 17 см. Возраст древостоя — 45—65 лет, примесь березы и осины незначительна, сомкнутость — 0,7—0,8, класс бонитета — II. Подлесок редкий, состоит из рябины, крушины ломкой и можжевельника. Анализ видового состава живого покрова показал господство типично таежных видов, характерных, согласно В. Н. Сукачеву [2], для группы типов *Piceeta hylocomiosa*. Это — майник двулистный и мхи *Hylocomium splendens* (Dill.) Вг. eur. и *Dicranum undulatum* Ehrh. Неморальные элементы участвуют в живом покрове лишь в виде небольшой примеси. Были найдены *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. *Carex pilosa* Scop., *Stellaria holostea* L., *Catharinea undulata* L.) Web. et Moog. Однако обилие этих видов не превышает балла «sol» по системе Друдэ. Доминируют майник двулистный (среднее проективное обилие 10%) и *Hylocomium splendens* (Dill.) Вг. eur. (12,6%). Широко распространены вейник тростниковидный и ожика волосистая. В связи с этим описанные ельники были названы ельниками майниковыми (*Piceetum majanthemosum*).

Ассоциация, аналогичная ельнику майниковому, описывалась И. И. Яценко [5] для Петроградской губернии под названием сухая рамень, где в сходных с вышеописанными лесорастительных условиях господствовали майник двулистный и зеленые мхи.

Ельники майниковые изучены недостаточно. В частности, интересно рассмотреть особенности возобновительного процесса ели в этом типе леса в связи с воздействием на подрост в возрасте до 20 лет основных компонентов живого покрова и тем самым подойти к выявлению роли того или иного вида травяного покрова в развитии насаждения. Для этой цели использовался предложенный А. А. Урановым [4], [3] метод, позволяющий определять форму отношений между разными видами растений на основании изучения их численности в сообществе.

В ельниках майниковых в местах произрастания подростка ели не старше 20 лет было заложено 803 пробные площадки размером в 25 × 40 см каждая. Подавляющее большинство описаний относится к подросту 10—12-летнего возраста. На площадках производился учет

обилия компонентов живого покрова (по методу Л. Г. Раменского), подрост ели (по методу Л. Г. Раменского и пересчетом числа особей) и ряда морфологических показателей, характеризующих состояние отдельных особей подрост. Сопоставление обилия компонентов позволило выявить характер воздействия отдельных видов живого покрова на еловый подрост. Следует иметь в виду, что полученный таким образом материал относится к условиям постоянного и однородного воздействия материнского полога на подрост. Чтобы избежать возможного искажения получаемых результатов изменениями в сомкнутости древостоя, пробные площадки закладывались при строгом контроле сомкнутости полога, которая везде была не ниже 0,7 и не выше 0,8. Полученный материал подвергался статистической обработке.

Влияние майника двулистного на подрост ели удалось проследить в интервале обилия от 0 до 41,5%. Из данных табл. 1 видно, что количество майника двулистного на площади возобновления сказывается на проективном обилии подрост, численности его и охвоенности елочек.

Таблица 1

Проективное обилие майника двулистного, %	Проективное обилие подрост ели, %	Число особей подрост ели	Число хвоек на 1 см побега
0	13,9 ± 1,97	2,1 ± 0,02	16,1 ± 0,43
1	18,2 ± 3,96	2,6 ± 0,49	15,2 ± 0,97
2	19,0 ± 2,58	2,4 ± 0,39	—
3	18,3 ± 3,00	2,2 ± 0,34	14,9 ± 0,82
4	16,1 ± 3,34	2,6 ± 0,54	—
5	17,5 ± 2,93	2,6 ± 0,31	14,7 ± 0,77
6	15,3 ± 2,17	2,7 ± 0,45	—
7	14,6 ± 2,56	2,3 ± 0,47	—
8	16,8 ± 1,88	2,5 ± 0,31	14,0 ± 0,73
9	11,2 ± 1,79	2,6 ± 1,05	—
10	11,6 ± 3,14	2,4 ± 0,57	—
11,5	13,4 ± 0,53	2,4 ± 0,49	13,6 ± 0,52
13,5	11,7 ± 2,17	2,5 ± 0,51	—
15,5	12,8 ± 3,99	2,5 ± 0,43	13,1 ± 0,19
18	9,5 ± 1,88	2,0 ± 0,44	—
21,5	8,8 ± 3,00	2,1 ± 0,48	—
25	—	—	10,6 ± 0,10
37	4,9 ± 0,26	1,5 ± 0,21	—
41,5	3,2 ± 1,15	—	—

Неблагоприятное влияние, которое оказывает майник на подрост ели, обусловлено изменением ряда свойств среды обитания, что видно из табл. 2.

Таблица 2

Проективное обилие майника, %	Средняя величина pH подстилки	Сухой вес корней майника из монолита размером 25x25x40 см, г
0	4,8 ± 0,22	0,048
1	4,4 ± 0,13	—
2	—	0,444
2,5	—	0,930
3	4,5 ± 0,19	—
7,5	4,3 ± 0,09	—
15	4,0 ± 0,07	—
21	—	4,800
24	4,1 ± 0,12	—
33	3,9 ± 0,06	—

Приведенные материалы позволяют оценить майник двулистный, как растение нежелательное на площади возобновления ели. Его удаление окажет положительное влияние на возобновление в тот период жизни елочек, когда они находятся в ярусе живого покрова.

Таблица 3.

Проективное обилие <i>Hylocomium splendens</i> (Dill) Br. eur., %	Проективное обилие подроста ели, %	Число особей подроста ели	Число хвоек на 1 см побега
0	15,1 ± 1,20	3,6 ± 0,24	15,2 ± 0,40
1	16,4 ± 2,39	3,3 ± 0,92	16,0 ± 0,98
2	13,6 ± 1,76	3,6 ± 0,77	14,3 ± 0,45
3,5	13,5 ± 2,46	3,5 ± 1,04	—
5,5	12,0 ± 1,84	2,9 ± 0,57	11,4 ± 0,71
8	15,0 ± 2,52	3,4 ± 0,65	15,5 ± 0,20
10,5	15,2 ± 2,63	3,2 ± 0,47	12,8 ± 0,87
13,5	13,0 ± 2,39	3,1 ± 0,95	15,0 ± 0,84
18	12,8 ± 3,00	2,9 ± 0,62	—
24,5	14,3 ± 3,03	2,8 ± 0,47	—
35	—	—	14,1 ± 1,42
51,5	11,6 ± 2,67	2,7 ± 0,50	—

Влияние *Hylocomium splendens* (Dill.) Br. eur. на подрост ели было прослежено в интервале обилия мха от 0 до 51,5%. Материалы, характеризующие состояние елового подроста на площадках с разным количеством этого мха, приведены в табл. 3, из которой видно, что в ельнике майниковом он не представляет опасности для возобновления ели в отличие от ельников-черничников, где этот мох выступает в качестве серьезного конкурента подроста [1].

Таблица 4.

Проективное обилие вейника тростниковидного, %	Проективное обилие подроста ели, %	Число особей подроста ели	Число хвоек на 1 см побега
0	16,1 ± 1,48	2,3 ± 0,25	14,6 ± 0,38
1	17,3 ± 2,19	2,4 ± 0,31	13,8 ± 0,57
2	16,8 ± 2,88	2,5 ± 0,31	16,5 ± 0,87
3	15,7 ± 2,85	2,6 ± 0,36	14,2 ± 0,72
4	16,5 ± 2,70	2,6 ± 0,48	14,1 ± 0,00
5	15,7 ± 2,89	2,0 ± 0,21	13,5 ± 0,71
6,5	15,0 ± 3,17	2,8 ± 0,32	—
9	14,5 ± 2,26	2,2 ± 0,69	14,5 ± 1,13
12	15,1 ± 2,54	2,5 ± 0,36	—
16,5	12,9 ± 1,47	2,5 ± 0,38	—
29	10,2 ± 1,21	2,5 ± 0,34	—

Воздействие вейника тростниковидного на подрост ели удалось проследить в интервале проективного обилия вейника от 0 до 29%. Из данных табл. 4 видно, что нет надобности проводить специальные мероприятия по уничтожению вейника тростниковидного на площади возобновления там, где его проективное обилие не превышает 30%.

Зависимость развития подроста ели от количества ожики волосистой была прослежена в интервале проективного обилия ожики от 0 до 19,5%. Из данных табл. 5 видно, что наличие ожики волосистой на площади возобновления в количестве более 8—10% следует оценивать как неблагоприятное явление для подроста ели. В целях содействия

Таблица 5

Проективное обилие ожки волосистой, %	Проективное обилие подроста ели, %	Число особей подроста ели	Число хвощков на 1 см побега
0	13,5 ± 0,79	3,1 ± 0,02	14,9 ± 0,64
1	18,9 ± 2,14	2,9 ± 0,23	14,3 ± 0,46
2	16,4 ± 2,44	3,2 ± 0,36	14,9 ± 0,51
3	14,7 ± 1,78	—	—
4	13,1 ± 3,35	2,1 ± 0,85	16,3 ± 1,55
5	14,5 ± 2,31	—	—
6	12,3 ± 2,74	2,9 ± 0,72	13,6 ± 0,49
7	13,5 ± 2,63	—	—
8	—	—	14,9 ± 0,96
9	11,6 ± 1,66	—	—
19,5	4,3 ± 1,38	1,9 ± 0,55	—

подросту ели необходимо уничтожать ожку волосистую или разреживать ее покров до 8—10%.

Другие растения в живом покрове ельников майниковых встречаются редко, поэтому влияние их на подрост ели не может иметь практического значения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. А. Злобин. О влиянии некоторых видов живого покрова на возобновление ели. «Научные доклады высшей школы», «Биологические науки», 4, 1958. [2]. В. Н. Сукачев. Руководство к исследованию типов леса. М.-Л., 1931. [3]. А. А. Уранов. Количественное выражение межвидовых отношений в растительном сообществе. Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел биологический, т. 60, вып. 3, 1955. [4]. А. А. Уранов. О сопряженности компонентов растительного ценоза. Ученые записки факультета естествознания Московского государственного педагогического института, вып. 1, 1935. [5]. И. И. Яценко. К характеристике еловых лесов в Петроградской губернии, ч. 1 и 2. «Лесной журнал», вып. 7—10, 1916.

Поступила в редакцию  
24 апреля 1961 г.

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СТРОЕНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДУБА И ОРЕХА ГРЕЦКОГО В УСЛОВИЯХ ЮГА МОЛДАВИИ

Ю. П. КРАВЧУК

Аспирант

(Всесоюзный научно-исследовательский агролесомелиоративный институт)

Сведения о строении корневых систем очень важны при выращивании лесных насаждений в условиях, отличающихся недостаточной влажностью.

Одним из районов, характеризующихся засушливым климатом, является юг Молдавии. Рельеф здесь сильно волнистый. Грунтовые воды чаще всего залегают глубже 15—20 м. Почвы — обыкновенные суглинистые черноземы различной мощности.

Исследования корневых систем дуба черешчатого и ореха грецкого нами проводились в чистых и смешанных культурах Яргоринского механизированного лесхоза.

При выполнении работы ставилась задача не только установить индивидуальные особенности строения корневых систем указанных пород в конкретных условиях произрастания, но и выявить их изменения с возрастом, учитывая взаимодействие с другими совместно произрастающими породами.

Корневые системы изучались обычным траншейным методом. Для количественного учета по стенкам траншей брались монолиты основанием  $20 \times 25$  см по 20-сантиметровым слоям на глубину 180—200 см. В одной из траншей корни раскапывались на полную глубину проникновения в почвогрунт.

Данные изучения корневых систем показаны в табл. 1.

Общий вид корневой системы дубков 20-летнего возраста показан на рис. 1. Она состоит из глубинной части, являющейся продолжением стержневого корня, почти вертикально пронизывающего толщу почвогрунта, и поверхностной, представленной крупными боковыми корнями верхних горизонтов почвы, которые, разветвляясь, вместе с мочками образуют здесь густоразвитую сеть. Границей этих частей условно можно считать переход почвенных горизонтов в материнскую породу. Стержневые корни имеют резко выраженный сбег, особенно глубже гумусового горизонта (на глубине 2 м толщина их не превышает 1,0—1,5 см). По мере углубления стержневого корня уменьшается количество боковых ответвлений; они становятся более тонкими и далеко в стороны не распространяются.

Более разветвленная поверхностная часть корневой системы преобладает над глубинной. В слое от 0 до 80 см находится 86,9% общей массы корней, причем максимальное количество мелких корней (тонь-

Таблица 1

Урочище	Квартал	Почва	Состав	Порода	Возраст	Длина корня, м		Средняя высота наземной части, м	Глубина залегания основной массы боковых корней, м	Местоположение	Примечание
						стержневого	бокового				
Остиано-во	13	Обыкновенный средне-суглинистый чернозем	10 Д 100р	Дуб Орех	1 1	1,6-1,7 1,5-1,6	0,18-0,20 0,5	0,20 0,15	0,1-0,4 0,1-0,4	Водораздельное плато с наклоном к 3-2°	Посев в питомнике через 40 см
"	13	"	10Д 100р	Дуб Орех	2 2	2,2 2,1-2,2	0,5 1,0	0,30 0,55	до 0,6 до 0,6	"	"
"	6	Обыкновенный средне-суглинистый чернозем местами смытый	5Д2, 5К.о 2,5Бс 50р 2,5К 2,5Б.с	Дуб Орех	3 3	3,0-3,5 2,0	1,2 1,9	0,6 1,15	0-1,0 0-0,6	Нижняя часть склона восточной экспозиции крутизной 5-7°	Посадка двух-летними сеянцами
"	17	Среднесмытый тяжелосуглинистый чернозем	10Д 5Д5Абр	Дуб Абрикос	6 6 6	3,5-4,0 3,8 2,5	2,4 2,0 2,5	3,0 2,8 4,1	0-0,6 0-0,8 0-0,4	Средняя часть склона восточной экспозиции крутизной 10°	"
"	45	Обыкновенный тяжелосуглинистый чернозем	10Д	Дуб	20	6,0-7,0	3,0-4,0	7,9	0-0,8	Широкое водораздельное плато с наклоном к Ю-В 3°	Культуры по-севам
Тигеч	12	Серые лесные суглинки на плотной глыне	10Д	Дуб	79	2,0	4,0-5,0	16,7	0,1-1,0	Повышенное водораздельное плато	Естественное порослевое насаждение
Пастбище котлоза им. Суворова, Лдовского района	—	Обыкновенный суглинистый чернозем, местами смытый	—	Орех	45	4,0-5,0	19,2	10,2	0,1-0,8	Северный склон крутизной 8-10°	Группа деревьев

Примечание. К. о — клён остролистый; Б. с. — бересклет европейский.

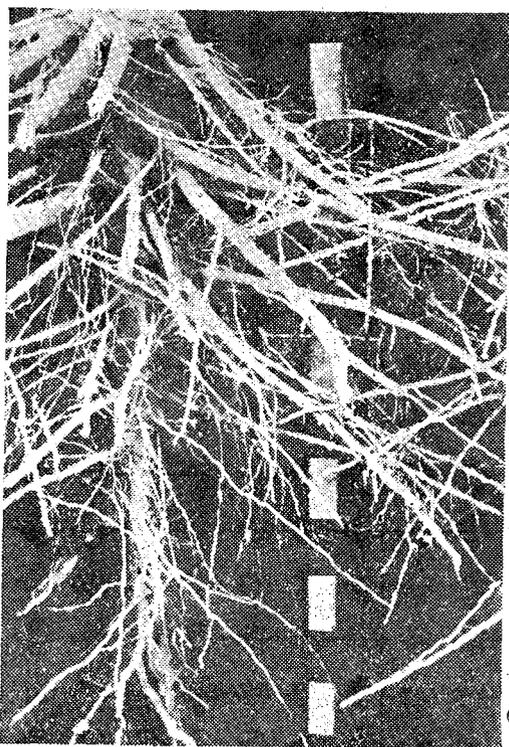


Рис. 1. Корневая система дуба черешчатого в 20-летних чистых культурах, созданных посевом (квартал 45, урочище Остианово, Яргоринский лесхоз).

ше 1 мм) расположено в слое 0—20 см, а скелетных (толще 1 мм) — от 20 до 40 см. В смешанных культурах дуба с абрикосом, ясенем зеленым, вязом мелколистным и даже с кустарниками наблюдается «вытеснение» корней дуба из верхних горизонтов почвы и тем более сильно, чем раньше и интенсивнее верхние горизонты осваиваются корнями сопутствующих и кустарниковых пород.

Таким образом, рассматривая изменения в строении корневой системы дуба с возрастом, можно выделить две основные фазы ее формирования. В первый период идет наиболее интенсивный рост корней, уходящих вглубь; в старшем возрасте, наряду с глубокой частью корневой системы, формируется и поверхностная, состоящая из боковых корней. Формирование поверхностной части корневой системы дуба обеспечивается высокой пластичностью, дающей ему возможность приспособ-

ливаться к местным условиям засушливого климата, где грунтовые воды залегают на большой глубине, а увлажнение почвы происходит преимущественно от атмосферных осадков. При этом не уменьшается и роль глубинных, стержневых корней.

Поверхностная часть корневой системы дуба, которая формируется только к 20-летнему возрасту, включает основную массу корней, поглощающих воду, и обеспечивает успешный рост надземной части в нормальные по условиям увлажнения годы и периоды.

В начальный период жизни (до 5—10-летнего возраста) дуб наиболее чувствителен к конкуренции со стороны корневых систем других совместно произрастающих растений.

Полное приспособление дуба к местным засушливым условиям произойдет только в том случае, если к началу развития боковых приповерхностных корней верхние слои почвы окажутся свободными или в малой степени занятыми корнями других растений.

Из-за отсутствия взрослых насаждений ореха грецкого (тем более созданных по лесному типу) пришлось ограничиться изучением роста надземной части и корневых систем у отдельно растущих деревьев, которые часто встречаются на старых виноградниках.

Общий вид корневой системы ореха грецкого в 45-летнем возрасте представлен на рис. 2.

От основания пня в глубину уходит значительное количество сбежистых вертикальных корней, дающих частые разветвления (особенно в верхней части). На глубине 2 м толщина самых крупных корней не пре-

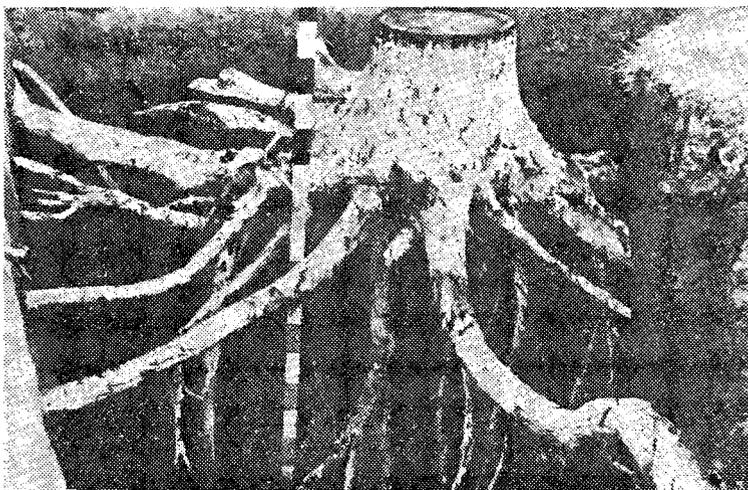


Рис. 2. Корневая система ореха грецкого в 45-летнем возрасте, произрастающего на землях колхоза им. Суворова, Леовского района, Молдавской ССР.

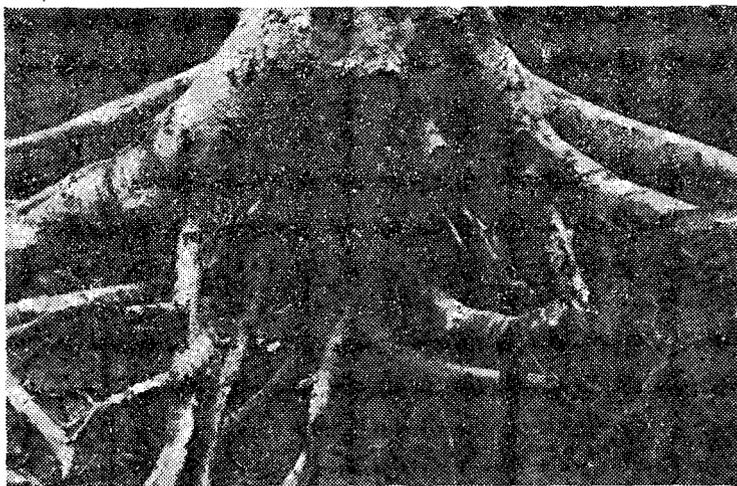


Рис. 3. Общий вид корневой системы 79-летнего дуба в естественных насаждениях квартала 12, урочища Тигеч, Яргоринского лесхоза (после обрезки боковых корней виден стержневой корень).

вышает 2—3 см. Особой мощностью отличаются боковые корни. К верхним гумусовым горизонтам приурочена преобладающая масса мелких корней.

По этому поводу В. Кочу\* отмечает, что уже к 10—15-летнему возрасту боковые корни ореха грецкого становятся длиннее стержневых. Затем, в 30—35 лет, достигнув глубины 4—7 м, стержневые корни прекращают рост, а у боковых он продолжается до глубокой старости. Этим же автором цитируется случай, когда боковые корни ореха грецкого простирались по радиусу до 50 м.

\* V. Cociu, Nukue, Bucurestii, 1958.

Произведены раскопки корней 79-летнего дуба в естественном лесу. Общий вид корневой системы дуба, который составлял первый ярус насаждения, представлен на рис. 3 (второй ярус состоял из дуба 35-летнего возраста с некоторой примесью липы, ясеня обыкновенного, клена остролистного, граба).

Из рис. 3 видно, что корневую систему дуба в 79-летнем возрасте по характеру расположения в почвогрунте можно отнести к поверхностной, несмотря на наличие стержневого корня. Несколько глубже проникают ответвления от мощных боковых корней, так называемые «якорные» корни. Распространение боковых корней по радиусу невелико, однако, они густо переплетаются между собой, часто срастаясь, и равномерно развиты во всех направлениях. Эти данные не могут быть сравнены с вышеприведенными, но все же они в какой-то мере дополняют характеристику корневой системы дуба, произрастающего в пределах одной климатической зоны.

Из всего сказанного видно, что для дуба и ореха грецкого, произрастающих в условиях черноземной степи с глубоким залеганием грунтовых вод, характерно преобладание массы корней в верхних слоях почвы, в основном в горизонте промачивания. Дуб и орех грецкий (особенно первый) осваивают эти горизонты почвы несколько позже других пород. Кроме того, развитие в первый период жизни стержневых корней дает дубу и ореху возможность использовать воду более глубоких горизонтов во время продолжительного летнего дефицита влаги. Корни нижних горизонтов почвогрунта отличаются незначительной толщиной, меньшим количеством разветвлений, которые далеко в стороны не распространяются. В нижних горизонтах почвы особенно резко уменьшается количество мелких, наиболее физиологически активных корней.

Приведенные сведения об особенностях строения корневых систем дуба и ореха грецкого должны, в первую очередь, учитываться при создании смешанных насаждений, отличающихся в степени и тем более на склонах более высокой устойчивостью и лучшей производительностью в сравнении с чистыми. Согласно полученным данным, проявления антагонистических взаимоотношений между породами следует ожидать в верхних, наиболее насыщенных корнями горизонтах почвы.

Сказанное приобретает особое значение, если иметь в виду, что среди лесоводов еще и до настоящего времени распространено мнение, что при создании смешанного насаждения, где главная порода имеет стержневые корни (дуб, орех грецкий и др.), в качестве сопутствующих и кустарниковых должны подбираться породы, отличающиеся поверхностной корневой системой. Таким сочетанием, якобы, обеспечивается наиболее равномерное использование толщи почвогрунта.

Полученные нами результаты исследований не согласуются с указанными положениями. Если в смешанных культурах к моменту развития у дуба и ореха боковых корней верхние слои почвы окажутся занятыми корневыми системами сопутствующих (второстепенных) или даже кустарниковых пород, которые, в первую очередь, смогут расходовать влагу атмосферных осадков и питательные вещества, то это, по всей вероятности, будет угнетающе отражаться на росте и развитии главной породы.

ТИПЫ МОХОВЫХ ВЫРУБОК АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. Г. ЧЕРТОВСКОЙ**

Младший научный сотрудник

(Институт леса и лесохимии АН СССР)

В последние годы в Архангельской области все чаще начинают рубить избыточно увлажненные леса, после чего остаются заболоченные вырубки. И. С. Мелехов делит вырубки на моховые заболоченные и травяные заболоченные. Между ними существуют переходные типы. В данной работе характеризуются моховые вырубки Архангельской области, к которым относятся долгомошные, долгомошно-сфагновые, сфагновые и кустарниково-сфагновые типы.

Общая характеристика этих типов дана в табл. 1.

Таблица 1

Тип вырубки	Название почвы	Мощность органи- ческого горизонта, см	Аэрация	Количество молодняка древесных по- род на 5-летних вырубках (тыс. шт.) и состав	Средний год- ичный прирост в высоту, см	
					ель (40-50 лет)	береза (5-7 лет)
Долгомош- ная	Торфянис- то-подзо- листая	15—20	Весной плохая, в ию- ле-августе удовлетво- рительная до глубины 40—50 см	60—70 8Б20с + Е	7	12—16
Долгомош- но-сфагно- вая	Торфяно- глеевая	40—60	Затрудненная, в ию- ле-августе удовлетво- рительная до глубины 15—20 см	До 40 10Б, ед. Е	2-3	10—15
Сфагновая	Торфяник	Около 100	Плохая, в июле-ав- густе удовлетвори- тельная до глубины 10 см	10—13 9Б1С, ед. Е	2-3	6—15
Кустарнич- ко-сфагно- вая	"	Около 100	Плохая, в июле-ав- густе удовлетвори- тельная до глубины 10 см	2—3 6С4Б, ед. Е	2-3	—

Долгомошные вырубки характерны для районов с равнинным и плоским рельефом.

Значительное распространение долгомошных вырубок в Архангельской области подтверждается данными лесоустройства. Так, средние необлесившихся вырубок последнего десятилетия они занимают около 12% площади, а в ряде районов — до 20%. Кроме того, на месте черничников, часто образуются долгомошные вырубки, которые составляют около 46% общей площади.

В дальнейшем доля участия долгомошных вырубок будет возрастать, так как в эксплуатацию все больше будут вовлекаться и малопроизводительные заболочивающиеся леса.

Различают два вида долгомошных вырубок (по И. С. Мелехову): 1) образующиеся на месте влажных зеленомошников (преимущественно черничников), то есть с резким изменением растительного покрова после рубки; 2) на месте долгомошных типов леса без резких изменений в покрове.

В настоящей статье рассматриваются, преимущественно, вырубки первого вида.

Под пологом влажных черничников, как показали исследования, всегда существуют условия для заболочивания (ухудшенные водно-воздушные свойства почвы, наличие кукушкина льна и сфагнума и т. п.).

После рубки древостоя происходят сильные изменения в живом напочвенном покрове. Лесные растения (зеленые мхи, черника и часть травянистых видов) отмирают. Сразу же начинают разрастаться кукушкин лен и сфагнум. Через 5—6 лет более половины площади лесосеки бывает занято этими мхами. Резко увеличивается их встречаемость, густота, а также количество зеленой массы. Из сопутствующих растений следует отметить чернику, луговик, осоку, зеленые мхи.

Развивающийся процесс заболочивания приводит к дальнейшему ухудшению свойств почвы, особенно водно-воздушного режима, на протяжении значительной части вегетационного периода (весна, осень).

Лишь в июле—августе наблюдается удовлетворительная аэрация почвы до глубины 40—50 см. (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Горизонт глубина залегания, см					
	$A_0$ 0—10	$A_1$ 10—30	$A_2$ 33—26	$B_1$ 26—41	$B_2$ 41—55	C 55 и ниже
Влажность						
весовая . . . . .	167	155	17,3	13,7	21,2	9,7
объемная . . . . .	16,2	37,2	20,9	19,7	30,3	19,5
Аэрация . . . . .	77,6	49,2	33,9	26,8	15,2	7,0

Примечание. Данные получены 14—15 августа 1959 г.

Подобный ход изменения водно-воздушного режима наблюдался и в другие годы.

Мощность торфянистой подстилки на долгомошных вырубках составляет 15—20 см. Формируются торфянисто-подзолистые почвы, в связи с чем затрудняется возобновление леса.

Предварительное возобновление на долгомошных вырубках обычно представлено елью в количестве 1—3 тыс. шт. на 1 га. Рост ее удовлетворительный. В возрасте 7—11 лет средний годичный прирост равен 3—4 см, а в 40—50 лет—7 см. Угнетающее действие заболочивания выражено не резко, на что в свое время указывал А. Л. Кошечев.

Последующее возобновление на этих вырубках в количественном отношении удовлетворительное. Его состав, количество, прирост показаны в табл. 1. На вырубках без обсеменителей ель обычно отсутствует.

Характер роста и развития березы на долгомошной вырубке иллюстрируется данными табл. 3.

Таблица 3

Тип вырубки	Высота, см	Диаметр, см	Возраст, лет	Расстояние до первого ответвления, см	Количество боковых ветвей	Прирост		Протяженность обливенной части, см	Площадь листовой пластинки, см <sup>2</sup>		Средний годичный прирост, см	
						1957 г.	1956 г.		максимальная	минимальная	по высоте	по диаметру
Долгомошная	77,3	0,82	5	16,5	9	18,9	14,4	113,3	29,3	4,6	15,5	0,16
	94,1	0,9	6	16,9	11	24,0	15,4	187,6	29,6	4,7	15,7	0,15
	99,6	0,92	7	14,6	11	29,3	3,4	214,0	26,1	6,8	14,2	0,13
Долгомошно-сфагнов.	63,2	0,81	5	10,2	9	17,4	8,6	100,6	19,3	2,5	12,6	0,16
	64,6	0,92	6	12,9	9	18,8	8,7	111,4	20,3	2,7	10,8	0,15
	79,3	0,8	7	8,3	9	20,0	11,1	128,5	26,3	6,9	11,3	0,12

Наши наблюдения показали, что на долгомошных вырубках период наиболее интенсивного роста в высоту березы и ели наблюдается в конце июня, в июле рост сильно замедляется (рис. 1).

Учитывая характер роста древесных пород и изменения водно-воздушных свойств почвы в течение вегетационного периода, при проведении мелиораций на долгомошных вырубках необходимо стремиться лишь к сбросу избытка весенних вод. Этим мероприятием создаются благоприятные водно-воздушные и тепловые условия в период максимума роста.

Для долгомошных вырубок наиболее подходит выдвигаемое рядом исследователей требование регулирования водного режима почвы, а не только ее осушения.

В ельниках-долгомошниках заболачивание уже ясно выражено до рубки, последняя лишь усиливает этот процесс. Здесь лесорастительные условия ухудшаются в большей степени, чем на долгомошных вырубках первого вида. Предварительное возобновление происходит преимущественно елью, последующее — березой.

Долгомошно-сфагновые вырубки образуются как на месте долгомошных при дальнейшем заболачивании, так и после рубки долгомошно-сфагновых сосняков и ельников. Мощность органического горизонта (торфа) увеличивается до 40—60 см. На этих почвах удовлетворительная аэрация в течение большей части вегетационного периода наблюдается только в верхнем слабо разложившемся слое (15—20 см).

Например, в наиболее сухой период лета 1959 г. на этих вырубках наблюдалось следующее изменение аэрации с глубиной почвы (табл. 4).

Таблица 4

Показатели	Горизонт глубина залегания, см				
	A <sub>0</sub>	T	T <sub>2</sub>	B	C
	0—15	15—40	40—70	70—80	80 и ниже
Влажность					
весовая . . . . .	329,5	172,0	199,0	46,5	19,8
объемная . . . . .	37,8	61,5	71,6	50,6	33,5
Аэрация . . . . .	54,9	13,9	4,4	7,9	4,0

Примечание. Данные получены 26 августа 1959 г.

В живом покрове господствующее положение имеет еще кукушкин лен, но уже большую роль играет сфагнум, занимающий 30—35% площади. Характерна примесь осоки (встречаемость — 87%, площадь —

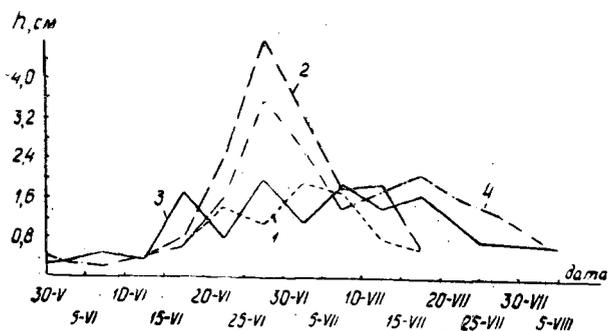


Рис. 1. Рост в высоту ели и березы на долгомошной вырубке.

1 — ель в 1955 г.; 2 — ель в 1958 г.; 3 — береза в 1955 г.; 4 — береза в 1958 г.

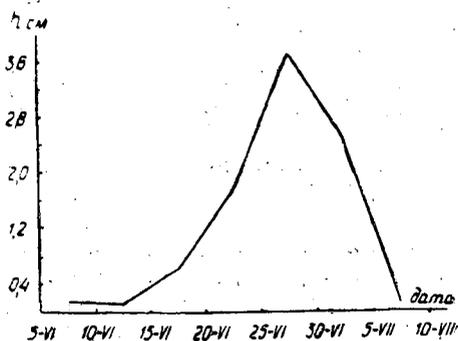


Рис. 2. Рост в высоту ели на долгомошно-сфагнуной вырубке (наблюдения 1958 г.).

14%). В незначительных количествах начинают внедряться и такие чисто болотные растения, как морошка, пушица, кассандра.

Условия для возобновления и роста древесных пород неудовлетворительны. При рубке ельников имеющийся подрост ели (около 1 тыс. на 1 га) в значительной мере усыхает (до 35—40%). Самосев лучше переносит осветление. Ель приурочена к повышениям.

Последующее возобновление приводится в табл. 1, а показатели роста березы — в табл. 3. Наиболее интенсивный рост в высоту наблюдается в конце июня (рис. 2). На долгомошно-сфагновых вырубках при проектировании мелиорации необходимо исходить из потребности в осушении в течение всего вегетационного периода.

Сфагновые вырубki образуются при рубке сфагновых типов леса и при дальнейшем заболачивании долгомошно-сфагновых вырубок.

Они могут встречаться во всей таежной зоне и в отличие от долгомошных — в районах с выраженным рельефом.

На сфагновых вырубках происходит дальнейшее увеличение мощности торфяного горизонта, достигающего 1 м и более. Дренаж очень слабый. Более или менее удовлетворительно аэрируется лишь самый поверхностный слой.

Аэрация оёса равна 37%, тогда как хорошо разложившийся торф почти совершенно не содержит воздуха (табл. 5).

Таблица 5

Показатели	Горизонт	
	глубина залегания, см	
	A <sub>0</sub> 0-8	T 8-115
Влажность		
весовая . . . . .	462,0	505,0
объемная . . . . .	55,5	85,7
Аэрация . . . . .	37,0	2,4

Примечание. Данные получены 22 июля 1960 г. Образцы горизонта T взяты с глубины 55-70 см.

Влажность торфа сильно возрастает в связи с тем, что в него входит в основном очень влагоемкий сфагновый отпад. На этих вырубках требуется проводить коренные лесосушительные мелиорации, ибо только в этом случае могут быть созданы удовлетворительные условия для поселения и роста древесных пород.

В живом напочвенном покрове преобладает сфагнум, значительное участие принимает кукушкин лен. Распространены осоки (встречаемость 35%), но площадь под ними меньше, чем на долгомошно-сфагнутой вырубке. Болотные растения получают дальнейшее развитие. Морошка и пушица имеют встречаемость 40-50%, кассандра - 25%. Рассеянно распространены подбел, багульник, карликовая береза.

Условия для восстановления леса еще хуже. Предварительное возобновление хвойных очень слабое, всего 500 шт. на 1 га. Последующее возобновление показано в табл. 1.

Кустарничково-сфагновые вырубки образуются в основном на месте кустарничково-сфагновых типов леса. Особенно они распространены в северо-восточных районах Архангельской области. Мощность торфяного горизонта колеблется около 1 м. Дренаж также очень слабый. Вырубки влажные в течение всего вегетационного периода (табл. 6).

Таблица 6

Показатель	Горизонт	
	глубина залегания, см	
	A <sub>0</sub> 0-8	T 8-144
Влажность		
весовая . . . . .	889,0	616,0
объемная . . . . .	54,1	86,2
Аэрация . . . . .	42,1	4,3

Примечание. Данные получены 22 июля 1960 г. Образцы горизонта T взяты с глубины 55-70 см.

Для кустарничково-сфагновых вырубок характерен ясно выраженный кустарничковый ярус. Встречаемость таких кустарничков, как карликовая береза, подбел, голубика, кассандра, превышает 40%. Кроме того, удовлетворительно развиты пушица, морошка, осока. В моховом ярусе преобладает сфагнум, редко встречается кукушкин лен.

Условия для возобновления леса крайне затруднены. Помимо постоянной избыточной влажности на успешность поселения древесных пород отрицательно влияет и хорошо развитый травяно-кустарничковый ярус. Самосева и подроста березы на 1 га вырубке менее 1 тыс. шт. По микроповышениям встречается сосна (табл. 1) и редко ель.

Рост древесных пород сильно ослаблен. Так, например, сосна в возрасте 7 лет достигает всего 42 см. Ель также растет очень медленно (табл. 1).

Приведенный материал по характеристике некоторых типов моховых вырубок Архангельской области показывает, что разделение их по характеру живого напочвенного покрова отражает имеющиеся различия в лесорастительных условиях, интенсивности возобновительного процесса и в росте молодняка древесных пород.

Различными должны быть и мероприятия по созданию благоприятных условий роста древесных пород.

---

Поступила в редакцию  
20 января 1961 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ СОДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ ЛИСТВЕННИЦЫ В УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ АЛТИ \*

А. С. КОЗОБРОДОВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В связи с широким применением концентрированных рубок актуальной стала проблема естественного возобновления леса с использованием различных мер содействия. Эта проблема неоднократно обсуждалась на страницах лесной печати [3], [4], [5], [7]. Однако данных о содействии естественному возобновлению лиственницы в литературе нет.

Кафедрой лесоводства в Шелековском участке учебно-опытного лесхоза АЛТИ [6] на вырубке в условиях свежего бора-черничника в 1949 г. были оставлены групповые и одиночные семенники лиственницы\*\* (рис. 1). Порубочные остатки сжигались в кучах одновременно с заготовкой древесины. Среднее количество огнищ на 1 га — 50—70 шт., их средний размер — 8 м<sup>2</sup>. В центре огнища подстилка прогорела до минерального горизонта, по периферии — частично.

В 1951 г. в зоне расположения этих семенников в делянке 5 квартала 22 и делянке 22 квартала 23 было проведено содействие естественному возобновлению лиственницы путем минерализации площадок размером 1 × 1 м на расстояниях от 5 до 100 м от семенников.

Почва на вырубке — сильноподзолистая, супесчаная, с двучленным профилем, на моренном карбонатном суглинке.

Вырубка развивается по вересково-луговиковому типу. В напочвенном покрове минерализованных площадок с самого начала их заселения заметное участие получил вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* L.); в настоящее время он составляет основной фон.

На третий год после минерализации почвы вереск заселяет площадки в среднем на 20%, а к седьмому году — 50—60%. Из других представителей напочвенного покрова на минерализованных площадках встречаются луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.), вейник (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.) и др.

Возобновление лиственницы на минерализованных площадках за истекшее десятилетие по годам представлено в табл. 1. Процесс засе-

\* Работа проведена под руководством акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова.

\*\* Подробная характеристика обсеменителей лиственницы дана нами в статье «О плодоношении семенников лиственницы на концентрированных вырубках», опубликованной в «Лесном журнале» № 5, 1959.

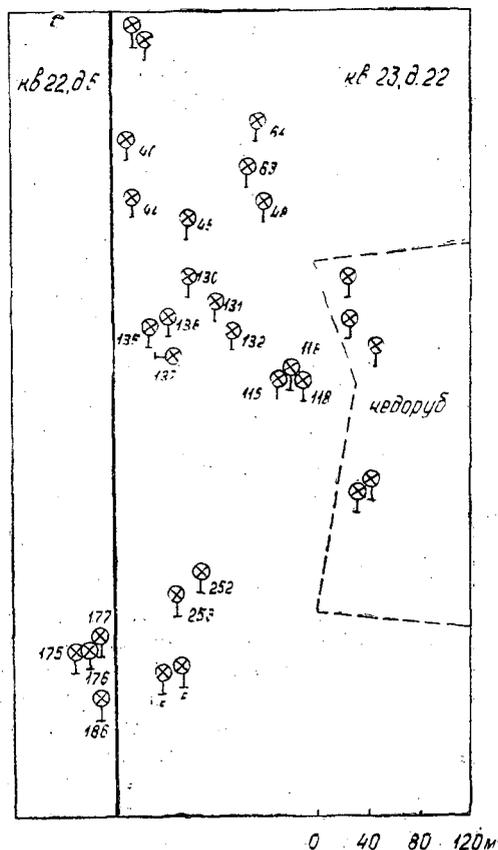


Рис. 1. Абрис размещения семенников лиственницы.

ления площадок лиственницей связан с наступлением семенных лет. Наиболее урожайными для различных обсеменителей лиственницы (одиночные и групповые семенники, тонкомер, стены леса) для объектов наших наблюдений были 1952, 1955 и 1957 гг. Соответственно этому наибольшее количество всходов лиственницы встретилось в 1953, 1956 и 1958 гг.

Таблица 1

Категория молодняка	Количество молодняка на 0,1 га минерализованных площадок по годам					
	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Всходы . . . . .	670	210	100	870	430	470
Самосев . . . . .	110	590	1100	1550	2460	2710
Итого . . . . .	780	800	1210	2420	2890	3180

Для выявления эффективности мероприятий по содействию естественному возобновлению лиственницы нами проведено изучение процесса ее возобновления также среди нетронутого покрова и на огнищах, расположенных в зоне этих же семенников (рис. 2).

Наиболее успешно возобновляется лиственница на минерализованных площадках и в местах сжигания порубочных остатков, особенно

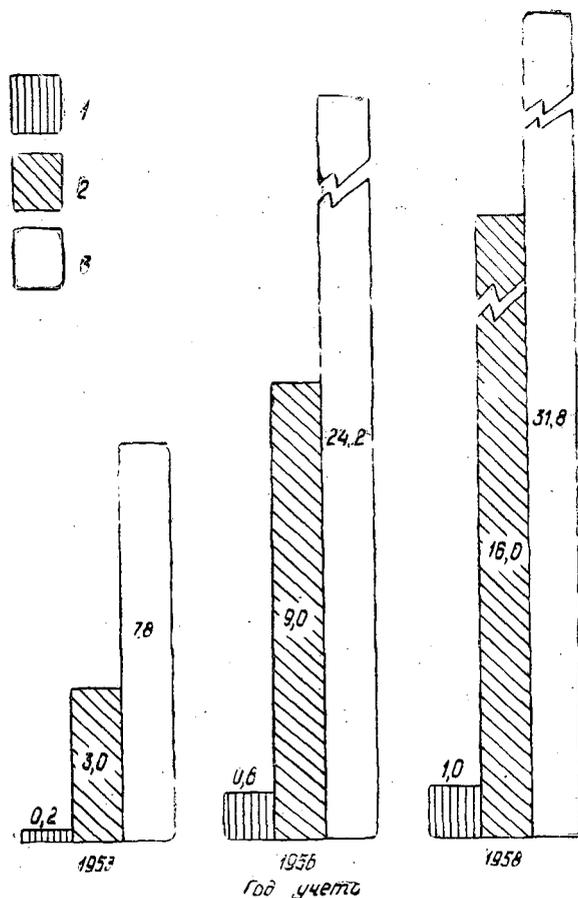


Рис 2. Ход возобновления лиственницы на вересково-луговиковой вырубке (в тыс. шт. на 1 га).

1 — среди нетронутого покрова; 2 — на огнищах; 3 — на минерализованных площадках.

на первых. Так, количество молодняка лиственницы на площадках уже в 1953 г. в два раза больше, чем на огнищах, и в десятки раз больше, чем при ненарушенном покрове. Эта разница сохраняется на протяжении всего исследуемого периода.

Более детально нам удалось выявить обсеменительную роль групповых и одиночных семенников лиственницы в радиусе 50 м. На площадки, расположенные дальше 50 м, могли попадать семена и с соседних семенников.

Для суждения об эффективности мероприятий по содействию естественному возобновлению лиственницы важно знать два показателя: динамику заселения минерализованных площадок и среднее количество молодняка на площадке.

Процесс заселения минерализованных площадок лиственницей от одиночных и групповых семенников за истекший период показан на рис. 3.

Возобновление лиственницы на площадках от групповых семенников идет в 1,5—2 раза успешнее, чем от одиночных. Это объясняется способностью первых давать большое количество семян высокой полнотности [1].

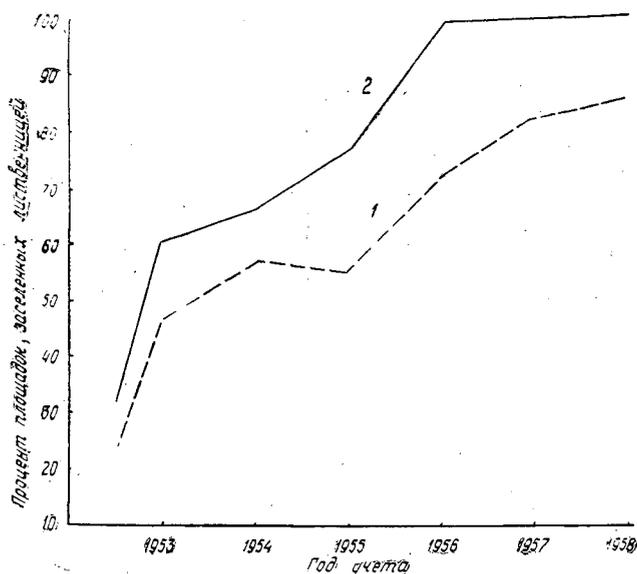


Рис. 3. Динамика заселения лиственницей минерализованных площадок.  
1 — от одиночных семенников; 2 — от групповых семенников.

Количество молодняка лиственницы на площадках на протяжении десятилетия продолжало постепенно увеличиваться, что связано с характером семенников и с удалением площадок от обсеменителей (табл. 2). Наибольшее количество лиственницы встречается на площадках, расположенных в радиусе 10 м от семенников. Массовое появление всходов и самосева лиственницы на площадках в радиусе 5 м, наблюдаемое в 1956 и 1958 гг. как среди одиночных, так и в особенности среди групповых семенников, объясняется тем, что в 1955 и 1957 гг.

Таблица 2

Время учета	Семенники лиственницы	Среднее количество молодняка лиственницы на площадках в шт. на 10 м <sup>2</sup> при расстоянии от семенника, м				
		5	10	20	30	50
1953	Одиночные	15	14	10	14	10
	Групповые	41	12	36	10	10
1954	Одиночные	29	18	11	12	11
	Групповые	30	15	38	24	12
1955	Одиночные	16	15	13	15	11
	Групповые	40	24	40	26	18
1956	Одиночные	30	21	20	22	16
	Групповые	96	41	42	36	30
1957	Одиночные	37	24	18	20	18
	Групповые	100	55	44	36	30
1958	Одиночные	53	30	24	30	24
	Групповые	190	70	49	40	34

плодоношение семенников лиственницы было обильным. Значительная часть урожая шишек в эти годы была сбита клестом на землю [2]. В I—II декадах июня наблюдалось массовое выпадение семян из ши-

шек, сбитых клестом весной 1956 и 1958 гг., а в конце июля появились всходы лиственницы. Таким образом, в данном случае клест способствовал появлению лиственницы на площадках, расположенных в радиусе 5 м от семенников. Однако при этом нельзя забывать вреда, причиняемого клестом урожаю шишек и семян лиственницы.

Лиственница имеет хорошее состояние, однако в отдельные годы ее самосев обмерзает. Самый высокий процент обмерзания (11%) был отмечен в 1958 г., когда имели место поздние весенние и летние заморозки. Обмерзание самосева чаще наблюдается в микропонижениях и в местах, где молодняк вышел из-под защиты напочвенного покрова.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. С. Козобродов. О плодоношении семенников лиственницы на концентрированных вырубках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1959. [2] А. С. Козобродов. О потерях в урожае семян лиственницы Сукачева. Труды АЛТИ, т. XIX, 1959. [3]. И. С. Мелехов. Научные основы лесовосстановления в таежных лесах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1959. [4]. И. С. Мелехов. О путях содействия естественному возобновлению леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 8, 1956. [5]. И. С. Мелехов. О теоретических основах типологии вырубок. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1958. [6]. И. С. Мелехов. Стационарное комплексное изучение леса в учебно-опытном лесхозе АЛТИ. Труды АЛТИ, т. XIV, 1954. [7]. М. С. Синкевич, В. В. Кабанов. Результаты содействия естественному лесовозобновлению на концентрированных вырубках Карелии. Труды Карельского филиала АН СССР, вып. XXV, 1961.

Поступила в редакцию,  
1 июля 1961 г.

## КУЛЬТУРЫ БУКА В ЛЕСХОЗАХ ВИННИЦКОЙ И ХМЕЛЬНИЦКОЙ ОБЛАСТЕЙ УССР

В. И. БЕЛОУС

Аспирант

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Лесхозы Винницкой и Хмельницкой областей в настоящее время находятся за пределами сплошного ареала бука, встречающегося здесь небольшими естественными массивами в Сатановском лесничестве Ярмолинецкого лесхоза и в Мур-Куриловецком лесничестве Могилев-Подольского лесхоза.

Учитывая ценность буковой древесины, благоприятное влияние этой породы на формирование полндревесных стволов дуба в смешанных насаждениях и обогащение почвы питательными веществами, лесоводы стремились расширить площадь буковых лесов путем создания чистых и смешанных культур.

С целью обобщения опыта и разработки агротехники создания культур бука в 1959—1961 гг. нами было произведено исследование существующих культур в лесхозах указанных областей, результаты которого приводятся в табл. 1.

Из этой таблицы видно, что бук хорошо растет на типичных лесных почвах в условиях Винницкой и Хмельницкой областей.

При создании буковых культур было также допущено много ошибок, в результате которых более чем на 60 га (70% всей площади культур) бук находится в неудовлетворительном состоянии.

Так, в Гневаньском лесничестве Жмеринского лесхоза бук был введен в культуры на площади 27 га, но в настоящее время только на 0,1 га он в сравнительно удовлетворительном состоянии, где его посадили чистыми рядами. На других участках бук был смешан в рядах с красным дубом, елью, ясенем обыкновенным, черешней и желтой акацией. Находясь под пологом, бук нуждается в осветлении рубками ухода. Подобная же картина наблюдалась и в других лесничествах.

Пониженная приживаемость бука в культурах объясняется его повышенной транспирацией при ранней вегетации, повреждением корней майским хрущем и неудачным подбором пород.

Вследствие указанных недостатков культур часть лесоводов Винницкой и Хмельницкой областей ошибочно считает, что в этих условиях культуры бука бесперспективны.

Однако результаты наших исследований дают основание утверждать, что культуры бука здесь не только возможны, но и желательны.

На основании приведенных данных можно сделать следующие выводы.

1. Состояние бука в культурах в возрасте от 20 до 70 лет показывает, что в условиях Винницкой и Хмельницкой областей бук растет успешно и не только не уступает по производительности дубу и его спутникам, но часто превосходит их.

2. Как по высоте, так и по диаметру бук растет значительно быстрее дуба в культурах, созданных на свежих лесосеках, но в молодости он отстает в росте на почвах, находившихся длительное время под сельскохозяйственным использованием.

3. Причиной неудачных культур бука в отдельных лесхозах является неправильный выбор типов смешения пород, а также отсутствие ухода и погрыва скотом в период индивидуального роста.

4. Бук медленно растет в молодости и плохо переносит конкуренцию с другими породами при подеревном смешении в одном ряду, поэтому его следует вводить в культуры чистыми рядами или звеньями, которые можно чередовать с группами граба, кленов, березы, липы или дуба. Эти же породы можно применять и для дополнения рядов или звеньев бука при отсутствии сеянцев последнего.

5. Для обеспечения скорейшего смыкания культур расстояние в рядах следует выбирать не более 0,5 м, а между рядами — до 2,0 м. До смыкания культур, особенно в первые 2—3 года, сеянцы бука наиболее часто страдают от неблагоприятных воздействий, поэтому требуют заботливого ухода и охраны.

6. В культурах бука не следует вводить почвозащитный подлесок из кустарников, так как он выпадает сразу же после смыкания культур, а его роль с успехом выполняет сам бук.

---

Поступила в редакцию  
4 мая 1961 г.

## ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ЛЕСНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ

**Ф. И. ВОЛКОВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Москва)

Значение лесного семеноводства в настоящее время исключительно велико как для выполнения больших работ по лесоразведению и лесовосстановлению, так и для решения задачи повышения продуктивности и улучшения качества создаваемых лесов.

Однако получить семена с более высокими наследственными свойствами, чем при обычных массовых сборах, возможно лишь при условии широкого использования методов лесной селекции: в первую очередь путем отбора деревьев, обладающих быстрой скоростью роста, высокими качествами древесины, устойчивостью к заморозкам и т. п. признаками, а также путем отбора наиболее перспективных форм из потомства маточных деревьев, выращиваемого на семенных плантациях.

В сложной и пока еще во многом новой работе по созданию семенных плантаций большое значение будут иметь фенологические наблюдения, каждая фаза развития которых должна рассматриваться как «внешнее проявление внутренних процессов во взаимосвязи с условиями среды» [7].

Обычные фенологические наблюдения, при которых отмечаются сроки наступления и окончания отдельных фаз сезонного развития растений, в лесном семеноводстве недостаточны, так как при этом не учитываются некоторые важные для семеноводства фазы развития и не отмечается ряд признаков, характеризующих наследственную природу наблюдаемых объектов. Чтобы показать важность затронутого вопроса, остановимся на отдельных фенологических фазах.

1. Фаза листораспускания. Обычно она отмечается датами начала появления первых листочков и полного листораспускания. Между тем для отбора форм, ценных по биологическим и наследственным свойствам, важно отмечать окраску, размеры и форму листьев, на что не раз обращали внимание в своих работах И. В. Мицулин и другие селекционеры.

Особо важное значение из названных признаков имеет окраска листьев. Наблюдениями С. Н. Макарова в Главном ботаническом саду АН СССР [4] установлено, что оранжево-красные оттенки листьев дуба в период весеннего распускания указывают на преобладание у таких деревьев мужских соцветий, тогда как у деревьев с листьями саплатного цвета преобладают женские цветки. Распознавание пола мо-

жет быть использовано для правильного размещения деревьев на семенных плантациях.

Окраска листьев является также хорошим признаком и для отбора морозоустойчивых форм дуба, что подтверждают наблюдения Б. И. Еськина и Р. Л. Вознесенской [2], проводивших учет однолетних дубков после весеннего заморозка с температурой воздуха — 3,5° С. Этими наблюдениями установлено, что дубки с зеленой окраской листьев оказались поврежденными на 52%, тогда как с листьями, имеющими красноватые оттенки, — только на 2,6%.

Не менее важной является и интенсивность обычной зеленой окраски листьев в фазе полного листораспускания, указывающая на количество содержащегося в них хлорофила, а значит и на интенсивность фотосинтеза. Интенсивность зеленой окраски листьев по свидетельству акад. В. Н. Любименко [3], может иметь наследственный характер, а следовательно является признаком для отбора высокопродуктивных форм.

Фенологические наблюдения должны помочь в накоплении материала, показывающего, в какой степени окраска листьев является наследственно устойчивым признаком.

2. Фаза цветения у ряда перекрестно опыляемых древесных пород обычно определяется моментом пыления мужских цветков. Для лесного семеноводства эту фазу необходимо отмечать по появлению цветков того и другого пола, а балл цветения указывать раздельно по каждому полу. Такой учет может быть использован для прогноза урожая.

3. Фаза оплодотворения завязей (начало роста плода). Этот наиболее трудно распознаваемый момент, не учитываемый при обычных фенологических наблюдениях, является в то же время и наиболее интересным для семеноводства. У некоторых пород, в частности, у дуба он может быть отмечен датой начала появления околоплодника желудя из плюски (рис. 1).

4. Прирост главного (осевого) побега в высоту. Дуб и некоторые другие древесные породы дают в течение вегетационного периода по несколько верхушечных приростов, что может быть не только результатом влияния условий произрастания, но и проявлением наследственной природы растений. Учет этой фазы (дата начала весеннего роста побега и дата заложения верхушечной почки в конце лета) может послужить основанием для отбора быстрорастущих форм. При этом необходимо измерение длины каждого прироста, что целесообразно делать при последней (летней) отметке даты заложения верхушечной почки. Границы отдельных приростов устанавливаются по совокупности следующих признаков: скоплению почек на границе прироста, изменению толщины побега, изменению окраски коры (рис. 2). Одновременно обязательно должна

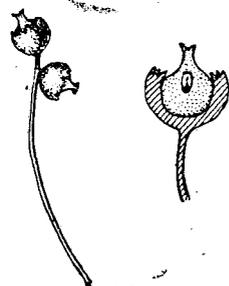


Рис. 1. Завязи дуба вскоре после оплодотворения. Справа — продольный разрез в более позднем сроке созревания.



Рис. 2. Часть верхнего годичного побега дуба. Пунктиром показана граница между первым и вторым приростом.

отмечаться степень одревеснения (вызревания) \* последнего побега (иногда и предпоследнего) и степень сформирования верхушечной почки.

5. В фазе созревания плодов, кроме указания сроков начала, массового созревания и конца, должны отмечаться окраска, величина и форма плодов.

6. Из остальных фаз сезонного развития дуба следует остановиться на осеннем опадении листьев. Известно, что у позднораспускающейся формы дуба черешчатого довольно часто встречаются особи, не сбрасывающие на зиму пожелтевших, засохших листьев, сохраняющие их до весеннего листораспускания. Наши наблюдения за пятилетними дубками, перенесшими суровую зиму 1959/1960 гг., среди которых было значительное число дубков с не опавшими в течение зимы листьями, показали, что у них повреждение зимними морозами верхушечных побегов было значительно меньшим, чем у дубков с опавшими на зиму листьями. Если дальнейшие наблюдения покажут наследственный характер сохранения листьев на зиму, то этот признак может быть использован для отбора холодоустойчивых форм.

Фенологические наблюдения в лесном семеноводстве обязательно должны сочетаться с наблюдениями за главнейшими явлениями погоды.

Таблица 1

Наблюдаемые явления	Дата	Окраска	Размеры	Форма	Балл				
					цветения		оплодотворения	урожай	одревеснения
					мужские	женские			
Сокодвижение	×								
Набухание листовых почек	× 0								
Листораспускание	× 0	×	×	×					
Цветение	× 0				×	×			
Рост верхушечных побегов	×		×						×
Оплодотворение завязей	×						×		
Созревание плодов	× 0	×	×	×				×	0
Опадение плодов	× 0								
Пожелтение листьев	× 0								
Опадение	× 0								

Примечание. Для всех остальных явлений отмечаются три фазы: начало, массовое развитие, конец. Листораспускание отмечается в фазе начала и полного листораспускания. Рост верхушечных побегов отмечается началом и заложением верхушечной почки последнего прироста.

Размеры листьев обозначаются произведением длины листовой пластинки на ее ширину в фазе полного листораспускания.

Форма плода (желудя) обозначается отношением длины к его толщине в фазе массового созревания.

Степень одревеснения верхушечного побега достаточно отмечать трехбалльной шкалой: отсутствие одревеснения, неполное, полное.

\* У неодревесневших побегов дуба наблюдается зеленый цвет коры, недостаточная округленность последнего прироста, слабая упругость.

(температурой и влажностью воздуха, количеством и характером осадков), что имеет особое значение в период цветения. Исследования Н. И. Панкратовой [6] показали, что сережки дуба в начале их появления погибают в течение суток даже при низкой положительной температуре воздуха в пределах  $0,3-1^{\circ}\text{C}$ . Более развитые сережки хотя и не погибают при этой температуре, но пыльца в них становится неспособной к прорастанию на рыльцах женских цветков. Отрицательные температуры в пределах всего лишь  $-0,2$  до  $-0,5^{\circ}\text{C}$  в течение  $1-3$  час вызывают потемнение части пыльников и снижают прорастание пыльцы до  $20-37\%$ . Женские же цветки при этой температуре погибают независимо от длительности ее воздействия.

Большое значение имеет также учет погодных условий за период, предшествующий наступлению фазы плодоношения (в это время происходит формирование репродуктивных органов). Знание этих условий дает возможность предвидеть ожидаемый урожай семян за  $1-2$  года до его наступления [1], [5].

Говоря об особенностях фенологических наблюдений в лесном семеноводстве, мы исходили из наблюдений за дубками, выращенными на семенной плантации. Фенологические же наблюдения на лесосеменных участках, отбираемых в естественных лесах в возрасте плодоношения, неизбежно будут несколько сужены, так как из-за высокорасположенных крон некоторые наблюдения и измерения не всегда будут доступны, равно как будут несколько иными наблюдения и над другими породами.

Обобщением всего сказанного может служить табл. 1, на которой показано различие между фенологическими наблюдениями в семеноводстве дуба черешчатого (X) и наблюдениями обычными (o), используемыми для составления календарей погоды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Я. Гиргидов. Метеорологический метод прогноза урожая семян сосны. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1960. [2]. Б. И. Еськин, Р. Л. Вознесенская. К вопросу о роли антоциана и морозоустойчивости растений. Труды Волгоградского сельскохозяйственного института, т. XI, вып. 2, 1960. [3]. В. Н. Любищенко, В. А. Бриллиант. Окраска растений (растительные пигменты). Л., 1924. [4]. С. Н. Макаров. Половые различия у растений по вегетативным и биологическим признакам. Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР № 17, 1954. [5]. Т. П. Некрасова. Плодоношение сосны в Западной Сибири. Изд. Сибирского отделения АН СССР. Новосибирск, 1960. [6]. М. Н. Панкратова. Влияние температуры на цветение дуба. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. 32, Гослесбумиздат. М.-Л., 1956. [7]. Е. Н. Синская. Фенология прежде и теперь. Географический сборник IX, 1957.

Поступила в редакцию  
8 апреля 1961 г.

## О ТОЧНОСТИ УПРОЩЕННЫХ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ДРЕВОСТОЯ ПО ЗАПАСУ

А. С. БАБАКИН

Аспирант

(Брянский технологический институт)

В последние годы в лесохозяйственной литературе уделяется много внимания вопросу о текущем приросте. Ряд авторов выступил с предложениями; большого внимания заслуживают те из них, которые претендуют на быстрое и точное определение текущего прироста с наименьшей затратой труда. Некоторые из этих предложений предусматривают непосредственное определение абсолютной величины текущего прироста, другие — через процент прироста. Эти предложения объединяет то, что текущий прирост определяется без рубки моделей, по измерениям на стоящих деревьях с использованием тех или иных таблиц. В теории лесной таксации известен ряд подобных, ранее предложенных способов. Однако широкого применения на производстве они не нашли ввиду сложности или невысокой точности. Поэтому практики чаще всего пользуются способом модельных деревьев.

Новые предложения в производственных условиях еще не испытаны. Оценка им дана лишь авторами, часто без достаточной проверки. Только М. Л. Дворецкий [5], [6] свои предложения проверил на материале шести пробных площадей со сплошной рубкой деревьев, сравнив таким образом результаты определения текущего прироста по его способам с истинным значением. По другим предложениям такие сравнения нам неизвестны, хотя они крайне желательны.

В настоящей статье сделана попытка дать сравнительную оценку точности определения текущего прироста по способам: модельных деревьев, Н. П. Анучина, Борггреве, П. В. Воропанова, М. Л. Дворецкого и В. Джурджу. Рассмотрение формулы Борггреве связано с тем, что она представляет по существу преобразованную формулу Шнейдера и, по утверждению проф. А. В. Тюрина [11], дает достаточную точность.

Способ модельных деревьев глубоко изучался советскими учеными М. Л. Дворецким [4], [6], И. М. Науменко [9], [10]. Однако в литературе крайне мало обоснованных указаний по методике отбора модельных деревьев. Это связано, видимо, с тем обстоятельством, что при определении текущего прироста древостоя по запасу обычно детально не анализируется роль отдельных деревьев в накоплении запаса. Поэтому способ средних моделей требует дальнейшего изучения как в отношении точности результатов, так и в смысле технических приемов подбора моделей.

Содержание новых способов опубликовано в печати [1], [2], [3], [4], [5], [7], [11].

Для установления точности различных способов нами заложено в чистых сосновых древостоях лесхозов Брянской и Московской областей шесть пробных площадей, на которых был проведен пересчет деревьев с измерением диаметров (точность — 0,1 см), одновременной их нумерацией и разделением по пологам. При этом деревья относились к одной из групп: осветленных или неосветленных. Каждому дереву придавалась категория и класс роста и развития по классификации проф. П. В. Воропанова. Измерялась проекция крон по четырем радиусам. Диаметры на высоте груди измерялись обычной мерной вилкой с наклеенной на шкалу миллиметровой бумагой, проекция крон — при помощи рулетки, а все другие признаки оценивались глазомерно. В графе «примечания» ведомости пересчета деревьев тщательно описывались особенности дерева, не позволяющие брать его в качестве модельного дерева: суховершинность, многовершинность, неправильная форма ствола, повреждения раком, серянкой и др.

Затем производилась сплошная рубка всех деревьев и анализ стволов по двухметровым секциям: измерялись диаметры в коре и без коры, прирост по диаметру за последние 10 лет, высота и прирост по высоте. Перед анализом ствола измерялись ширина и протяженность кроны. Полученные данные записывались в общую карточку модельного дерева. Всего срублено и проанализировано 777 деревьев, от 110 до 183 на каждой пробной площади. При камеральной обработке по данным этих карточек вычислены все необходимые таксационные признаки древостоев. Основные из них приведены в табл. 1. Объем среднего дерева нами вычислялся по способу, предложенному доц. Г. М. Козленко [8].

Таблица 1

№ пробной площади	Возраст лет	Бонитет	Полнота	Верхний полог		Запас нижнего полога, м <sup>3</sup> /га
				запас, м <sup>3</sup> /га	текущий прирост, м <sup>3</sup> /га	
1	55	Ia	0,85	420	10,5	7
2	60	Ia	0,69	345	7,9	8
3	76	I	0,91	440	8,1	1
4	85	II	0,88	405	5,8	10
5	102	II-III	0,90	390	6,7	2
6	115	II-III	1,00	475	7,2	7

Нижний полог во всех случаях развит слабо (менее 2,5% общего запаса). Поэтому при сравнении различных способов определения текущего прироста нижний полог оставлен вне учета.

Способы Борггреве, П. В. Воропанова и В. Джурджу предусматривают предварительное определение процента текущего прироста, а по способам модельных деревьев, предложенным Н. П. Анучиным и М. Л. Дворецким, непосредственно находится абсолютная величина текущего прироста. Запас древостоя во всех случаях, в том числе и по таблицам хода роста (проф. А. В. Тюрина), определен с одинаковой погрешностью в пределах  $\pm 2\%$ . В связи с этим можно считать, что ошибки в определении абсолютного текущего прироста по способам Борггреве, П. В. Воропанова и В. Джурджу практически не включают в себя ошибки в определении запаса древостоя; следовательно, возможен совместный анализ точности определений абсолютного текущего прироста всеми упомянутыми выше способами.

Модели подбирались по принципу пропорционального ступенчатого представительства. Текущий прирост древостоя вычислялся как средне-взвешенный (за вес принималась площадь сечений каждой ступени).

По способу П. В. Воропанова в качестве пробных взяты деревья с диаметрами наиболее близкими к среднему диаметру элемента древостоя, выделенного по приросту. Деревья с резкими отклонениями в текущем приросте по диаметру на высоте груди отбрасывались.

По всем другим способам учетные деревья взяты путем механического отбора по порядковому номеру.

В результате анализа всех срубленных деревьев получена точная величина текущего прироста древостоя, как сумма приростов всех деревьев. Последняя принята за истинную величину, с которой сравнивались значения текущего прироста, полученные изучаемыми способами. Результаты сравнения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Способ	Ошибки	Проценты ошибок при отборе деревьев						Число вариантов
		из всего полога			из 4-х центральных ступеней			
		15 шт.	20 шт.	30 шт.	15 шт.	20 шт.	30 шт.	
Средних моделей	Наибольшие +	7-12	4-10					60
	-	4-16	3-10					
	$\sigma \pm$	6,9	5,8					
М. Л. Дворецкого	+	9-17	10-19	9-10				108
	-	8-20	7-15	8-14				
	$\sigma \pm$	10,0	9,4	8,2				
Н. П. Анучина	+	8	7	-	9	9	5	198
	-	11-25	8-24	8-20	10-23	10-20	5-15	
	$\sigma \pm$	13,9	12,4	11,8	9,5	9,3	8,2	
Борггреве	+				17-28	10-21	9-18	90
	-				13-16	6-11	6-10	
	$\sigma \pm$				12,2	11,1	10,3	
В. Джурджу	+				17-22	9-21	12-19	90
	-				13	12	9	
	$\sigma \pm$				14,9	10,5	10,2	

Примечание. При отборе 30 учетных деревьев из всего верхнего полога испытано по 8 вариантов. Во всех других случаях — 5 вариантов по каждой пробной площади.

По способу П. В. Воропанова получились следующие фактические отклонения:

Таблица 3

№ пробных площадей	Фактические отклонения, %	
	по 15 моделям	по 20 моделям
1	+9,5	+5,7
2	-4,5	+6,1
3	+12,5	+9,8
4	-3,5	-1,1
5	+9,7	+8,3
6	-7,5	+5,5

Данные таблицы 2, а также изучение индивидуальных отклонений, позволяют отметить следующее:

Способ модельных деревьев обеспечивает сравнительно высокую точность учета текущего прироста по запасу древостоя. Однако при рубке 15 моделей в отдельных случаях ошибка может быть более 10%. Рубка 20 модельных деревьев повышает точность результата.

При подборе моделей необходимо обращать внимание не только на средние размеры дерева для ступени (группы ступеней) по диаметру, высоте и форме ствола, но и на положение дерева в окружающей среде: эта среда должна быть средней для древостоя. Наличие близких пней или, наоборот, близость соседних деревьев резко сказывается на величине линейного прироста по диаметру, что в свою очередь отражается на приросте по объему. Средние размеры в линейном приросте по диаметру (радиусу) легко установить после взятия проб приростным буром на 4—5 деревьях центральных ступеней толщины. Зная примерные средние колебания в линейном приросте по радиусу, при подборе модельных деревьев нетрудно отбраковать деревья с резкими отклонениями текущего прироста по радиусу. Для этого следует лишь брать одну-две пробы на прирост на высоте груди проверяемого дерева. Такой простой прием значительно повышает точность учета текущего прироста. По данным нашей проверки на упомянутых выше пробных площадях при учете текущего прироста по диаметру рубка 15 модельных деревьев дает такую же точность, что и рубка 20 моделей, подобранных без учета прироста по диаметру, а именно, в пределах  $\pm 7-9\%$  (испытано 30 вариантов).

Если же подбор модельных деревьев и определение текущего прироста осуществляется по группам осветленных и неосветленных деревьев (по элементам древостоя по приросту), точность результатов будет еще выше.

По упрощенным способам отбор 15 учетных деревьев не позволяет определять значения текущего прироста с высокой точностью: значительны среднеквадратические ошибки, велики ошибки отдельных вариантов. Однако, по способу П. В. Воропанова лишь в одном случае из шести ошибка более 10%.

Отбор 20 учетных деревьев по всем упрощенным способам несколько улучшает результаты, но для гарантии более высокой точности следует измерения прироста производить на 30 учетных деревьях.

Способ Н. П. Анучина, как правило, дает заниженные результаты: лишь в 15% случаях ошибки получились со знаком плюс. Оказалось целесообразным производить отбор учетных деревьев из четырех центральных ступеней толщины; этот прием заметно повышает точность определения текущего прироста.

По способу П. В. Воропанова взятие 20 учетных деревьев обеспечивает точность определения текущего прироста в пределах  $\pm 10\%$ . При этом, деревья с резкими отклонениями в текущем приросте по диаметру на высоте груди в качестве пробных брать не следует. Важно также правильное определение класса роста и развития и категории пробных деревьев.

Для определения текущего прироста по формуле М. Л. Дворецкого пробные учетные деревья можно отбирать из всего верхнего полога. При этом результаты получаются с такой же точностью, что и при отборе учетных деревьев из центральных ступеней и вычислении прироста по способу Н. П. Анучина. Надо предполагать, что отбор деревьев из центральных ступеней толщины позволит получить более высокую точность учета прироста по способу М. Л. Дворецкого.

По формулам Боргрреве и В. Джурджу текущий прирост находится с одинаковой точностью.

Характерно, что способ В. Джурджу по пробным площадям № 1 и № 2 (55 и 60 лет) показал во всех вариантах завышенные результаты, а по пробной площади № 6 (115 лет), наоборот, заниженные результаты.

Формула Боргрреве также в более молодых древостоях в большинстве случаев дает положительную ошибку, а в старых — отрицательную. Возможно это связано также и с тем, что формулы неточно фиксируют текущий прирост высоко- и низкопродуктивных древостоев; они применимы к средневозрастным древостоям средней продуктивности.

Большие отклонения величин текущего прироста, исчисленных при различной группировке учетных деревьев на одной и той же пробе одним и тем же способом говорят о том, что этот способ включает в себя ошибки субъективного подхода к подбору и группировке учетных деревьев. Возможность такого подхода не исключается и тогда, когда мы в качестве пробных берем деревья путем механического отбора, поскольку субъективен сам выбор варианта. В самом деле, на пробной площади бывает не менее 200 стволов, из которых можно создать десятки групп по 15—20 стволов. Увеличение количества учетных деревьев, безусловно, уменьшило или исключило бы такую ошибку. По известным причинам число учетных деревьев не может быть увеличено значительно, хотя этот путь заслуживает серьезного внимания. Другой путь избавления от субъективных ошибок, видимо, заключается в методе и технике подбора учетных деревьев. Для практики необходим такой метод, по которому любой исполнитель в качестве учетных деревьев назначал бы одни и те же деревья. Этот вопрос, кажущийся на первый взгляд простым, требует серьезного изучения закономерностей строения древостоя, в частности распределения прироста по отдельным деревьям древостоя.

Способ П. В. Воропанова является частичным ответом на этот вопрос. По этому способу каждый исполнитель в качестве пробных берет обычно только те деревья, номера которых попали при перечете в центральную одностиметровую ступень элемента древостоя.

Способ П. В. Воропанова проверялся нами дополнительно на 15 пробных площадях, заложенных в чистых сосновых насаждениях высоких бонитетов с различной полнотой и со средним возрастом от 30 до 115 лет. На этих пробных площадях определение текущего прироста производилось с рубкой 15 модельных деревьев и с измерениями на 15 стоящих деревьях по способу П. В. Воропанова. Сравнение полученных результатов показало, что отклонения величин текущего прироста, вычисленных по способу П. В. Воропанова от величин прироста, вычисленных по способу модельных деревьев, колеблются от +12,0 до —12,4% (среднее — 4,7%). Поскольку отклонения не носят систематического характера (в восьми случаях с плюсом, в семи случаях с минусом), в отношении точности эти два способа можно считать практически близкими.

Таким образом, способ модельных деревьев дает высокую точность, если при отборе модельных деревьев учитываются не только размеры ствола, но и величина текущего прироста по диаметру на высоте груди. При этом рубка 15 моделей гарантирует точность в пределах  $\pm 7-9\%$ . Этот вывод не расходится с исследованиями М. Л. Дворецкого и И. М. Науменко.

Из рассмотренных нами упрощенных способов без рубки моделей наиболее точным оказался способ проф. П. В. Воропанова; точность его практически близка к точности способа модельных деревьев.

Когда достаточна точность определения текущего прироста в пределах  $\pm 10-15\%$ , следует пользоваться способами проф. Н. П. Анучина и доц. М. Л. Дворецкого. Ориентировочные данные по приросту могут быть получены по формулам Боргреве и В. Джурджу.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Новый метод определения текущего прироста насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1959. [2]. Брянский лесохозяйственный институт. Методика лесоустройства по участковому хозяйству. Изд-во «Брянский рабочий», 1959. [3]. П. В. Воропанов. Относительный прирост, как показатель взаимоотношения дерева с окружающей внешней средой. Труды Брянского лесохозяйственного института, т. VII, 1956. [4]. М. Л. Дворецкий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Л., 1960. [5]. М. Л. Дворецкий. Определение текущего прироста древостоя без срубki деревьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1959. [6]. М. Л. Дворецкий. Теоретический анализ точности определения текущего объемного прироста стволов и древостоев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1959. [7]. В. Джурджу. Об определении текущего прироста насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1957. [8]. Г. М. Козленко. Таксация насаждений по измерениям коэффициентов формы на растущих деревьях. Труды Брянского лесохозяйственного института, т. VII, 1956. [9]. И. М. Науменко. Анализ методов определения текущего объемного прироста отдельных деревьев. Научные труды Воронежского лесохозяйственного института, т. X, 1948. [10]. И. М. Науменко. Достоверно ли определение текущего прироста насаждений по моделям. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1940. [11]. А. В. Тюрин. Таксация леса. Гослестехиздат, 1945.

Поступила в редакцию  
3 июля 1961 г.

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА В КОЛХОЗАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. НЕВОЛИН

Доцент

(Архангельский лесотехнический институт)

Колхозные леса в Архангельской области занимают 1648,8 тыс. га и составляют 56,1% от общей площади земель, закрепленных по Государственным актам на вечное пользование. Кроме того, в колхозах области имеется 88,6 тыс. га лесных выгонов, 16,0 тыс. га заросших кустарниками пастбищ и 69,0 тыс. га зарослей кустарников\*. Запасы древесины только в спелых и перестойных насаждениях ориентировочно определяются в 53,0 млн. м<sup>3</sup>.

Роль и значение лесов в жизни колхозов трудно переоценить. Однако этот бесценный дар природы используется колхозами нерационально. Одной из многих причин этого является слабая изученность колхозных лесов области и отсутствие у большинства из них организационно-хозяйственных планов ведения лесного хозяйства. Достаточно сказать, что лесоустройство в колхозах области начали проводить лишь с 1957 г. За четыре года устроено 563,2 тыс. га колхозных лесов. В ближайшие годы намечается проведение лесоустройства колхозных лесов на площади около миллиона гектаров.

Правильная организация лесного хозяйства в колхозах во многом зависит от учета особенностей, выявленных нами в результате трехлетней работы по устройству колхозных лесов области. В действующей Инструкции по устройству колхозных лесов [1], эти особенности не были учтены.

В результате подготовительных работ в 1957 г. мы пришли к выводу, что включение в объект лесоустройства лишь площадей, отнесенных по учетным данным землеустройства в леса, недостаточно.

При этом из поля зрения выпадают значительные площади кустарников, болот и других категорий земель, не зачисленных землеустройством в леса и не предназначенных для сельскохозяйственного пользования.

В категорию кустарников землеустроители нередко относили молодые и даже средневозрастные лиственные и хвойно-лиственные насаждения. В «болота» были включены большие площади спелых сосняков и ельников V—Va классов бонитета, произрастающих на забо-

\* Данные по состоянию на 1 ноября 1960 г. приведены без учета площадей лесов и кустарников Ненецкого национального округа, занимающих соответственно 9,3 тыс. га и 82,5 тыс. га.

лоченных почвах, с запасом иногда до 80—100 м<sup>3</sup> на 1 га. Во многих случаях контуры этих участков на плановых документах землеустройства не выделялись. В связи с этим необходимо перед началом полевых работ проводить уточнение подлежащей лесоустройству территории, используя имеющиеся фотопланы, и вносить коррективы в контурные карты, а в последующем и в площади контуров.

Таким образом, наиболее правильным будет включение в объект лесоустройства всех категорий площадей (кустарников, болот, сенокосов, залежных земель и др.), расположенных в лесах и не предусмотренных планом внутрихозяйственного землеустройства для использования в сельском хозяйстве.

При выделении объекта лесоустройства нельзя не учитывать и выгоны (пастбища) по лесу и кустарнику. Во-первых, на их территории имеются значительные запасы ценной деловой древесины, которые необходимо учесть и затем правильно решить вопрос о рациональном их использовании. Во-вторых, выделение этих площадей в свое время проводилось без надлежащего осмотра специалистами в натуре, и поэтому часты случаи, когда под пастбище предназначены участки лишайниковых, сфагновых и долгомошных типов леса с очень бедным или вовсе отсутствующим травостоем.

Лесоустроитель в данных случаях поможет более правильно подобрать места для организации лесных пастбищ и установить их границы.

Площади, подлежащие лесоустройству, уточняются в результате детального изучения плана внутрихозяйственного землеустройства.

Существенным моментом при проведении полевых работ является необходимость уточнения с помощью материалов аэрофотосъемки границ «лесных прирезок»\*.

Дело в том, что при отграничении лесных участков в 1938 г. геодезическая съемка не проводилась, и границы на плановых документах в большинстве случаев искажены. Землеустроители же эти границы наносили на фотопланы камерально, используя материалы отводов 1938 г. и обозначая их штрих-пунктиром, как границы, не точно установленные. Исправление границ обычно ведет к изменению площади, и землеустройство в свои материалы вносит коррективы.

Колхозные леса в области представлены обычно довольно крупными компактно расположенными массивами с малым количеством дорог, рек и других естественных рубежей, которые могли бы служить границами кварталов. Эти обстоятельства вызывают необходимость разделения леса на кварталы просеками, прорубка которых является трудоемкой и дорогостоящей работой. В целях сокращения трудовых затрат и экономии денежных средств объем работы по прорубке просек и таксационных визиров можно сократить путем:

а) полного использования старых просек и визиров, проложенных во время лесоустроительных работ первой четверти текущего столетия, а также просек и границ, разрубленных при межхозяйственном землеустройстве мелких колхозов;

б) возможно более полного использования ходов, проложенных при геофизических и геологоразведочных изысканиях;

---

\* В 1938 г. в Архангельской области проводились массовые работы по отграничению и передаче колхозам на вечное пользование дополнительных лесных массивов. По имеющимся сведениям, колхозам области было дополнительно передано около 650 тыс. га лесов.

в) отказа от прорубки таксационных визиров в кварталах, в которых имеются дороги, прогалины, поляны, пашни и другие открытые места, обеспечивающие точную ориентировку таксатора;

г) прокладки буссольных ходов (взамен рубки визиров) в кварталах с малоценными насаждениями.

Точность лесоучетных работ во многом зависит от качества материалов аэрофотосъемки. Вследствие проведения лесоустройства в колхозах после полного завершения его в гослесфонде, приходится пользоваться аэрофотоснимками прежних лет при наличии местами значительных изменений в лесном фонде в связи с бессистемными рубками, расчистками лесных площадей под сельскохозяйственные угодья и т. д.

Наш опыт показал, что использование имеющихся аэрофотоснимков без снижения требуемой точности работ и удорожания их возможно при соблюдении следующих условий:

1) контурное дешифрирование аэрофотоснимков делается настолько дробным, насколько позволяет их масштаб и увеличение стереоскопа (при этом мы, как правило, допускаем выделение участков по площади меньших, нежели предусмотрено инструкцией);

2) тщательно выявляются и наносятся на абрис все места рубок, расчисток и других изменений, происшедших после аэрофотосъемки (прибегать к прокладке дополнительных таксационных визиров приходится в сравнительно редких случаях, когда бессистемными рубками расстроены значительные площади насаждений, границы которых иначе трудно установить);

3) глазомерная таксация проводится поквартально с обязательным заходом в каждый участок (до 5 га — при пересечении его поперек или прохождении до его середины, а при большей площади — с обеспечением таксаций не менее чем с трех пунктов в разных частях участка);

4) на абрисе-снимке в процессе таксации уточняются и закрепляются тушью границы участков.

Нумерация таксационных участков на абрисе-снимке и в журнале таксации производится сразу же после окончания таксационных работ в квартале.

В лесоустроительной инструкции не предусматривается таксация приспевающих, спелых и перестойных насаждений по составляющим их древесным породам. Интересы же колхозного производства, потребность в древесине которого ежегодно возрастает, требуют более детального учета запасов насаждений этих возрастных групп.

Поэтому при лесоустройстве колхозов Архангельской области таксация приспевающих спелых и перестойных насаждений производилась так же, как и при устройстве гослесфонда с определением для каждой породы: средней высоты, среднего диаметра, запаса и класса товарности.

Площади залесенных пастбищ, не предназначенные планом внутрихозяйственного землеустройства под расчистку, являются по существу дополнительным объектом лесного хозяйства, в котором необходимо устанавливать особый режим. Поэтому целесообразно площади «выгонов по лесу» выделять в специальную хозяйственную часть. На необходимость этого выделения указывает и Е. С. Мурахтанов [2], изучавший особенности лесоустройства в колхозных лесах Ленинградской области.

Ныне действующая инструкция [1] допускает проведение лесоустройства колхозных лесов только после окончания работ в колхозе по внутрихозяйственному землеустройству.

Внутрихозяйственное землеустройство в колхозах Архангельской области еще полностью не завершено. Естественно возникает вопрос: как быть с лесоустройством лесов этих колхозов, возможно ли все-таки его проведение? Опыт показал, что возможно и даже лучше проводить его одновременно с выполнением работ по внутрихозяйственному землеустройству. Конечно, в этих случаях возникают и трудности с установлением объектов лесоустройства, тем не менее это не ведет к удорожанию стоимости работ, а сотрудничество землеустроителей и лесоустроителей, при участии колхозных специалистов, позволяет более правильно решать вопросы по организации территории и ведению многоотраслевого колхозного хозяйства, одной из важных частей которого является лесное хозяйство.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Инструкция по устройству колхозных лесов. М., 1957. [2]. Е. С. Мураханов. Особенности лесоустройства в колхозных лесах. Изд. ВЗЛТИ, Л., 1958.

Поступила в редакцию  
9 июля 1961 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ И РЕЖИМ РАБОТЫ УСТАНОВОК  
ДЛЯ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ

С. И. РАХМАНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

Установка для раскряжевки хлыстов представляет собой агрегат, состоящий из пильного станка с цепными или круглыми пилами и продольных или поперечных транспортеров, подающих хлысты к станку и относящих от него отпиленные бревна и кряжи.

Подача продольными транспортерами, за весьма редкими исключениями, всегда периодическая с остановками на время пиления, а при работе с поперечными она может быть как периодической, так и непрерывной. Станки применяются с одной пилой, с двумя, производящими один пропил (штанговые пилы), и с несколькими пилами. Последние носят название многопильных станков. В зависимости от способа подачи и режима работы станков различают следующие варианты подобных установок (рис. 1).

Таблица 1

Вариант	Тип станка	Способ подачи	Режим работы пил
1	С одной или двумя пилами в пропиле	Продольный, периодический	Пропилы поочередные
1а	С одной пилой в пропиле	Продольный, периодический и непрерывный	" "
2	Многопильные	" "	Пропилы делаются одновременно несколькими пилами
3	"	Поперечный, периодический	Пропилы поочередные
4	"	" "	Пропилы одновременные в одном хлысте
5	"	Поперечный, непрерывный	" "
6	"	" "	Пропилы одновременные в разных хлыстах

К первому варианту относятся установки с подачей хлыста под пилу транспортером или питающими вальцами (рябухами). Одновременно делается один пропил. Подача периодическая, чередуется с пилением.

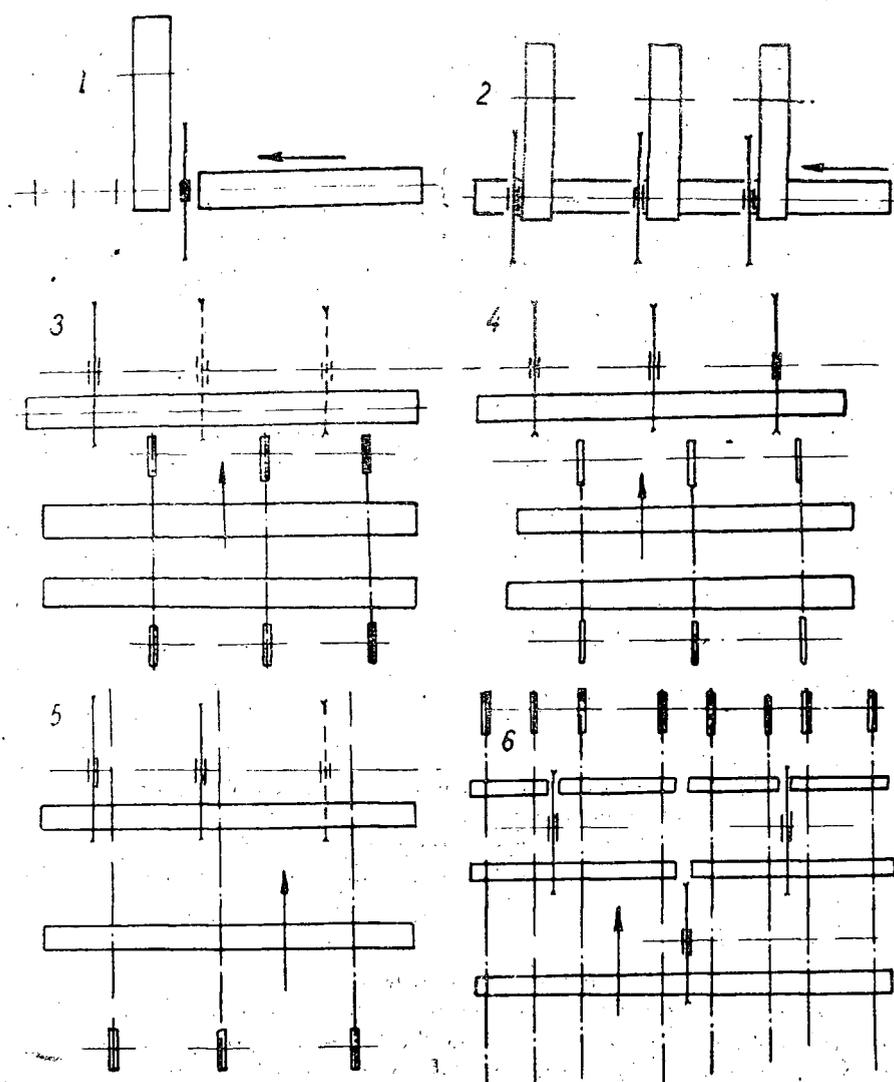


Рис. 1. Типы установок для раскряжевки хлыстов  
(1, 2, 3, 4, 5, 6 — номера вариантов).

Разновидностью первого варианта будут установки типа 1а, в котором имеется приспособление для распиливания в процессе продольной подачи. При этом часть пропилов делается на ходу транспортера, а остальные — при его остановке.

Во втором варианте подача под пилы производится посредством роликового транспортера и рябук. За один ход пил хлыст распиливается на требуемое число частей.

В третьем варианте подача производится после распиловки хлыста. Транспортер подает хлыст в поперечном направлении в лоток, где он распиливается.

Такое распиливание предохраняет пилы от зажима в пропилах, что наблюдается при распиловке кривых хлыстов несколькими пилами одновременно.

Четвертый вариант отличается от третьего только режимом работы пил. Для предохранения от зажима следует прибегать к соответствующим вспомогательным устройствам. Этот вариант при распиловке кривых хлыстов применять нежелательно.

В пятом и шестом вариантах подача, по существу, является одновременно и надвиганием. Хлысты лежат на цепях поперечного транспортера.

Пятый вариант характерен тем, что пилы расположены в один ряд, и хлыст одновременно распиливается несколькими пилами. Здесь также возможен зажим пил в пропилах, причем устранить его труднее, чем в четвертом варианте, так как хлыст находится в движении.

В шестом варианте пилы располагаются в шахматном порядке, чем избегается распиловка одного хлыста несколькими пилами. Хлысты распиливаются ими поочередно.

Во всех шести вариантах управление станком может быть индивидуальным для каждого пропила или программным для нескольких пропилов в хлысте. Число пил, способ подачи и режим работы установок для раскряжевки хлыста оказывают существенное влияние на их производительность.

Приведем анализ производительности различных вариантов раскряжевочных установок.

Как известно, производительность установок периодического действия определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = \frac{60Q_0}{t_1 + t_2} \quad \text{или} \quad P_{\text{ч}} = \frac{60Q_0}{t}, \quad (1)$$

здесь  $Q_0$  — средний объем хлыста;

$t_1$  — время работы станка (подъем и опускание пилы) при распиловке одного хлыста и

$t_2$  — время подачи хлыста под пилу, мин.

Для первого и третьего вариантов при поочередных пропилах

$$t = nt'_1,$$

где  $n$  — число пропилов на один хлыст;

$t'_1$  — время подъема и опускания пилы на один пропил.

В установках второго и четвертого вариантов пропилов в хлысте делаются одновременно, поэтому в формуле для  $P$  следует принять  $n = 1$ , следовательно  $t_1 = t'_1$ .

При продольной подаче время

$$t_2 = \frac{l_x}{C_1 v_{\text{сп}}},$$

здесь  $l_x$  — средняя длина хлыста;

$v_{\text{сп}}$  — средняя скорость подачи хлыста, с учетом трогания с места и остановки;

$C_1$  — коэффициент, учитывающий заполнение транспортера хлыстами.

При поперечной подаче время

$$t_2 = \frac{i}{C_1 v_n},$$

где  $i$  — расстояние между хлыстами или рабочими органами поперечного транспортера, причем  $i > d_{\text{max}}$ ;

$$i = d_{\max} + a_0,$$

где  $d_{\max}$  — возможный наибольший диаметр хлыста в комле;

$a_0$  — условная величина, равная  $1,0 \div 0,5$  м;

$v_n$  — скорость подачи хлыстов;

$C_1$  — коэффициент, учитывающий заполнение транспортера.

Производительность пятого и шестого вариантов установок находится по формуле непрерывно действующих транспортных устройств:

$$P_n = \frac{3600v}{i} C_1 Q_0, \quad (2)$$

где  $v$  — скорость цепей поперечного транспортера;

$C_1$  — коэффициент его заполнения;

$i$  — расстояние между рабочими органами (крюками).

Степень влияния типа станка и способа подачи хлыстов под пилу на производительность установки показана в табл. 2, в которой приведена технически возможная производительность первых четырех вариантов установок. Таблица составлена при следующих условиях их работы. Число пропилов в хлысте — 4, длина хлыстов — 15 м для объема хлыста  $0,4$  м<sup>3</sup> и 20 м — для  $0,8$  м<sup>3</sup> (по опытным данным). Также по опытным данным при постоянстве хода или пути надвигания пилы время на один пропил принято равным  $6,0$  сек. Время продольной подачи хлыстов при средней скорости  $0,6$  м/сек с учетом времени включения и при коэффициенте заполнения транспортера —  $0,85$  для хлыстов длиной 15 м равно  $32$  сек и для 20 м равно  $42$  сек. Время поперечной подачи хлыста при скорости  $0,4$  м/сек (для средних хлыстов) и  $0,2$  м/сек (для крупных) и при среднем расстоянии между хлыстами 2 м с учетом времени пуска равно  $5,5$  и  $10,5$  сек. Предполагается своевременная подача хлыстов на транспортеры и своевременное удаление бревен, полученных после распиловки.

Производительность установок пятого и шестого вариантов будет значительно больше, чем четвертого, так как в этом случае подачи по существу нет ( $t_2 = 0$ ), а есть только надвигание. Поэтому можно ожидать повышения производительности примерно в два раза по сравнению с четвертым вариантом.

Как видно из табл. 2, многопильные станки (второго и третьего вариантов) обладают большой производительностью, которая, однако, не всегда может быть использована. Кроме того, у них имеется и ряд существенных недостатков. Прежде всего нельзя оставить без внимания громоздкость и сложность их конструкции.

Для получения различных вариантов раскряжевки в них следует иметь большое количество пил, расставленных вдоль лотка, в котором происходит распиловка хлыста. Для уменьшения числа пил прибегают к их перемещению на небольшое расстояние вдоль хлыста, чтобы одной пилой выпиливать несколько сортиментов, мало отличающихся по длине. Эта паллиативная мера не дает существенного результата, поэтому необходимо поставить вопрос об изменении ГОСТов в направлении уменьшения количества сортиментов и разнообразия их размеров. Другим существенным недостатком многопильных станков, производящих в хлысте несколько пропилов одновременно, состоит в том, что при распиловке кривых хлыстов происходит зажим пил в пропилах. Для устранения его необходимо предусмотреть применение особого устройства, что усложняет конструкцию станка. Зажима можно избежать, если отказаться от распиловки хлыстов несколькими пилами одновременно и применить поочередную распиловку, как это делается в

Таблица 2

Вариант установки	Показатели	Величина показателей при среднем объеме хлыста, м <sup>3</sup>	
		0,4	0,8
1	Время $t_1$ , сек	24	24
	" $t_2$ , "	32	42
	Отношение $\frac{t_1}{t}$	0,43	0,36
	Производительность, $\frac{м^3}{час}$	25,7	43,5
2	Время $t_1$ , сек	6,0	6,0
	" $t_2$ , "	32	42
	Отношение $\frac{t_1}{t}$	0,15	0,12
	Производительность, $\frac{м^3}{час}$	38,0	60,0
3	Время $t_1$ , сек	24	24
	" $t_2$ , "	5,5	10,5
	Отношение $\frac{t_1}{t}$	0,81	0,70
	Производительность, $\frac{м^3}{час}$	48,5	82,7
4	Время $t_1$ , сек	6,0	6,0
	" $t_2$ , "	5,5	10,5
	Отношение $\frac{t_1}{t}$	0,52	0,36
	Производительность, $\frac{м^3}{час}$	125	174

установках третьего и шестого вариантов. Но последний из них представляет собой слешер для хлыстов, при большом количестве пил он будет сложным и громоздким по своему устройству.

Многопильные станки с поперечной подачей могут иметь большую часовую производительность, достигающую, как видно из табл. 2, до 170 м<sup>3</sup> и более. Реально обеспечить такую производительность имеющимися в настоящее время средствами разборки хлыстов из кучи, обрванной после сброски их бревносвалом, невозможен. Встретятся затруднения и при сортировке большого количества бревен, полученных после раскряжевки. Поэтому производительность таких станков будет лимитироваться как подачей хлыстов к станку, так и сортировкой полученных бревен. Нельзя не отметить также, что на сухопутных складах трудно обеспечить лесом станок со сменной производительностью выше 600—700 м<sup>3</sup>; на перевалочных приречных складах это вполне возможно.

При оценке вариантов раскряжевочных установок следует принимать во внимание не только их производительность, но и возможный выход деловых лесоматериалов, получаемых в результате раскряжевки хлыстов. С этой точки зрения второй и последующие варианты установок уступают первому, который в отношении выхода делового леса имеет ряд преимуществ вследствие того, что при работе с ним одновременно производится только один пропил. Это дает возможность отпиливать бревна различной длины в зависимости не только от формы хлыста и породы дерева, но также и от внутренних качеств древеси-

ны, о которых можно судить по торцам. При наличии пороков фаутная часть хлыста отпиливается, вся остальная раскряжевается на те или иные сортименты, что и позволяет получить высокий выход деловых лесоматериалов.

Большое значение при этом имеет возможность реверсивного движения хлыста для повторного реза, что можно осуществить в станках с продольной подачей. Вместе с тем нельзя не отметить, что работа оператора при работе без программного распиливания хлыста очень утомительна, и это сказывается на производительности станка.

При одновременной распиловке хлыста несколькими пилами, как это делается в установках с многопильными станками, нет возможности выпиливать фаутную часть хлыста и, кроме того, нельзя обнаружить пороки древесины по торцам, так как в процессе работы они не видны. Поэтому приходится раскряжевывать хлыст без учета возможных пороков, руководствуясь только его формой, длиной и породой дерева. На основании их задается программа одновременной распиловки всего хлыста, что приводит к понижению выхода деловых лесоматериалов.

Выход деловой древесины имеет большое значение в технологии лесоразработок, поэтому вопрос о зависимости его от способа раскряжевки хлыстов многопильными станками должен быть всесторонне изучен на большом количестве хорошо поставленных опытов.

Повышение выхода делового леса можно получить при распиловке на комбинированных установках, прибегая к отсортировке дефектных хлыстов. Такая комбинированная установка состоит из многопильного станка, распиливающего доброкачественные хлысты, и однопильного, предназначенного для раскряжевки дефектных хлыстов с целью выпиливания из них, наряду с дровяными, и деловых сортиментов.

В настоящее время по преимуществу применяются установки первого варианта и, как исключение, второго и третьего. Изучение работы как тех, так и других представляет собой большой интерес.

Основной недостаток первого варианта раскряжевочных установок заключается в сравнительно небольшой их производительности, что подтверждает и опыт применения их на практике. С целью увеличения производительности таких установок стремятся уменьшить как время подачи хлыстов под пилу, так и время работы пильного станка.

В общем случае время продольной подачи хлыста под пилу, как отмечалось ранее, находят по формуле:

$$t_2 = \frac{l_x}{v_{cp} C_0}. \quad (3)$$

В ней  $v_{cp}$  — средняя скорость движения хлыста. Ее можно найти из следующего выражения-

$$v_{cp} = v_n \left( \frac{l_0}{l_0 + \frac{v_n^2}{a}} \right), \quad (4)$$

где  $v_n$  — скорость цепи транспортера, м/сек;  
 $l_0$  — средняя длина выпиливаемых бревен, м;  
 $a$  — ускорение при трогании с места и замедлении хода, м/сек<sup>2</sup>.

Как видно из формулы (4)  $v_{cp}$  увеличивается вместе с длиной бревен. Так как скорость  $v_n$ , помимо числителя, находится и в знаменателе, то средняя скорость не будет прямо пропорциональна ей. При этом большое значение имеет ускорение —  $a$ , величина которого нахо-

дится в прямой зависимости от  $N$  — мощности двигателя транспортера. Заменяя ускорение через мощность, получаем:

$$v_{\text{cp}} = v_{\text{п}} \left( \frac{l_0}{l_0 + \frac{v_{\text{п}}^3 L}{102Ng}} \right), \quad (5)$$

здесь  $L$  — вес хлыстов и цепи транспортера, кг;

$g$  — ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>;

$N$  — мощность, квт.

Для уменьшения времени подачи следует увеличить среднюю скорость транспортера; этого можно достигнуть путем повышения его технической скорости при одновременном увеличении мощности двигателя, причем последняя должна возрастать в третьей степени. Такое увеличение ее нельзя признать целесообразным, поэтому приходится ограничиваться небольшой мощностью двигателя и мириться с тем, что средняя скорость не возрастает прямо пропорционально технической скорости.

Увеличение последней неблагоприятно сказывается на остановке хлыста. Чем она больше, тем труднее остановить хлыст в определенном положении и получить отрезок точной длины.

В настоящее время в большинстве установок ограничиваются скоростью транспортера 0,6—0,7 м/сек.

Так как увеличение скорости подачи вызывает много затруднений в устройстве и работе установок для раскряжевки хлыстов, то для уменьшения степени влияния времени подачи на производительность в некоторых случаях прибегают к особым приемам работы, а именно, к применению одного пильного станка с двумя транспортерами подачи, а также к пиленю в процессе подачи хлыстов.

В первом случае используют маятниковую пилу, установленную между двумя транспортерами (рис. 2). Во время пиления на одном из них на другом происходит подача хлыста. Таким образом, время пиления используется для подачи очередного хлыста. Целью применения двух транспортеров является повышение использования пильного станка, поэтому здесь необходимо соблюдение следующего неравенства

$$\frac{l_0}{v_{\text{cp}}} < t'_1, \quad (6)$$

где  $l_0$  — длина бревна или кряжа;

$t'_1$  — время одного пропила.

Обе части неравенства зависят от разных факторов: левая — от длины бревна, а правая — от его диаметра. Только при толстых и коротких кряжах правая часть неравенства больше левой, и транспортеры будут успевать подавать лес под пилу. Напротив, при длинных и тонких бревнах левая часть неравенства больше правой, и в ожидании подачи пила будет простаивать. Как видно из табл. 2 время работы станка при четырех пропилах или 3—4 отрезках длиной 4—5 м меньше времени подачи, поэтому, как правило, пильный станок будет простаивать в ожидании подачи хлыстов. Для таких установок в формуле производительности (1) следует принимать  $t = t_1$  при  $t_1 > t_2$  и  $t = t_2$  при  $t_1 < t_2$ . Теоретически при постоянстве хода пилы можно ожидать повышения производительности пильного станка, но практически достигнуть этого пока не удалось. Одной из причин, снижающих производительность, является трудность управления пилой при работе на обоих транспортерах. Оператор не успевает следить за ними.

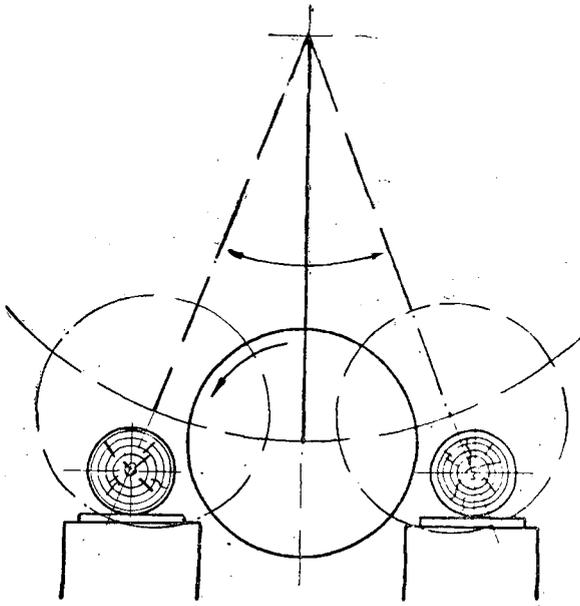


Рис. 2. Схема раскряжевки на двух транспортерах.

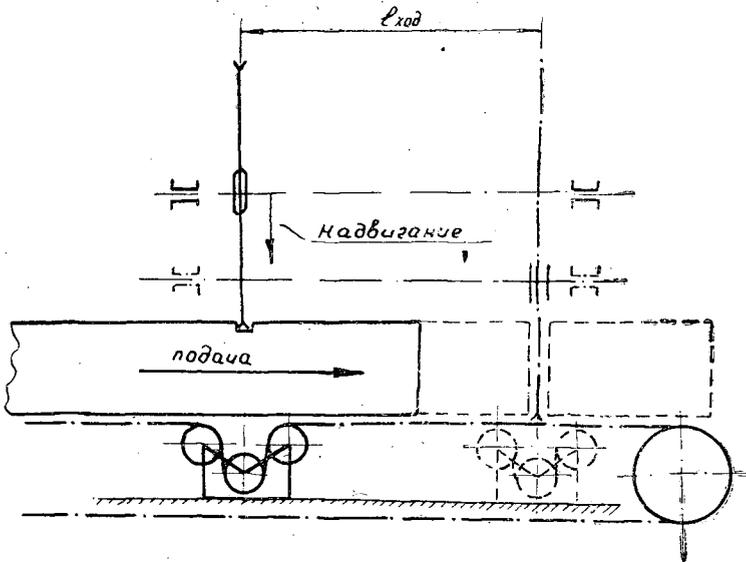


Рис. 3. Схема установки при пилении в процессе подачи.

Другой вариант повышения использования пильного станка за счет сокращения времени подачи заключается в том, что пиление происходит во время подачи хлыста, и пила перемещается по своему валу вместе с распиливаемым хлыстом (рис. 3). После распиловки она возвращается в начальное положение; это возвращение должно происходить за время подачи хлыста. Если пила не успевает распилить хлыст за время движения или, двигаясь по валу, доходит до его конца, то транспортер останавливается.

Пиление в процессе движения хлыста может производиться только при соблюдении двух условий:

$$t'_1 + t_0 < \frac{l_0}{v_{\text{ср}}} \quad (7)$$

и

$$\frac{l_{\text{ход}}}{v_{\text{ср}}} > t'_1, \quad (8)$$

где  $t'_1$  — время работы пилы, отнесенное к одному пропилу;  
 $t_0$  — время возвращения пилы в начальное положение;  
 $v_{\text{ср}}$  — скорость подачи хлыста;  
 $l_{\text{ход}}$  — величина хода пилы вдоль ее вала.

Обе части первого неравенства находятся в зависимости от разных факторов; левая — от диаметра бревна, а правая — от его длины. Наиболее трудно его соблюсти при коротких, но толстых отрезках; здесь как правило время пиления будет больше времени подачи.

Из неравенства (7) можно определить допустимую скорость подачи. Примем  $t_0 = bt'_1$ , тогда

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_0}{(b+1)t'_1}. \quad (9)$$

Если  $b=1$ , то  $l_{\text{ход}} = \frac{l_0}{2}$ . В данном случае следует взять минимальное значение для  $l_0$  и наибольшее для  $t'_1$ . Тогда при  $l_0 = 1,5$  м и  $t'_1 = 4$  сек; найдем  $v_{\text{ср}} = 0,18$  м/сек. Полученная скорость подачи значительно меньше обычно принимаемой, поэтому работа с ней не даст хорошего эффекта. Члены второго неравенства (8) также зависят от разных факторов. Но в данном случае большее значение имеет величина хода пилы по валу. Если принять, что  $t_0 = bt'_1$ , то решение обоих неравенств приводит к следующему выражению

$$\frac{l_{\text{ход}}}{v_{\text{ср}}} > t'_1 < \frac{l_0}{(b+1)v_{\text{ср}}}. \quad (10)$$

При равенстве крайних членов этого выражения

$$l_{\text{ход}} = \frac{l_0}{b+1}. \quad (11)$$

Если  $b=1$ , то  $l_{\text{ход}} = \frac{l_0}{2}$ , то есть величина хода пилы должна быть равна половине длины любого бревна. Это условие для длинных бревен удовлетворить нельзя и фактически приходится принимать значительно меньшую длину хода пилы, в пределах до 1 м. Это приводит к тому, что при выпиливании длинных бревен длины хода пилы не хватает и приходится останавливать транспортер подачи.

Подобная установка построена в Гороблагодатском ЛПХ комбината Тагиллес. В ней, с целью выхода из положения, скорости подачи во время пиления и без пиления взяты разными. Это только усложняло установку, но не дало заметного эффекта.

Анализ неравенств (8 и 7) показывает, что они зависят от факторов различного характера, колеблющихся по своей величине в больших пределах. Удовлетворить их очень трудно и приходится прибегать к разного рода полумерам. В результате этого непрерывное движение хлыстов в процессе раскряжевки получить нельзя. При распиловке на короткие, но толстые отрезки, не удовлетворяется первое неравенство,

при распиловке длинных — второе. Вследствие этого разделка хлыстов происходит с остановкой транспортера подачи.

Производительность установки с пилением в процессе подачи хлыста определяется по формуле (1), в которой время цикла находят следующим образом. Так как основным лимитирующим неравенством является второе (формула 8), и процесс работы как правило происходит с остановкой транспортера подачи, то длительность цикла определяется по формуле:

$$t = t_1 + \left( \frac{l_0 - l_{\text{ход}}}{v_{\text{ср}}} \right) n_0. \quad (12)$$

Здесь  $l_0$  — средняя длина бревна;  
 $n_0$  — число бревен в хлысте;  
 $v_{\text{ср}}$  — средняя скорость подачи.

Формулу (12) можно представить и в другом виде:

$$t = t_1 + t_2 - \frac{l_{\text{ход}}}{v_{\text{ср}}} n_0. \quad (13)$$

Из этой формулы видно, что длительность цикла уменьшается на величину  $\frac{l_{\text{ход}}}{v_{\text{ср}}} n_0$ , которая зависит от величины хода пилы вдоль вала. Конструктивно трудно принять ее более 1 м, поэтому сокращение времени подачи будет весьма незначительным.

Приведенный анализ работ установок с пилением в процессе продольной подачи хлыста показывает, что от них нельзя ожидать значительного эффекта; вместе с тем по своему устройству они весьма сложны и трудны в эксплуатации. Опыт работы такой установки в Гороблагодатском ЛПХ не дал положительных результатов, и в настоящее время она применяется как обычная, без движения пилы вдоль вала, и распиловка происходит во время остановки хлыста.

Повышение производительности станков с продольной подачей для раскряжевки хлыстов можно получить не только за счет сокращения времени подачи, но и путем уменьшения времени работы самого станка.

По существу это время, отнесенное к одному пропилу, состоит из трех основных элементов: времени  $t'$ , необходимого для прохождения некоторого пути от крайнего положения пилы до встречи с хлыстом,  $t''$  — времени пиления и  $t'''$  — времени возвращения пилы в начальное положение после окончания пиления. Таким образом:

$$t'_1 = t' + t'' + t'''. \quad (14)$$

Если ход пилы или общий путь, проходимый ею в одном направлении, есть  $L$ , а путь пиления —  $L'$ , то путь, совершаемый до встречи с хлыстом, будет  $L'' = L - L'$ .

Для балансирных пил  $L' = d$ , где  $d$  — диаметр хлыста в месте пропила, тогда  $L = d + L''$ .

Для свободного прохода закомелистого или кривого хлыста необходимо иметь  $L \geq d'_{\text{max}} + l$ , где  $d'_{\text{max}}$  — наибольший диаметр комля и  $l$  — свободный промежуток между хлыстом и пилой при ее крайнем положении (он принимается от 5 до 10 см). Так как следует стремиться к уменьшению  $d'_{\text{max}}$ , то следует закомелистые хлысты оторцевывать, подобно тому, как это делается перед лесопильными рамами, но и в этом случае в станках с постоянным ходом пилы свободный ее ход  $L''$  будет иметь большое значение вследствие разницы между диаметром комля

наиболее крупного хлыста и средним диаметром пропила для среднего хлыста.

Положим, что диаметр комля среднего хлыста  $d_{к.с} = k_1 d_{\max}$ , а диаметр среднего пропила  $d_{ср} = k_2 d_{к.с}$ , тогда  $d_{ср} = k_1 k_2 d_{\max}$ . Если принять, что  $k_1 = 0,5$  и  $k_2 = 0,6$ , то  $d_{ср} = 0,3 d_{\max}$ . При  $e = 10$  см и  $d_{\max} = 60$  см будет  $d_{ср} = 18$  см, а ход пилы  $L = 60 + 10 = 70$  см. Отсюда можно сделать вывод, что при этих условиях величина свободного хода пилы будет равна 52 см, а весь ход — 70 см, то есть пила производит пиление только на отрезке пути, составляющим 28% от всего хода пилы.

Если учесть обратный ее ход, то окажется, что в среднем пила будет работать только на отрезке пути, составляющим 14% от ее общего хода.

Этот недостаток свойственен всем пильным станкам, имеющим постоянный ход пилы.

В станках с ручным управлением ход пилы регулируется станочником, и потому ее свободный ход сводится до минимума. При автоматическом управлении станком это можно достичь или установкой пилы под хлыстом и надвиганием ее снизу или автоматическим регулированием хода пилы в зависимости от диаметра распиливаемого хлыста. И то и другое значительно усложняет конструкцию станка. При надвигании снизу для устранения зажимания пилы необходимо приспособление, создающее прижим хлыста сверху, желательного периодического действия. Оно должно подниматься над хлыстом при его передвижении и опускаться на него в момент пиления. Величина хода этого приспособления будет зависеть от диаметра хлыста.

При надвигании сверху щуп, измеряющий диаметр хлыста при его подходе к пиле, связан механически или электромеханически с ограничителем хода пилы.

Во всех вариантах с периодической подачей и, следовательно, с периодическим надвиганием регулирование хода пилы позволит уменьшить время работы станка и всей установки. Особенно большое значение это имеет для первого и третьего вариантов, для которых можно ожидать уменьшение длительности цикла на 30 ÷ 50%.

Сокращения времени работы станка можно достичь также путем регулирования скорости надвигания в зависимости от сопротивления резания или, что то же самое, от высоты пропила.

Этим способом время можно сократить, примерно, на 20%, а время работы станка — на 5—10%, что будет иметь значение (в смысле повышения производительности) для второго варианта раскряжевочных установок и очень небольшое — для остальных.

За исключением гравитационного способа, позволяющего достаточно просто автоматически регулировать скорость надвигания, все остальные сложны, и во всех вариантах установок, за исключением второго, не могут себя оправдать.

Как показал опыт эксплуатации полуавтоматических установок для разделки хлыстов, их производительность в весьма большой степени зависит не только от разделочного агрегата, но и от своевременной подачи хлыстов на транспортер пилы, а выработка на одного человека, главным образом, зависит от состава бригады на перегрузочной площадке, а также на сортировке с погрузкой леса. Как звенья одной цепи они оказывают большое влияние на эффективность работы разделочных установок.

## ОСОБЕННОСТИ СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛОВКЕ КРУПНОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПИЛЬНЫМИ ЦЕПЯМИ

**М. И. БЕЛЬМАЧ**

Старший преподаватель

(Сибирский технологический институт)

В последние годы происходит перебазирование лесозаготовок в восточные районы страны, где в значительном количестве в эксплуатацию поступают перестойные крупномерные леса. В этих условиях для валки и раскряжевки леса наибольшее применение должны найти механические пилы с удлиненной пильной шиной, а для работы на нижних складах леспромхозов — стационарные цепные пилы, способные за один проход раскряжевать деревья диаметром до 100 см и даже выше. Нами проведены специальные исследования работы пильных цепей при больших высотах пропила, позволившие установить характер образования стружек зубьями цепи и уточнить расчет производительности пиления, исходя из условий размещения стружек в пазухах цепи.

Процесс стружкообразования при пилении рамными, ленточными и круглыми пилами наиболее изучен. Так, проф. А. Л. Бершадский [2] для рамных пил, кандидат технических наук Н. К. Якунин [5] для круглых пил дали подробное объяснение процесса образования стружек и их удаления из пропила.

В предлагаемой работе были использованы основные положения, выдвинутые этими авторами, с учетом конструктивных особенностей изучаемых пильных цепей.

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются два типа пильных цепей: ПЦ-15м, с режуще-скальвающими зубьями открытого профиля и ПЦУ-1 со строгающими зубьями.

Ниже рассматривается процесс стружкообразования в цепях данным типом.

У пильных цепей типа ПЦ-15м элементы стружки, надрезанные с боков режущими зубьями, затем скальваются специальными скальвающими (подрезающими) зубьями.

К конструктивным особенностям этой цепи, влияющим на стружкообразование, следует отнести:

1) скальвающие зубья не имеют ограниченных пазух для размещения стружек, так как впереди идущие разведенные режущие зубья расположены вне оси пропила, причем они ограничивают пазухи только на  $\frac{1}{6}$  ширины;

2) небольшая толщина скальвающего зуба ( $\frac{1}{4}$  ширины пропила) позволяет стружке проходить между зубом и стенками пропила;

3) скалывающие зубья, отогнутые вправо и влево и имеющие косую заточку передней грани, способствуют соскальзыванию и проходу стружек между зубом и стенкой пропила;

4) стружки (опилки) могут разместиться не только в пазах скалывающих зубьев, но и перед режущими зубьями, в пространстве между скалывающими зубьями и стенками пропила и в зазорах между соединительными звеньями цепи.

Названные особенности пильной цепи в наибольшей степени оказывают влияние на процесс стружкообразования при пилении крупномерной древесины, когда срезанная стружка транспортируется в длинном пропиле и вследствие трения превращается в мелкие частицы древесины — опилки, проникающие во все свободные пространства пильной цепи.

Нами производилось пиление образцов с различной высотой пропила (от 10 до 70 см), при этом задавались различные скорости продвижения. Во время опытов определялись производительность чистого пиления и расход энергии, рассчитывалась толщина стружек, снимаемая зубьями цепи. Кроме того, многократно вскрывался пропил после остановки пильной цепи, замерялся объем транспортируемых зубцами стружек и производилось их взвешивание. Соотношением объемных весов распиливаемой древесины и стружек определялось уплотнение последней в различных по длине пропила местах цепи.

Наши опыты позволили следующим образом объяснить процесс образования и транспортирования стружек цепями типа ПЦ-15м.

Вначале скалывающие (подрезающие) зубья своей передней гранью отделяют древесину с перерезанными с двух сторон волокнами. Образующаяся стружка по мере движения цепи прижимается к передней грани зуба и в дальнейшем продвигается к основанию пазухи, уступая место вновь снимаемым элементам древесины. На стружку с одной стороны действует сила трения о стенки пропила, с другой — передняя

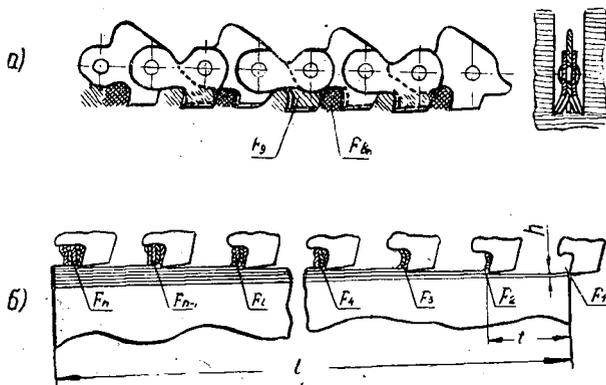


Рис. 1. Стружкообразование в цепях с режуще-скалывающими зубьями.

а — зоны размещения стружек; б — заполнение пазух стружками.

грань зуба. За счет этих сил стружка спрессовывается и заполняет основную часть пазухи зуба  $F_{вп}$ , которая на рис. 1, а показана двойной штриховкой. Переход стружки из пазухи  $F_{вп}$  в другую незаполненную часть пазухи  $F_д$  очень затруднен. Однако при дальнейшем движении цепи, стружка, не проникая в занятую основную часть пазухи, сходит с тонкой передней грани скалывающего зуба и заполняет свободный

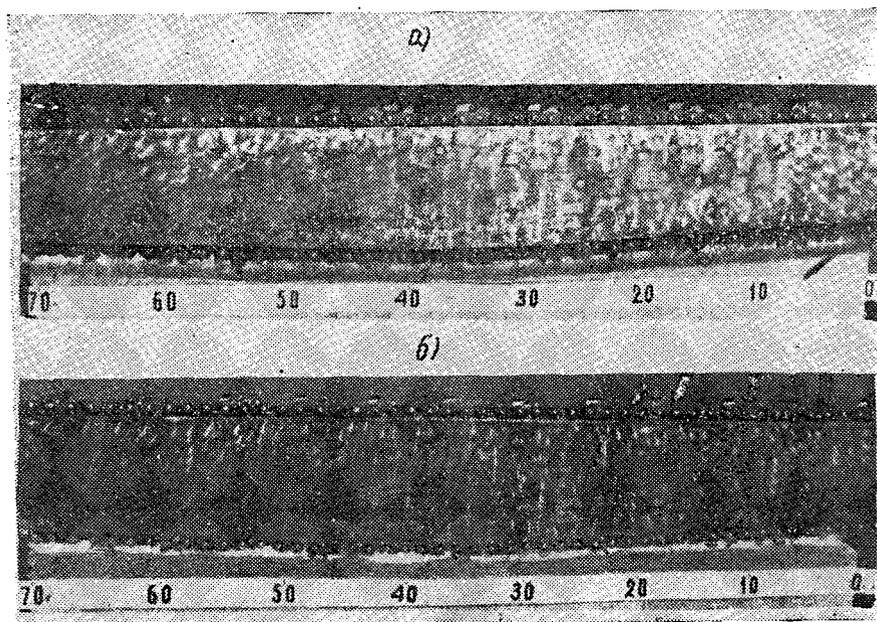


Рис. 2. Вскрытый пропила.

*a* — с цепью ПЦ-15м; *b* — с цепью ПЦУ-1.

объем пазухи  $F_d$  следом идущего скалывающего зуба. Возможности такого заполнения пазух способствует то, что две трети скалывающих зубьев отогнуты от оси и имеют косую заточку передней грани. Одновременно при трении о стенки пропила стружка измельчается и превращается в опилки, которые свободно проникают в зазоры между соединительными звеньями пространства между скалывающими зубьями и стенками пропила и другие незаполненные пространства пильной цепи. В итоге, все свободные пространства пильной цепи в конце пропила оказываются заполненными стружкой, что особенно проявляется при больших длинах пропила (рис. 2, *a*).

При анализе вскрытых пропилов выявлен характер расположения стружек в пазах цепи: плотно спрессованный объем стружек в основной части пазах перед скалывающими зубьями и легко распадающиеся стружки в других пространствах цепи. Такое размещение стружки довольно закономерно по всей длине пропила, что и учитывается при определении количества стружки, одновременно перемещаемой в пропила, и при расчете производительности пильной цепи. В расчете за основу принимаются уплотненные стружки, расположенные в основной части пазах цепи, так как они оказывают влияние на усилие надвигания и определяют возможность увеличения скорости надвигания и, следовательно, производительности пиления.

Ниже приводится расчет производительности пиления, основанный на условиях размещения стружки в пазах цепи.

Скалывающие зубцы при движении снимают с образца древесины высотой  $L$  стружки одинаковой толщины  $h$  (рис. 1, *b*). При шаге скалывающих зубьев  $t$  число зубьев, одновременно находящихся в пропила  $n_3$ , определится так:

$$n_3 = \frac{L}{t} + 1. \quad (1)$$

Общая боковая поверхность стружек, снимаемых всеми зубьями в любой момент времени,

$$F_0 = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n, \quad (2)$$

где  $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$  — соответственно боковые поверхности стружек в основных пазухах зубьев.

Каждая боковая площадь является произведением толщины стружки на путь зуба в пропиле, поэтому уравнение (2) можно переписать в виде:

$$F_0 = h[L - (n_3 - 1)t] + h \cdot t + 2h \cdot t + 3h \cdot t + \dots + h(L - t) + hL. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) являются суммой членов арифметической прогрессии, в которой разность каждых двух последовательных членов — постоянная величина.

Применяя формулы арифметической прогрессии, определяем общую боковую поверхность стружек на всей высоте пропила:

$$F_0 = \frac{F_1 + F_n}{2} \cdot n_3 \quad (4)$$

и боковую поверхность стружки в пазухе перед последним зубом на данной высоте пропила

$$F_n = F_1 + (n_3 - 1) \cdot d, \quad (5)$$

где  $d$  — разность двух последующих членов

$$d = h \cdot t = \frac{F_n - F_1}{n_3 - 1}. \quad (6)$$

Считая  $F_1$  равным нулю и решая уравнение (6) относительно  $h$ , получим

$$h = \frac{F_n}{(n_3 - 1) \cdot t}. \quad (7)$$

Из основного уравнения кинематики пиления

$$\frac{c}{t} = \frac{v_n}{v_p}, \quad (8)$$

где  $c$  — подача на зуб;  
 $v_n$  — скорость надвигания;  
 $v_p$  — скорость резания.

Найдем  $v_n$  (при этом для пильной цепи без большой погрешности можно заменить  $c$  на  $h$ ):

$$v_n = \frac{h \cdot v_p}{t}. \quad (9)$$

Подставляя выражение (7) в (9) и заменяя значение  $n_3 - 1 = \frac{L}{t}$  из формулы (1), после преобразования получим:

$$v_n = \frac{F_n \cdot v_p}{L \cdot t}. \quad (10)$$

Коэффициент объема (разрыхления) опилок равен:

$$\sigma = \frac{F_{вп}}{F_n}, \quad (11)$$

где  $F_{вп}$  — площадь основной пазухи зуба, ограниченная передней гранью скалывающего зуба и впереди идущим режущим зубом (для цепи ПЦ-15м  $F_{в} \cong 300 \text{ мм}^2$ ).

Как указывалось выше, кроме основной части пазухи  $F_{вп}$ , дополнительно стружки размещаются в свободных пространствах цепи. Это может быть учтено введением поправочного коэффициента  $k_1$ , учитывающего увеличение площади пазухи зуба.

Для определения коэффициента  $k_1$ , производилось пиление цепью ПЦ-15м сосновых образцов с высотой пропила от 20 до 70 см при скорости продвижения от 0,01 до 0,1 м/сек и скорости пиления 6,65 м/сек.

В процессе опытов производилась остановка пильной цепи, вскрывался пропил, извлекались сначала стружки, взятые из основных пазух зубьев  $F_{вп}$ , потом из всех остальных пространств цепи. Соотношение общего веса извлеченной стружки к весу выбранной из основных пазух дает значение коэффициента  $k_1$ . В зависимости от высоты пропила и скорости продвижения коэффициент  $k_1$  колеблется от 2,0 до 2,5. Меньшие значения могут быть отнесены к небольшим высотам пропила и пилению переносными механическими пилами; большие значения имеют место при пилении стационарными пилами с механической подачей.

При аналогичных условиях опытов определялся и коэффициент объема опилок  $\sigma$ . После вскрывания пропила производилось измерение объема стружек в отдельных пазухах и их взвешивание. Соотношение объемного веса распиливаемой древесины к объемному весу стружек, взятых в конце пропила, дает значение  $\sigma$ .

Коэффициент объема опилок  $\sigma$  в расчетах следует принимать равным 1,5—1,7, так как при этом значении удельная работа при пилении имеет минимальную величину [4]. Следует отметить, что при пилении стационарными пилами без нарушения нормальной работы были найдены значения  $\sigma$ , равными 1,1 ÷ 1,2.

Подставляя  $F_{вп}$  из выражения (11) в формулу (10) и, вводя коэффициент  $k_1$ , получим

$$v_n = \frac{k_1 \cdot F_{вп} \cdot v_p}{\sigma \cdot L \cdot t} \quad (12)$$

Производительность чистого пиления определяется

$$П = v_n \cdot L \quad (13)$$

Используя значения  $v_n$  из формулы (12), можем написать:

$$П = \frac{k_1 \cdot F_{вп} \cdot v_p}{\sigma \cdot t} \quad (14)$$

Пользуясь формулой (14), можно, исходя из условий размещения стружек в пазухах данной цепи, найти оптимальную производительность пиления, или определить параметры пильной цепи по заданной производительности пиления.

Цепи со строгаящими зубьями типа ПЦУ-1, предложенные ЦНИИМЭ в 1955 г., имеют ряд особенностей, отличающих ее от цепи ПЦ-15м [3].

Стружкообразование пильной цепью типа ПЦУ-1 происходит следующим образом.

Строгающий зуб имеет закругленную форму режущей кромки, вертикальный участок которой формирует стенки пропила. Образование стружки выполняется двумя зубьями, следующими один за другим (рис. 3). Первый зуб перерезает волокна древесины с одной из боковых сторон пропила и скалывает их снизу. Следующий за ним зуб перерезает волокна с противоположной стороны и окончательно отделяет

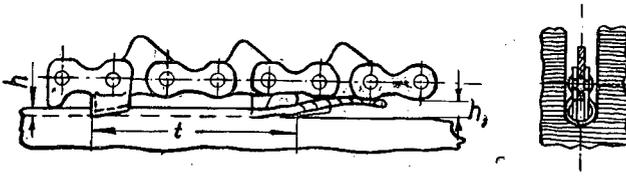


Рис. 3. Стружкообразование в цепях со строгаящими зубьями.

стружку от дна пропила. При соответствии скорости надвигания величине снижения ограничителей подачи зуба создается постоянная толщина стружки, чем обеспечивается движение обоих зубьев по одной плоскости пропила.

Снимаемая стружка в виде лент свободно проходит через зуб не подпрессовываясь и заполняет пространство перед вслед идущим зубом. В этой цепи нет специальных пазух для транспортирования стружек; перемещаются они за счет трения о зубцы, звенья цепи и ограничители подачи. При вскрытии пропила наблюдается распределение стружек по всей длине цепи с нарастающим уплотнением к концу пропила. Также заметны наиболее уплотненные участки стружек перед ограничителями подачи и после этих участков незаполненные пространства цепи (рис. 2, б).

Площадь условной пазухи для этой цепи:

$$F'_{\text{вп}} = h_3 \cdot t, \quad (15)$$

где  $h_3$  — высота зубьев цепи.

В этой формуле не учитывается площадь, занятая самим зубом, ввиду ее малой величины по сравнению с шагом зубьев.

Подставляя значение  $F'_{\text{вп}}$  в формулу (14) и заменяя коэффициент  $k_1$  другим коэффициентом  $k_2$ , учитывающим неравномерность заполнения цепи стружками, получим для цепей со строгаящими зубьями

$$\Pi = \frac{k_2 \cdot h_3 \cdot v_p}{\sigma}. \quad (16)$$

Условия опытов по определению коэффициента  $k_2$  были аналогичны условиям нахождения коэффициента  $k_1$ . Отношение площади, занятой стружкой, к общей площади, ограниченной высотой зубьев и длиной цепи в пропиле, дают значение коэффициента  $k_2$ .

Исследования показывают, что  $k_2$  имеет значение от 0,4 до 0,7. Большие значения относятся к наиболее тяжелым режимам пиления.

По этой формуле можно для цепей со строгаящими зубьями найти производительность пиления, исходя из возможности размещения стружек, или при заданной производительности пиления определить высоту зубьев цепи.

Выведенные формулы были проверены экспериментальным путем.

Нами была изготовлена опытная пильная цепь (ПЦУ-1м) со строгаящими зубьями, которые имели высоту 9 мм, в отличие от серийной цепи ПЦУ-1 с высотой зубьев 6,5 мм.

Подставляя значение  $h_3$  в формулу (16) и принимая значения  $\sigma = 1,5-1,7$ ,  $k_2 = 0,5$  при  $v_p = 6,15$  м/сек соответственно получаем: для цепи ПЦУ-1м —  $\Pi = 175-200$  см<sup>2</sup>/сек, для цепи ПЦУ-1  $\Pi = 130-145$  см<sup>2</sup>/сек.

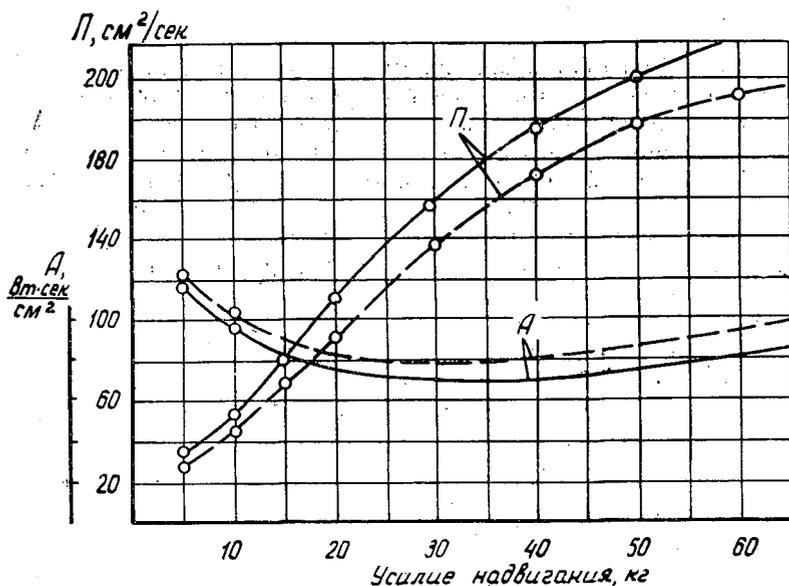


Рис. 4. Производительность пиления  $P \frac{\text{см}^2}{\text{сек}}$  и расход электроэнергии

$A \frac{\text{вт}\cdot\text{сек}}{\text{см}^2}$  в зависимости от усилия надвигания для цепей ПЦУ-1м (—) и ПЦУ-1 (---) при высоте пропила 70 см и скорости пиления 6,6 м/сек.

Результаты сравнительных испытаний этих цепей показаны в виде графика (рис. 4); скорость пиления во время испытания была равной 6,65 м/сек; опыты производились на сосновом бруске с высотой пропила 70 см.

Цепь ПЦУ-1м при всех значениях усилия надвигания дает более высокую производительность пиления и меньший расход электроэнергии по сравнению с цепью ПЦУ-1. Наибольшая разница в производительности пиления наблюдается при увеличении усилия надвигания, что объясняется лучшими условиями для размещения стружек у цепи ПЦУ-1м.

Производительность пиления  $P$ , соответствующая наименьшему удельному расходу электроэнергии  $A$ , для цепи ПЦУ-1 равна 180  $\text{см}^2/\text{сек}$ , соответственно для цепи ПЦУ-1 — 140  $\text{см}^2/\text{сек}$ .

Как указывалось выше, наименьшему удельному расходу электроэнергии соответствует значение  $\sigma = 1,5-1,7$ . Полученная в опытах производительность близка к расчетной. Следовательно, по формуле (16) возможно рассчитать производительность пиления, зная размещение стружек в цепи.

В настоящее время в Сибири работает ряд стационарных цепных пил, на которых в качестве режущего органа применяются цепи типа ПЦ-15м и ПЦУ-1. Производительность пиления при скорости цепи 8,0 м/сек достигает 250—300  $\text{см}^2/\text{сек}$  [1].

Расчеты по приведенным формулам показывают, что при изготовлении специальных цепей с увеличенной высотой зубьев повысится производительность пиления; конечно, при этом должны быть изменены и другие параметры пильной цепи — шаг, величина развода, толщина зубьев и соединительных звеньев и т. д.

### Выводы

1. Стружкообразование пыльными цепями при поперечном резании крупномерной древесины имеет свои отличительные особенности, с учетом которых должна рассчитываться производительность пиления.

2. Пыльные цепи со строгающими зубьями, в сравнении с цепями типа ПЦ-15м, имеют большую возможность размещения стружек, что доказывает целесообразность их применения на стационарных цепных пилах и на переносных при работе в крупномерных насаждениях.

3. Выведенные формулы могут облегчить расчет и конструирование пыльных цепей.

4. Для получения расчетной производительности пиления необходимо изменять скорость надвигания (см. формулу 12) в зависимости от изменения длины пропила (сопротивления резанию), что наиболее просто осуществить в пилах с гидропроводом.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. И. Бельмач. Цепные стационарные станки для раскряжевки крупномерной древесины. Гослесбумиздат, М., 1959. [2]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. Гослесбумиздат, М., 1956. [3]. В. Ф. Куосман, А. П. Полещук. Универсальные пыльные цепи. Гослесбумиздат, М., 1957. [4]. М. Н. Орлов. Испытание лесопильных рам тяжелого типа с непрерывной подачей. Труды ЦНИИМОД, вып. II, М., 1934. [5]. Н. К. Якунин. Исследование режимов пиления и профилировки зубьев круглых пил для продольной распиловки древесины хвойных пород. Гослесбумиздат, М., 1956.

Поступила в редакцию  
14 сентября 1961 г.

## РЕЖУЩИЙ ОРГАН К РОТОРНЫМ СУЧКОРЕЗНЫМ СТАНКАМ \*

М. Я. ГУРЬЯНОВ

Ассистент

(Поволжский лесотехнический институт)

Удаление сучьев со сваленных деревьев является одной из важных, но трудных задач в области механизаций лесозаготовительного производства. Эта трудность зависит от чрезвычайного разнообразия характера ствола и ветвей.

Основная рабочая часть сучкорезного станка — режущий орган — должен обеспечить срезание или обрубку сучьев «заподлицо» с поверхностью ствола на всей его длине без повреждения древесины. С этой целью резцы должны снабжаться приспособлениями для копирования сбега, кривизны и формы поперечного сечения ствола.

Опытные конструкции известных сучкорезных станков оказались непригодными к работе в основном из-за неработоспособности режущего органа, так как следящие устройства, расположенные позади резцов, не обеспечивают копирования поверхности ствола. Это приводило к порче ствола резцами или к неполному срезанию сучков.

В предлагаемом режущем органе (рис. 1) этот недостаток устранен, обеспечено копирование поверхности ствола при обрезке сучьев.

К подковообразной опоре [4] крепятся резцы. Первый, с тремя Г-образными зубьями, предназначен для грубого срезания сучьев; его направляющая подкладка выбирается с таким расчетом, чтобы не происходило врезания в ствол искривленного дерева.

Второй резец, подрезающий сучья «заподлицо», снабжен копирующей направляющей, толщина которой подбирается с таким расчетом, чтобы резец касался поверхности дерева и подрезал несрезанные основания сучьев по образующей ствола дерева; при необходимости чистовой резец можно отрегулировать не только на обрезку сучьев «заподлицо» с поверхностью ствола, но и на снятие коры определенной толщины.

При помощи шарнира подковообразная опора соединяется с державкой (рычагом), укрепленной подвижно на фланце ротора [7]. Шарнир допускает отклонение опоры от нейтрального положения на  $\pm 6^\circ$ , что обеспечивает копирование поверхности ствола максимальной кривизны. При набегании кривизны дерева на режущий орган поднимается передний конец шарнирной подковообразной опоры; она устанавливается по хорде и тем самым движение заднего чистового резца направляется по образующей искривленного ствола.

\* Автору статьи и инж. Б. И. Молчанову выдано авторское свидетельство.

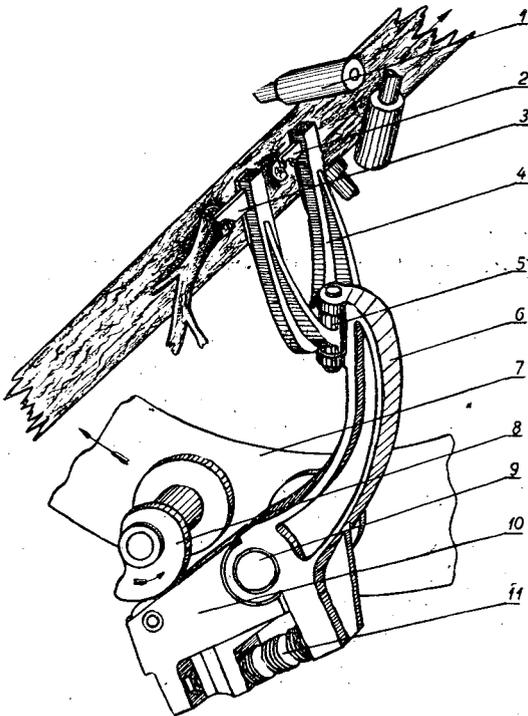


Рис. 1. Схема предлагаемого режущего органа.

1 — центрующие ролики; 2 — задний резец; 3 — передний резец; 4 — опора; 5 — шарнир; 6 — державка; 7 — фланец ротора; 8 — кулачок; 9 — шарнир; 10 — противовес; 11 — амортизирующая пружина.

При отходе поверхности дерева от резца (обратная кривизна) подковообразная опора поворачивается, направляя задний резец также по образующей ствола.

При обработке ствола дерева в направлении от комля к вершине кулачок под действием вращающего момента медленно (по мере сбегания ствола) поворачивается в сторону максимального его радиуса, через противовес и пружину поворачивает державку и тем самым прижимает резцы к поверхности ствола независимо от его диаметра.

Для лучшей обработки ствола центрирующие ролики [1] максимально приближены к заднему концу подковообразной опоры.

Чтобы обеспечить нормальную работу режущего органа, полезная длина первого резца и расстояние между передним концом подковообразной опоры и «зачищающим» резцом должны быть не меньше максимального размера сучка по оси ствола в плоскости среза.

Полезная длина заднего чистового резца должна быть минимальной и выбирается по конструктивным соображениям с учетом беззажимного удаления стружки из пропила.

Для нормальной работы режущего органа важно обеспечить касание направляющих резцов к стволу в их средней части независимо от диаметра обрабатываемого дерева. На рис. 2 показана схема работы резца при максимальном и минимальном диаметрах обрабатываемого дерева.

Как видно из этой схемы, точка касания перемещается по резцу в пределах до 80—100 мм (в зависимости от диаметра обрабатываемого дерева), что значительно усложняет работу режущего органа.

Проведенные нами исследования работы указанных режущих органов позволили математически определить оптимальный угол отклоне-

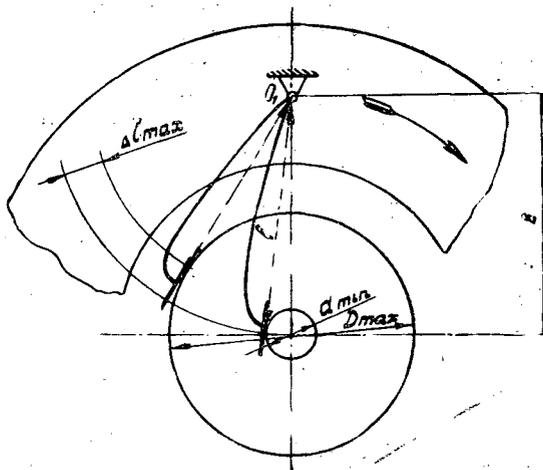


Рис. 1. Схема работы реза при разных диаметрах ствола.

$l$  — расстояние от центра режущего органа до центра реза или его направляющей;  $z$  — расстояние от оси дерева до оси вращения режущего органа.

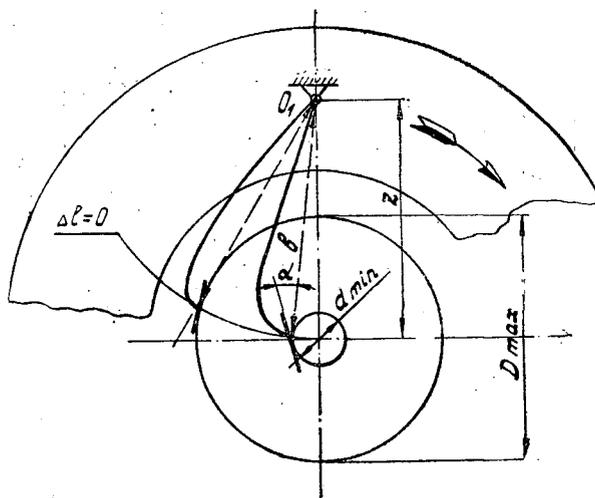


Рис. 3. Схема работы реза при оптимальном угле отклонения плоскости реза и его направляющей от касательной.

$a$  — расстояние от центра вращения до центра режущего органа.

ния плоскости реза и его направляющей от касательной, проведенной из центра вращения  $O$  до центра режущего органа; этот угол обеспечивает касание реза в его средней части к образующей дерева как при максимальном, так и минимальном диаметре (рис. 3). Только при среднем диаметре происходит небольшое смещение  $\Delta l$ , которое можно определить по приведенной на рис. 4 графической зависимости.

Оптимальный угол определяется выражением

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2z - \Delta l}, \quad (1)$$

где  $D_{\max}$  — максимальный диаметр дерева в начале кроны;

- $D_{\min}$  — минимальный диаметр дерева в вершине;  
 $z$  — расстояние от оси вращения режущего органа  $O_1$  до оси вращения ротора (оси ствола);  
 $\Delta l$  — величина максимального смещения точки касания реза к образующей ствола дерева в диапазоне от  $D_{\max}$  до  $D_{\min}$  определяется по графикам рис. 4.

Для снижения величины максимального смещения необходимо стремиться к увеличению  $z$ .

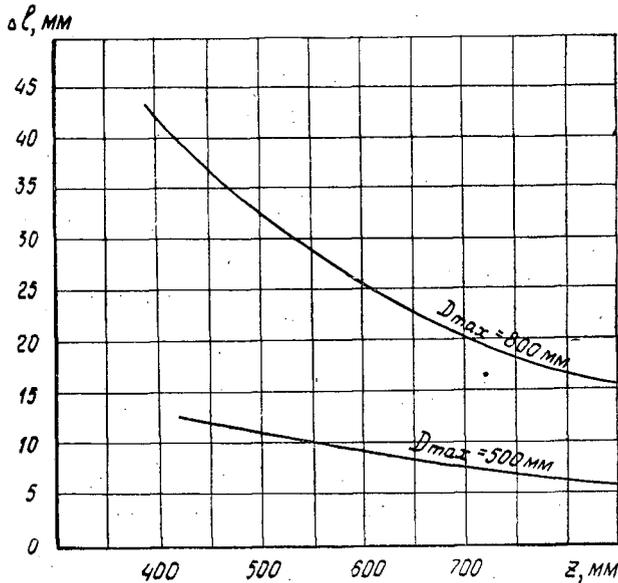


Рис. 4. Зависимость между расстоянием от оси дерева до оси вращения режущего органа  $z$  и смещением реза от его нормального положения  $\Delta l$ .

В основных лесозаготовительных районах нашей страны диаметр ствола дерева в начале кроны обычно не превышает 500 мм. Поэтому максимальная величина смещения точки касания для  $z = 600$ —700 мм находится в пределах 6—7 мм, что вполне удовлетворяет требованиям работы режущего органа сучкорезного станка.

Расстояние от центра вращения режущего органа  $O_1$  до центра реза или его направляющей можно определить по формуле

$$l = \frac{z}{\cos \alpha} - \frac{\Delta l}{2} \quad (2)$$

При разработке и конструировании сучкорезного станка исключительно важное значение имеет также выявление усилий, возникающих при срезании сучьев. Знание этих усилий позволяет правильно запроектировать узлы станка, исходя из условий требуемой прочности, определить расход энергии на обрезку сучьев и необходимую мощность двигателя, а также подсчитать экономическую эффективность станка.

Современные положения теории резания древесины дают возможность теоретически установить возникающие усилия при обработке древесины различными станками.

Однако, учитывая специфические условия обрезки сучьев, криволинейную траекторию движения, недостаточность исследования физико-

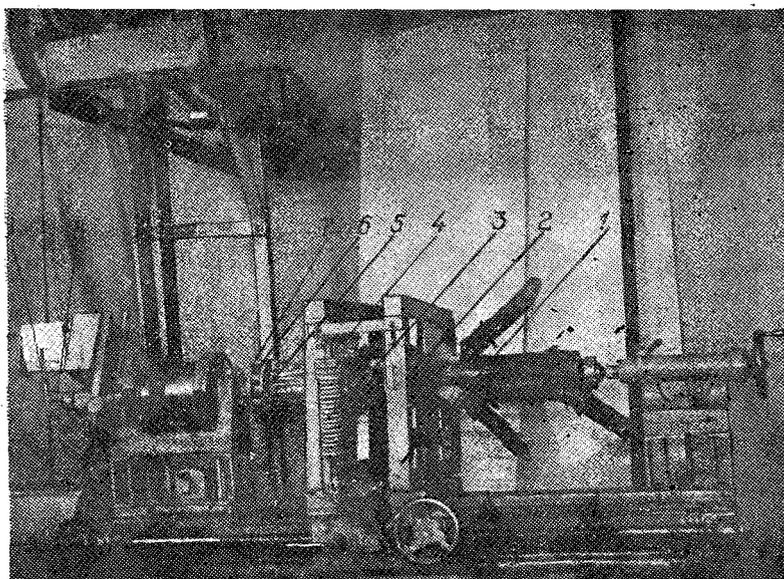


Рис. 5. Общий вид лабораторной сучкорезно-окорочной установки.

механических свойств сучка, работу с толстыми стружками (до 10 и более мм) и другие многообразные факторы, определить усилие резания и оптимальные геометрические параметры режущего органа теоретическим расчетом не представляется возможным.

Руководствуясь выше изложенными соображениями, мы провели необходимое для конструирования сучкорезного станка исследование режущего органа на лабораторной сучкорезно-окорочной установке (рис. 5).

На основании суппорта токарного станка смонтирована прямоугольная рама 1, на вертикальных стойках которой шарнирно крепится опорная пластина 2 с резцом 4.

Прижим резца к древесине осуществляется пружиной 3 со шкалой для определения величины давления.

Отрезок ствола с короткими сучьями зажимается между планшайбами с шипами в центрах передней и задней бабок.

Для записи усилий срезания сучьев или снятия коры с поверхности кряжа на станке смонтирован механический динамограф.

Надвигание резца на сучок производится при движении суппорта.

Неподвижная относительно вала шпинделя планшайба 5 и подвижная планшайба 6 соединены при помощи упругого элемента — пружины. На подвижной планшайбе закреплен толкатель, который упирается в шток трубочки с шариками, укрепленной на неподвижной планшайбе и пропущенной по полой оси шпинделя в сторону регистрирующего прибора. На прямом участке в трубку вставлен стержень, выходящий за пределы шпинделя и упирающийся в стрелку регистрирующего прибора.

Для подачи стрелки, штока и шариков в исходное положение с необходимой частотой собственного колебания шток имеет возвратную пружину. Запись показаний производится на движущейся бумаге лентопотяжного механизма.

Усилие, возникающее при срезании сучьев, передается на упругие элементы, укрепленные между планшайбами. Планшайбы смещаются пропорционально величине усилия резанию и величина их относительного смещения через толкатель, трубочку с шариками и шток передается на стрелку самопишущего прибора.

В результате проведенных исследований определены необходимые для разработки станка геометрические размеры режущего органа, выявлены возникающие усилия при срезке сучьев и подсчитано удельное сопротивление резанию (рис. 6).

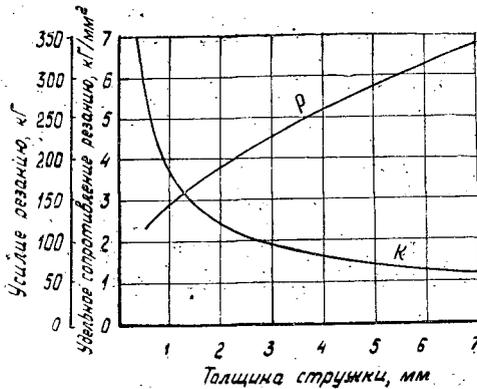


Рис. 6. Зависимость усилия резания  $P$  и удельного сопротивления резанию  $K$  от толщины стружки для свежесрубленной сосны при угле резания —  $45^\circ$ ; ширине пропила —  $40$  мм и угле отхода сучьев от ствола —  $90^\circ$ .

Но так как величина усилия резанию и коэффициент удельного сопротивления резанию зависит от формы и геометрических размеров реза, ширины пропила, подачи на резец, породы древесины, скорости резания и других факторов, исследования процесса срезания сучьев нельзя считать законченными.

Полученная закономерность изменения удельного сопротивления резанию сучьев  $K$  кг/мм<sup>2</sup> в зависимости от толщины спиливаемой стружки соответствует общей формуле теории резания древесины и отличается только небольшими значениями опытных коэффициентов.

По данным проведенных опытов для сосновых свежесрубленных сучьев с углом отхода сучьев от ствола около  $90^\circ$ , при ширине пропила  $b = 40$  мм и угле резания  $\beta = 45^\circ$ .

$$K = \frac{K'}{l^m} = \frac{3,64}{l^{0,59}},$$

где  $K$  — коэффициент удельного сопротивления резанию при данной толщине стружки;

$K'$  — коэффициент удельного сопротивления резанию при толщине стружки, равной  $1$  мм  $= 3,64$ ;

$m$  — степенной показатель, показывающий интенсивность падения  $K$  с увеличением толщины снимаемой стружки и равный  $0,59$ ;

$l$  — толщина стружки.

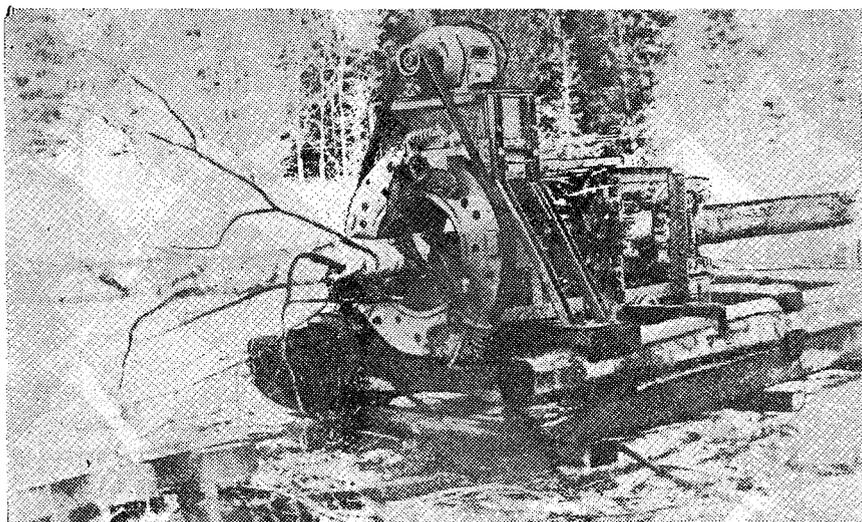


Рис. 7. Общий вид сучкорезного роторного станка СРС-3  
Поволжского лесотехнического института.

На основе проведенных исследований процесса резания сучьев нами разработан режущий орган, обеспечивающий высокую производительность при срезании сучьев по образующей ствола дерева без зареза в древесину. Сучкорезный роторный станок СРС-3 с указанным режущим органом испытан в учебно-опытном лесхозе института (рис. 7).

Представители Марийского совнархоза и работники производства обсудили конструкцию режущего органа и роторной головки станка и признали ее отвечающей технологическим требованиям.

Поступила в редакцию  
20 мая 1961 г.

## УСИЛИЯ В ОБВЯЗКАХ ПУЧКОВ ИЗ БРЕВЕН ПРИ ИХ УДАРЕ О ВОДУ

Ю. Н. СЕЛЯНИН

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Большие преимущества первоначального сплава леса в пучках вольницей (перед молевым) делают этот вид сплава более прогрессивным и целесообразным для его внедрения во многих бассейнах нашей страны.

Однако внедрение пучкового сплава, как показывают опыты многих предприятий и материалы научно-исследовательских организаций, требует разрешения ряда организационных и технических задач. Одной из таких задач является достижение безаварийной перевалки пучков зимней сплотки на воду для их дальнейшего сплава.

При сброске с незатопляемых плотбищ пучки испытывают динамические и ударные нагрузки, передающиеся на обвязки. Усилия, возникающие при этом, во много раз больше, чем в обвязках пучка, покоящегося на суше. Поскольку в настоящее время не имеется никаких данных о величинах этих усилий, то практически при расчете вводят значительные коэффициенты запаса, что приводит к большому перерасходу металла, но не гарантирует прочности обвязок, так как параметры пучка и условия сброски изменяются в широком диапазоне. По имеющимся у нас данным аварийность пучков при их перевалке достигает в отдельных случаях 25—50% и более.

Учитывая значение этого вопроса, кафедра водного транспорта леса и механизации лесосплавных работ МЛТИ провела в 1960—1961 гг. теоретические и экспериментальные исследования, посвященные усилиям в обвязках пучков при их перевалке на воду.

Опыты производились на специальном стенде с пучками в 1/5 натуральной величины из модельных еловых бревен с обработанной поверхностью и неокоренных. Моделирование производилось по закону подобия Ньютона. Измерение усилий в обвязках осуществлялось при помощи тензометрических датчиков с записью на осциллографе. Соответствующий подбор вибраторов осциллографа позволил правильно зафиксировать ударные явления, имеющие большую частоту вынужденных колебаний. Было исследовано влияние различных факторов на усилия в обвязках пучка при ударе: высоты сброски, объема пучков, соотношения осей и т. д. Эта часть работы произведена для условия свободного падения пучка; дополнительно были проведены исследования при горизонтальном перемещении пучка, при сброске по наклонным слегам и т. д.

В настоящей работе исследуется частный случай удара пучка о воду, самый неблагоприятный в отношении перегрузок, воспринимаемых обвязками, — случай вертикального падения пучка на поверхность воды. Для статического положения пучков на суше или на поверхности воды усилия в обвязках  $T$  находятся по известной зависимости:

$$T = kQ. \quad (1)$$

В случае удара о воду к пучку кроме веса  $Q$  будут приложены силы: гидростатическая и сила удара. Поскольку величина ускорения при ударе значительно превосходит величину ускорения силы тяжести, то силами веса и гидростатического давления можно пренебречь. Тогда усилия в обвязках будут являться некоторой функцией от силы удара  $P$ .

$$T_{\text{уд}} = k'P. \quad (2)$$

Таким образом, поставленная нами задача сводится к определению величины удара в зависимости от параметров пучка и высоты сброски и определению функциональной зависимости усилий в обвязках от величины удара.

Первая часть задачи может быть сформулирована следующим образом: определить реакцию воды при ударе эллиптического цилиндра (реальный пучок приближенно заменяется гладким эллиптическим цилиндром).

Математическое решение этой задачи сводится к отысканию потенциала скорости  $\varphi$  для течения воды, вызванного движением в ней эллиптического цилиндра при известных граничных условиях. Точного решения этой задачи даже для тел простейшей формы получить невозможно ввиду неустановившегося характера течения воды, нелинейности условий на свободной поверхности и наличия брызгообразования. Простой схемой для нахождения потенциала скорости при ударе о воду является случай жесткого удара тела, плавающего на поверхности воды. Жесткий удар является предельным случаем движения с мгновенным изменением скоростей. Впервые решение такой задачи для клинообразных тел было дано Вагнером, развито и уточнено работами Лаврентьева и Келдыша. Основываясь на аналогичных допущениях, рассмотрим задачу жесткого удара о воду прямого эллиптического

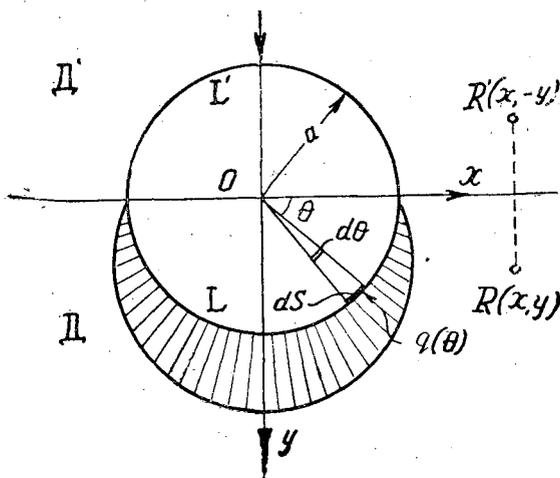


Рис. 1. Схема удара о воду прямого цилиндра.

(или круглого) цилиндра. Для плоской задачи это будет соответственно удар эллипса или круга, плавающего на поверхности воды.

Пусть на поверхности воды плавает круг, погруженный в нее наполовину (рис. 1). Воду считаем идеальной и несжимаемой жидкостью, а течение воды после удара — безвихревым и неразрывным. Пусть к кругу приложен мгновенный импульс, направленный вертикально вниз, в результате чего круг начинает двигаться в том же направлении. Решение сводится к определению  $\varphi$  при следующих граничных условиях.

В бесконечности жидкость покоится, следовательно, компоненты вектора скорости частицы жидкости равны нулю:

$$v_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0; \quad v_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0. \quad (3)$$

На свободной поверхности давление равно атмосферному, поэтому

$$\varphi = 0. \quad (4)$$

На контуре круга (из условия отсутствия отрыва жидкости от круга)

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = V_n = V \cos \Theta, \quad (5)$$

где  $\frac{\partial \varphi}{\partial n}$  — производная от  $\varphi$  по нормали к контуру круга;

$V$  — скорость круга;

$V_n$  — проекция скорости на нормаль к контуру круга в данной точке;

$\Theta$  — полярный угол точки контура круга.

Четвертым уравнением является уравнение неразрывности, данное Лапласом,

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0. \quad (6)$$

Из теории гидродинамики известно, что потенциал скорости  $\varphi$  определяется этими уравнениями однозначно.

Обозначим на рис. 1 полуплоскость, занятую жидкостью, через  $D$ , а ее зеркальное изображение —  $D'$ . Благодаря их симметричности относительно свободной поверхности и условию  $\varphi = 0$  на ней, функцию  $\varphi(x, y)$  можно продолжить аналитически сквозь свободную поверхность на всю плоскость  $D + D'$ . В результате получим функцию, гармоническую на всей плоскости и удовлетворяющую всем граничным условиям.

Возьмем на плоскости  $D$  произвольную точку  $R$ . Ее зеркальное отображение на плоскости  $D'$  будет  $R'$ . Из предыдущих условий значение  $\varphi$  в точке  $R'$  будет равно по абсолютной величине и обратно по знаку функции  $\varphi$  в точке  $R$ , то есть

$$\varphi(R) = -\varphi(R')$$

или, выражая положение точки через координаты,

$$\varphi(x, y) = -\varphi(x, -y). \quad (7)$$

Продифференцировав это равенство по координате  $y$ , получим:

$$v_y(x, y) = v_{y'}(x, -y). \quad (8)$$

Равенство (8) показывает, что при вертикальном поступательном движении тела, плавающего на поверхности жидкости и ограниченного

от нее полуокружностью  $L$ , для определения  $\varphi$  получаются такие же условия, как и при таком же движении тела, ограниченного полной окружностью  $L + L'$  в безграничной жидкости.

Значит, искомую функцию  $\varphi$  можно определить во всей плоскости  $D + D'$ , решая обычным образом задачу Неймана.

Пользуясь принципом Римана—Шварца из того же условия однозначного соответствия функции комплексного потенциала  $\omega(z) = \varphi + i\psi$  на границах областей  $D$  и  $D'$ , можно аналитически ее продолжить на всю плоскость. При этом функция тока  $\psi$  распространится на всю плоскость соотношением:

$$\psi(x, y) = \psi(x, -y). \quad (9)$$

Заменяя при помощи соотношений Коши—Римана граничные условия для потенциала скорости граничными условиями для функции тока и имея в виду аналитичность функции комплексного потенциала на всей плоскости  $D + D'$ , приходим к задаче Дирихле для определения функции тока. Решая задачу Дирихле для нашего случая, получаем выражение потенциала скорости, функции тока и комплексного потенциала:

$$\varphi = \frac{Va^2 \sin \theta}{r}; \quad \psi = \frac{Va^2 \cos \theta}{r}; \quad \omega(z) = \frac{iVa^2}{z} \quad (10)$$

здесь  $a$  — радиус круга;

$r$  — полярный радиус точки в области  $D + D'$ .

Значения  $\varphi$ ,  $\psi$  и  $\omega$  выражены в полярных координатах.

Зная выражение  $\varphi$ , из уравнения гидродинамики в форме Лагранжа в проекции на ось ординат

$$Y - \frac{dv_y}{dt} = \frac{1}{\rho} \text{grad} p$$

можно определить импульсивное давление на поверхности круга:

$$q(\theta) = \lim_{\tau \rightarrow 0} \int_0^\tau p dt = -\rho Va \sin \theta.$$

Полная импульсивная сила определяется интегрированием по погруженной поверхности круга от  $\theta = 0$  до  $\theta = \pi$  (см. рис. 1).

$$I = \int_0^\pi q(\theta) \sin \theta ds = a \int_0^\pi q(\theta) \sin \theta d\theta = -a^2 \rho V \frac{\pi}{2}. \quad (11)$$

Скорость круга после удара можно определить из теоремы о количестве движения круга до и после удара:

$$I = M(V - V_0),$$

где  $M$  — масса круга;

$V_0$  — скорость круга до удара.

Подставляя вместо  $I$  его значение из (11), определяем  $V$ :

$$V = \frac{MV_0}{M + a^2 \rho \frac{\pi}{2}} = \frac{MV_0}{M + m'}, \quad (12)$$

где  $m' = a^2 \rho \frac{\pi}{2}$  — присоединенная масса воды для круга.

Таким образом, случай жесткого удара о воду можно представить

как абсолютно неупругий центральный удар двух твердых тел: первого — круга (цилиндра единичной длины) с массой  $M$  и второго — условного с массой  $m'$ , равной присоединенной массе воды для круга.

Переход от плоской задачи к трехмерной можно приближенно осуществить, умножая присоединенную массу для круга на длину цилиндра  $l$ .

$$m = m'l = a^2 \rho l \frac{\pi}{2}.$$

Следует отметить, что полученная формула является пригодной для всех тел, симметричных относительно оси ординат. Значения скоростей после удара тел различной формы будут различаться величиной присоединенной массы. Полученная нами присоединенная масса для наполовину погруженного цилиндра (круга) равна присоединенной массе пластинки, шириной, равной диаметру цилиндра. Присоединенную массу для эллиптического цилиндра (эллипса) можно определить, решая задачу об обтекании эллипса при помощи метода конформного отображения внешности эллипса на внешность единичного круга. Однако гораздо проще можно прийти к выражению присоединенной массы для эллипса из следующих соображений: предельным случаем для эллиптического цилиндра является круглый цилиндр  $\frac{a}{b} = 1$  и пластинка  $b = 0$ . Присоединенные массы круглого цилиндра и пластинки являются одинаковыми функциями их горизонтальных размеров и не зависят от вертикальных. Следовательно, присоединенная масса эллиптического цилиндра выражается той же функцией от горизонтального размера эллипса — полуоси  $d$ ; в частном случае, когда цилиндр погружен в воду на произвольную глубину, величину присоединенной массы можно определить по приближенной формуле:

$$m = c^2 \rho l \frac{\pi}{2}, \quad (13)$$

где  $c$  — полуширина смоченной поверхности (см. рис. 2).

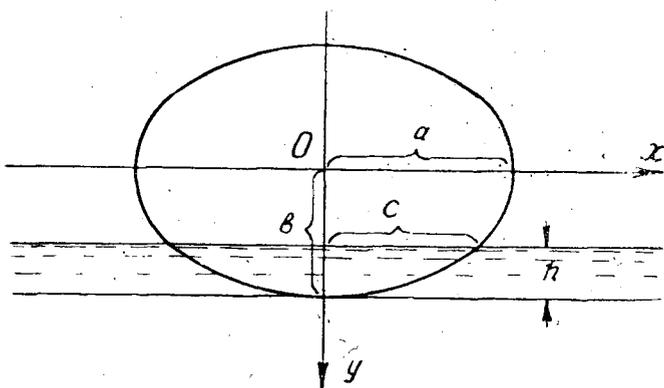


Рис. 2. Схема положения пучка на воде.

Принимая во внимание, что при погружении пучка в воду присоединенная масса является функцией времени, можно для реального случая удара о воду определить величину удара, используя полученную формулу для скорости при предельном случае.

Уравнение движения пучка при ударе о воду:

$$-P = M \frac{dV}{dt}.$$

Подставляя выражение  $V = \frac{V_0}{1 + \mu}$  из (12) (где  $\mu = \frac{m}{M}$  назовем коэффициентом присоединенной массы) и дифференцируя его по времени, получим:

$$P = M \frac{V_0}{(1 + \mu)^2} \frac{d\mu}{dt}. \quad (14)$$

Присоединенная масса, а следовательно, и коэффициент ее  $\mu$ , зависят от смоченной полуширины, являющейся функцией глубины погружения. Поэтому выражение  $\frac{d\mu}{dt}$  можно записать следующим образом:

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{d\mu}{dc} \cdot \frac{dc}{dh} \cdot \frac{dh}{dt}, \quad (15)$$

где  $h$  — глубина погружения;

$\frac{dh}{dt}$  — скорость в данный момент времени.

Подставляя в формулу (14) значение  $\frac{d\mu}{dt}$  из (15), выраженное через скорость и присоединенную массу, получаем:

$$P = \frac{V_0^2}{(1 + \mu)^3} \cdot \frac{dm}{dc} \cdot \frac{dc}{dh}. \quad (16)$$

Чтобы довести формулу до расчетного вида, нужно определить:  $\frac{dm}{dc}$  — скорость изменения присоединенной массы по полуширине смоченной поверхности

$$\frac{dm}{dc} = \frac{d}{dc} \left( c^2 \rho l \frac{\pi}{2} \right) = \pi \rho c l. \quad (17)$$

$\frac{dc}{dh}$  — скорость изменения полуширины смоченной поверхности по глубине погружения. В этой величине заключается все влияние формы тела на величину удара. Выражение  $\frac{dc}{dh}$  можно определить из уравнения эллипса, выраженного через переменные  $c$  и  $h$ .

Из рис. 2 видно, что при выбранном расположении системы координат

$$x = c; \quad y = b - h.$$

Уравнение эллипса в переменных  $c$  и  $h$ :

$$\frac{c^2}{a^2} + \frac{(b - h)^2}{b^2} = 1. \quad (18)$$

Дифференцируя уравнение (18) по  $h$ , решая его относительно  $\frac{dc}{dh}$  и выражая найденное значение  $\frac{dc}{dh}$  через одну переменную — полуширину смоченной поверхности  $c$ , получим:

$$\frac{dc}{dh} = \frac{a}{b} \cdot \frac{\sqrt{a^2 - c^2}}{c}. \quad (19)$$

Подставляя в (16) выражения  $\frac{dm}{dc}$  и  $\frac{dc}{dh}$  из (17) и (19), получим окончательно:

$$P(c) = \frac{V_0^3}{(1+\mu)^3} \pi \rho l \frac{a}{b} \sqrt{a^2 - c^2} \quad (20)$$

Анализ формулы (20) показывает, что максимальное значение  $P(c)$  соответствует  $c = 0$ , то есть, в начальный момент погружения:

$$P = \frac{a}{b} V_0^3 \pi \rho a l \quad (21)$$

Нужно отметить, что силы, действующие на пучок при его погружении, непрерывны, поэтому при  $c = 0$  сила  $P$  также должна быть равна нулю. Полученную формулу нужно понимать в том смысле, что при погружении пучка сила реакции воды очень быстро достигает расчетной величины.

Выражая  $P$  через высоту сброски и параметры пучка, получим:

$$P = \pi \gamma_v B C H_{\text{сбр}} \quad (22)$$

здесь  $B = 2a$  — ширина пучка;

$C = \frac{a}{b}$  — соотношение осей пучка;

$\gamma_v = \rho g$  — объемный вес воды.

Таким образом, величина удара оказывается прямо пропорциональной высоте сброски, размерам и соотношению осей пучка и не зависит для данного объема пучка от его веса, то есть не зависит, вообще говоря, от объемного веса древесины и полндревесности пучка.

Для проверки соответствия результатов теоретических исследований и фактических величин удара, в процессе производства опытов одновременно с измерением усилий в обвязках  $T_{\text{уд}}$  определялась и величина удара. С этой целью измерялись соответствующие ускорения, возникающие при ударе, при помощи специального прибора, устроенного по принципу контактного преобразователя. Измеряемые величины синхронно записывались на фотопленку осциллографа, что дало возможность сопоставить их для любого момента времени.

Полученные эмпирические значения  $P$  подтверждают наши теоретические исследования. Максимальные отклонения составляют  $\pm 10$ — $15\%$  и объясняются, по-видимому, отклонениями формы реальных пучков от цилиндрической.

Формула (22) решает первую часть задачи до конца. Для определения зависимости  $T_{\text{уд}}$  от силы удара необходимо знать величину коэффициента пропорциональности между ними —  $k'$ , соответствующего коэффициенту  $k$  для статического положения.

Если коэффициент  $k$  зависит лишь от соотношения осей, то коэффициент  $k'$  является, кроме того, функцией удара (а, следовательно, высоты сброски, соотношения осей и объема пучка  $W$ ). Это объясняется главным образом влиянием инерционности бревен в пучке. В самом деле, внешние ударные нагрузки на пучок, в отличие от статических (веса), действуют в течение очень короткого промежутка времени (по опытным данным — нескольких сотых секунды), и вследствие инерционности бревен усилия в обвязках отстают от ударных нагрузок на пучок по времени и по амплитуде. С увеличением силы удара (что соответствует увеличению ( $H_{\text{сбр}}$ ,  $C$  или  $W$ )) время удара уменьшается, удар становится более жестким и инерционность бревен начинает оказывать более сильное влияние на усилия в обвязках, в результате чего величина коэффициента  $k'$  уменьшается.

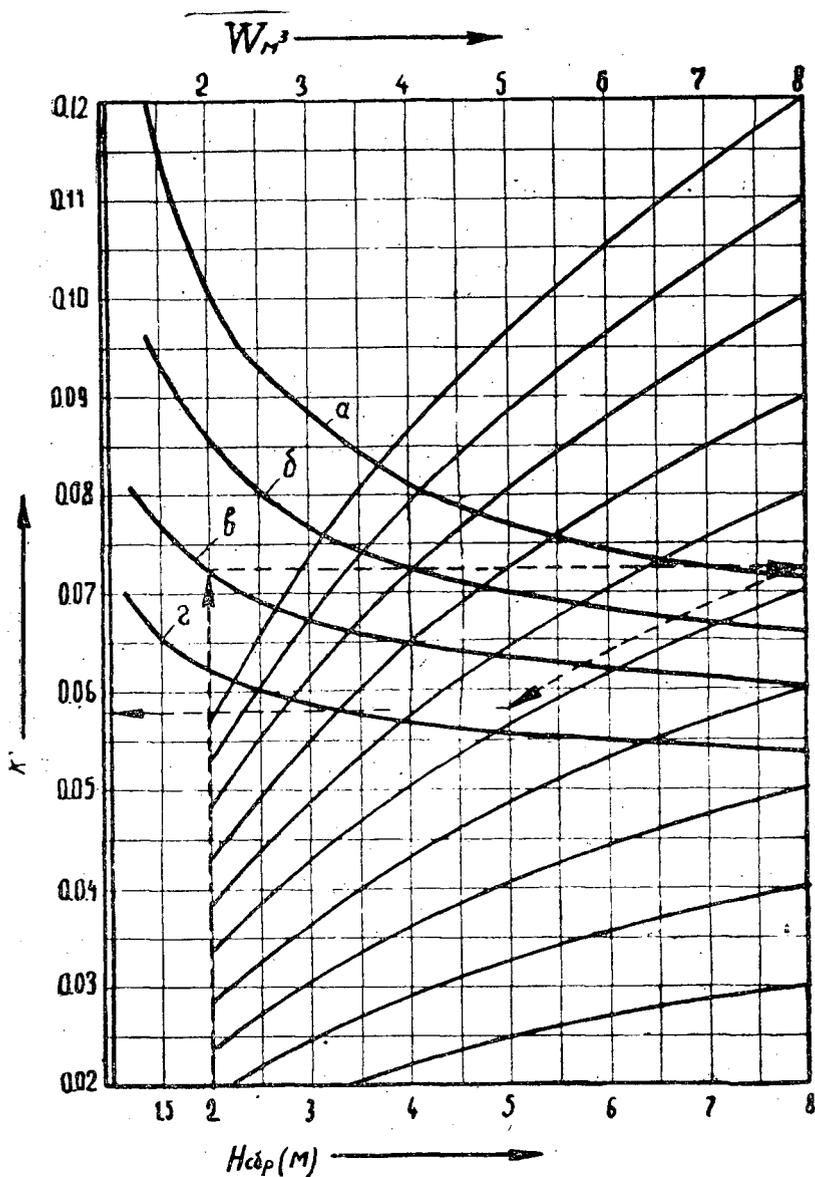


Рис. 3. Номограмма для определения  $k'$  высоты сбрасывания  $H_{сбр}$ , соотношения осей пучка  $C$  и его объема  $W$ .  
Значения  $C$ :  $a - 1,0$ ;  $b - 1,25$ ;  $v - 1,5$ ;  $z - 1,75$ .

При неограниченном стремлении величины удара к нулю (случай статического положения), влияние инерционности бревен исчезает, так как исчезает собственно удар. Величина  $k'$  в этом случае должна стремиться, как к пределу, к статическому коэффициенту пропорциональности:

$$\lim_{P \rightarrow 0} k' = \lim_{P \rightarrow 0} \frac{T(P)}{P} = k \quad (23)$$

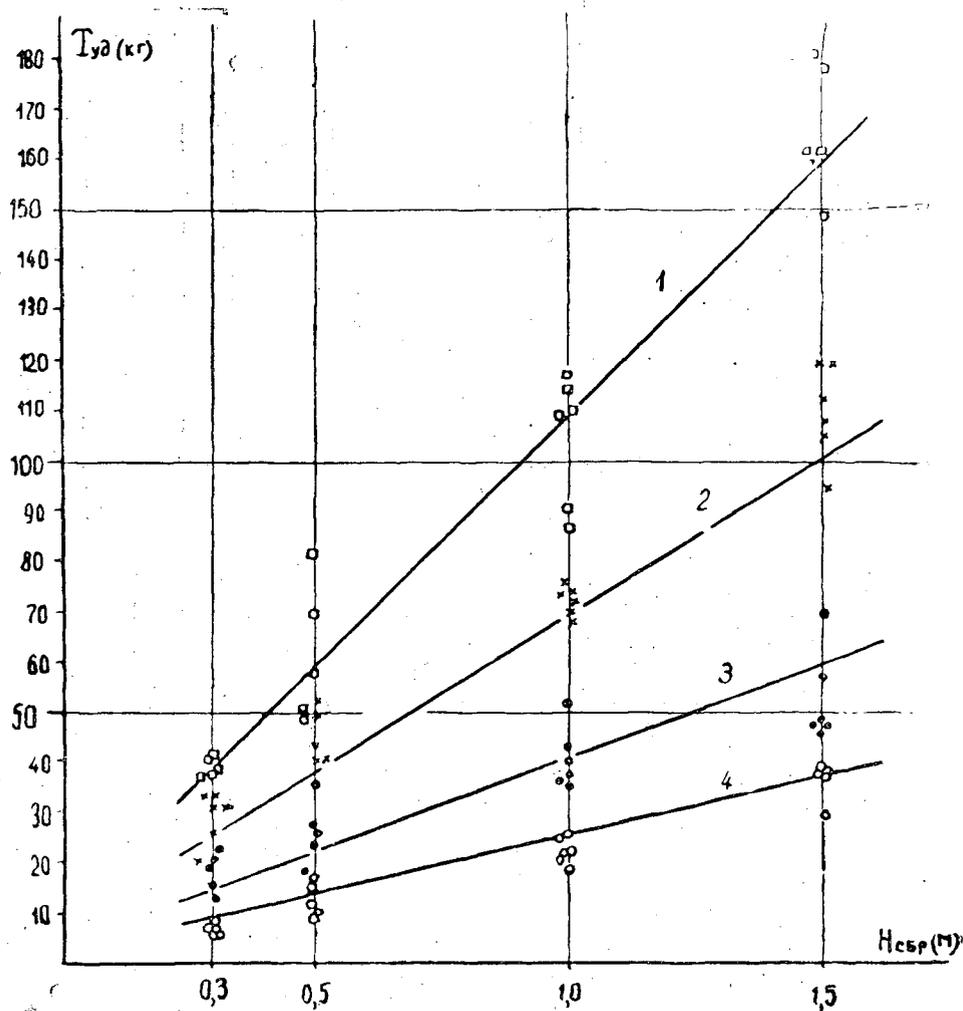


Рис. 4. График зависимости  $T_{уд}$  от высоты сброски  $H_{сбр}$  для модельных пучков при соотношении осей  $C = 1,5$  и объемах в  $дм^3$ : 1 — 64; 2 — 40; 3 — 24; 4 — 16.

Невозможность теоретически учесть инерционность бревен в пучке, а также коэффициент трения между бревнами, являющийся в данном случае переменной величиной (трение в движении), приводит к необходимости определения  $k'$  экспериментальным путем с применением формулы (2), решенной относительно  $k'$ .

$$k' = \frac{T_{уд}}{P}.$$

Полученные таким образом значения  $k'$  подтверждают приведенные выше замечания. Нижним пределом высоты сброски при экспериментах была высота 0,3 м (на модели), и мы не смогли с полной достоверностью подтвердить выдвинутое предположение (23) ввиду отсутствия данных при величинах  $H_{сбр}$  в диапазоне 0—0,3 м.

Значения коэффициента  $k'$  в функции от  $H_{сбр}$ ,  $C$  и  $W$ , полученные в результате обработки материалов экспериментов, сведены в номо-

грамму (рис. 3). Нужно отметить, что коэффициент  $k'$ , как безразмерная величина, не зависит от масштаба моделирования и остается постоянной при соблюдении постоянства отношения высоты сброски к линейным размерам пучка. Поэтому пересчет на натуру  $k'$  заключается в пересчете согласно закону подобия Ньютона именованных параметров  $H_{сбр}$  и  $W$ , от которых зависит  $k'$ . Приведенная номограмма составлена для натуральных условий и может быть использована для практических расчетов.

Расчет усилий в обвязках пучков при вертикальном ударе о воду может производиться по следующей формуле:

$$T_{уд} = P \cdot k' = \pi \gamma_v \cdot BC l H_{сбр} \cdot k'.$$

*Пример расчета.*

Определить  $T_{уд}$  для пучка  $W = 5 \cdot м^3$ ;  $C = 1,5$ ;  $B = 1,6 \text{ м}$ ;  $l = 4,5 \text{ м}$  при  $H_{сбр} = 2 \text{ м}$ .

Значение  $k'$  определяется по номограмме. Порядок его определения для данного случая показан на номограмме стрелками.

Найденное значение  $k' = 0,058$  соответствует суммарному усилию в обеих обвязках пучка.  $T_{уд} = 3920 \text{ кг}$ .

Усилие в одной обвязке  $T'_{уд} = 1960 \text{ кг}$ .

Полученные расчетные значения  $T_{уд}$  хорошо согласуются с экспериментальными. Сравнение расчетных и экспериментальных значений этой величины для пучков разных объемов приведено на рис. 4. Как видно из рисунка, в пределах постановки опытов зависимость  $T_{уд}$  от  $H_{сбр}$  хорошо аппроксимируется прямой линией.

#### Выводы.

1) Усилия в обвязках пучка при ударе о воду значительно превышают соответствующие усилия для статического положения и могут быть определены по предлагаемой формуле (2).

$$T_{уд} = k'P.$$

2) Величина силы удара  $P$ , определяемая теоретической формулой (22), прямо пропорциональна высоте сброски и параметрам пучка  $C$ ,  $B$  и  $l$ .

3) Коэффициент  $k'$ , являющийся функцией удара  $P$  (или высоты сброски и параметров пучка), изменяется в небольших пределах и для практических расчетов может определяться по предлагаемой номограмме.

4) Значения  $T_{уд}$ , полученные по формуле (2), соответствуют самому неблагоприятному случаю — вертикальному падению пучка на воду. При сброске пучков по наклонным следам значения  $T_{уд}$  значительно уменьшаются в зависимости от угла сброски. Этот случай, имеющий практическое значение, исследуется дополнительно.

Поступила в редакцию  
10 июля 1961 г.

## О ТРЕНИИ В РАБОТЕ НОЖЕВЫХ ПОЛОТЕН ПЕТЛЕВОЙ СУЧКОРЕЗКИ

П. А. НОВИКОВ

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

За последние годы на лесоразработках некоторых леспромхозов велись широкие испытания ножевой спиральной петлевой сучкорезки, которая оказалась простой, дешевой и эффективной.

Одной из особенностей ножевой петлевой сучкорезки является наличие значительного трения, которое возникает во время ее работы. Это сильно сказывается на натяжении полотен, на величине напряжений в деталях сучкорезки и на величине необходимого тягового усилия. Поэтому исследование трения может оказаться интересным и необходимым.

Два шарнирно связанных между собой ножевых полотна, составляющих собственно сучкорезку, плотно охватывают ствол очищаемого дерева, вследствие натяжения переднего и заднего тросов. В моменты срезания сучьев натяжение полотен и переднего троса возрастает, а вместе с ним увеличивается давление полотен на ствол и растут силы трения. Таким образом, например, при протаскивании ствола через неподвижную установку, передний трос самой сучкорезки преодолевает сопротивление резания, сопротивление сил трения и натяжение заднего концевой троса. Однако закономерность в изменении натяжения от сил трения может быть установлена и без срезания сучьев, исходя из следующих соображений.

Пусть имеем гладкий ствол с надетыми на него и натянутыми двумя ножевыми полотнами, которые касаются ствола только своими режущими кромками. При этом каждая из кромок расположится на стволе по винтовой линии, составляющей с образующими ствола некоторый постоянный угол встречи  $\beta_0$  (рис. 1 — I, II).

На участке ствола с диаметром  $d = 2r$  между точками 1 и 2 (рис. 1 — II, III, IV) выделим бесконечно малый элемент правого полотна длиной  $\lambda$  и рассмотрим его равновесие во время относительного движения полотна вдоль ствола. Будем считать, что силы натяжения полотна действуют вдоль его режущей кромки.

Вследствие натяжения полотна на выделенном элементе возникает нормальное давление  $dN = P\lambda$ , где  $P$  — давление на единицу длины. При движении полотна нормальное давление поведет к возникновению силы трения  $\mu \cdot dN$ , касательной к поверхности ствола и направленной по образующей ствола в сторону, противоположную движению полотна. Здесь  $\mu$  — коэффициент трения скольжения. Поэтому, если натяжение

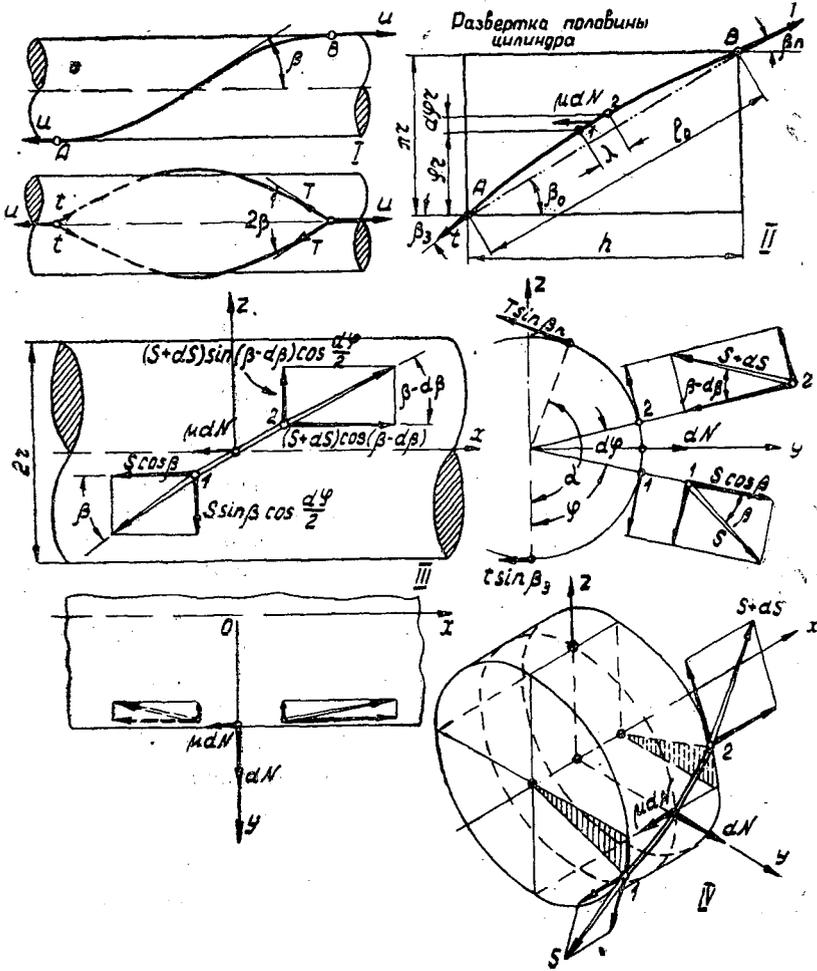


Рис. 1.

кромки у первой точки было равно  $S$ , то натяжение у второй точки возрастет и будет равно  $S + dS$ . При этом режущая кромка несколько прогнется и сместится, вследствие чего угол встречи  $\beta$  режущей кромки у первой точки уменьшится до  $\beta - d\beta$  у точки второй.

Учитывая вышеизложенное, напишем уравнения равновесия выделенного элемента:

$$\Sigma x = 0$$

$$- S \cdot \cos \beta - \mu \cdot dN + (S + dS) \cdot \cos (\beta - d\beta) = 0$$

$$\Sigma y = 0$$

$$dN - S \cdot \sin \beta \cos \frac{d\varphi}{2} - (S + dS) \cdot \sin (\beta - d\beta) \cos \frac{d\varphi}{2} = 0$$

$$\Sigma z = 0$$

$$- S \cdot \sin \beta \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} + (S + dS) \cdot \sin (\beta - d\beta) \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} = 0$$

$$\Sigma M_x = 0$$

$$S \cdot \sin \beta \cdot r - (S + dS) \cdot \sin (\beta - d\beta) \cdot r = 0$$

$$\Sigma M_y = 0$$

все силы проходят через ось  $OY$  и моментов не дают.

$$\Sigma M_z = 0$$

$$\begin{aligned} \mu \cdot dN \cdot r + S \cdot \cos \beta \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} r + S \cdot \sin \beta \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \cdot r \cdot \frac{d\varphi}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta} - \\ - (S + dS) \cdot \cos (\beta - d\beta) \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} \cdot r - \\ - (S + dS) \cdot \sin (\beta - d\beta) \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \cdot \frac{r \cdot d\varphi}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta} = 0. \end{aligned}$$

После преобразований полученные уравнения можно написать более коротко. При этом учитываем, что при бесконечно малой длине дуги  $\lambda$  углы  $\frac{d\varphi}{2}$  и  $d\beta$  окажутся бесконечно малыми. Поэтому здесь можно принять  $\cos \frac{d\varphi}{2} = 1$ ,  $\cos d\beta = 1$ ,  $\sin \frac{d\varphi}{2} = \frac{d\varphi}{2}$  и  $\sin d\beta = d\beta$ .

Члены же, содержащие произведения нескольких из этих бесконечно малых величин, как бесконечно малые величины второго и выше порядков, здесь можно совсем отбросить. После всех этих преобразований и упрощений приведенные выше уравнения сведутся к следующим трем дифференциальным уравнениям:

$$\mu \cdot dN = dS \cdot \cos \beta - S \cdot \sin \beta \cdot d\beta \quad (1)$$

$$dN = S \cdot \sin \beta \cdot d\varphi \quad (2)$$

$$dS \cdot \sin \beta = S \cdot \cos \beta \cdot d\beta \quad (3)$$

Разделим уравнение (1) на (2), а затем произведем отделение переменных. Тогда

$$\frac{dS}{S} = \mu \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot d\varphi + \operatorname{tg} \beta \cdot d\beta. \quad (4)$$

Интегрируя равенство 4, получим:

$$\int \frac{dS}{S} = \mu \int \operatorname{tg} \beta \cdot d\varphi + \int \operatorname{tg} \beta \cdot d\beta.$$

Применяя к интегралу  $\int \operatorname{tg} \beta \cdot d\varphi$  теорему о среднем, будем иметь:

$$\int \operatorname{tg} \beta \cdot d\varphi = \operatorname{tg} \beta_0 \cdot d\varphi,$$

где  $\beta_0$  — некоторое среднее значение угла  $\beta$ .

В результате интегрирования получим:

$$\ln S = \mu \cdot \operatorname{tg} \beta_0 \cdot \varphi - \ln \cos \beta + C. \quad (5)$$

Для определения постоянной интегрирования  $C$  положим  $\varphi = 0$ . В этом случае  $S = t$  (рис. 1—11), а уравнение (5) примет вид  $\ln t = -\ln \cos \beta + C$ , откуда  $C = \ln t + \ln \cos \beta$  или  $C = \ln(t \cdot \cos \beta)$ .

После подстановки найденного значения  $C$  в уравнение (5) получим в окончательном виде

$$S = t \cdot e^{\mu \cdot \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta}. \quad (6)$$

У переднего шарнира, когда угол обхвата всем полотном  $\varphi$  достигнет значения  $\alpha \approx 180^\circ$ , натяжение полотна будет наибольшим:

$$T = t \cdot e^{\mu \cdot \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}. \quad (7)$$

При выводе этих формул рассматривалось положение режущей кромки полотна без учета фактической жесткости и деформаций самого полотна. Предполагалось также, что сила натяжения действует вдоль режущей кромки полотна и что режущая кромка в своей средней части несколько смещается в сторону, противоположную движению сучкорезки, от положения, которое она занимала до начала движения. Однако несмотря на эти допущения, сопоставление выведенной формулы с формулой Эйлера показывает, что выведенная формула правильно отражает основную зависимость натяжения от сил трения, угла обхвата и угла встречи  $\beta_0$ .

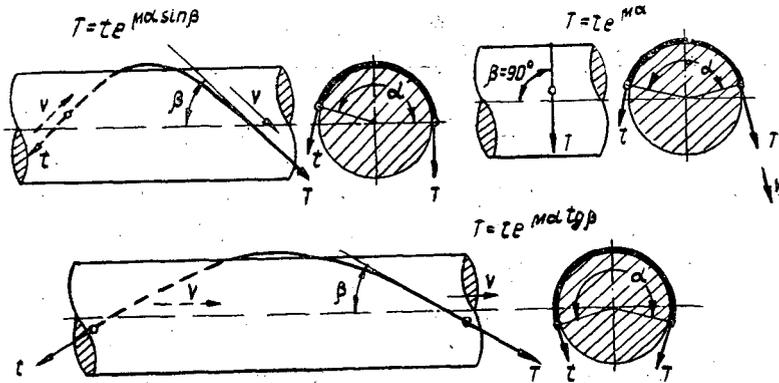


Рис. 2.

Для сопоставления на рис. 2 представлены три случая различного положения и движения нити на цилиндре. В первом случае нить косо охватывает цилиндр и составляет с образующими цилиндра углом  $\beta$ , а направление движения нити и ее растягивающей силы совпадают. Подсчет, аналогичный предыдущему, дает для этого случая следующую зависимость:  $T = t \cdot e^{\mu \cdot \alpha \cdot \sin \beta}$ . Во втором случае, часто встречающемся в технических расчетах, нить располагается поперек цилиндра и, следовательно, составляет с образующими цилиндра угол  $\beta = 90^\circ$ . Направление движения здесь совпадает с самой нитью и ее натяжением. Зависимость натяжений в этом случае выражается известной формулой Эйлера  $T = t \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$ . Эту формулу можно рассматривать как частный случай предыдущей более общей формулы, в которой угол  $\beta \neq 90^\circ$ .

В нашем, третьем, случае режущая кромка полотна, как и в первом случае, косо охватывает цилиндр и также составляет с образующими цилиндра угол  $\beta$ , но сама кромка движется поступательно вдоль образующей цилиндра. Таким образом, направление натяжения полотна составляет с направлением движения угол  $\beta$ . Это приводит к появлению в показателе степени правой части формулы множителя  $\operatorname{tg} \beta$  вместо  $\sin \beta$  или, иначе говоря, и более быстрому в нашем случае нарастанию силы  $T$  при возрастании угла  $\beta$ . Особенно велико это нарастание при больших значениях угла.

Во время работы давление полотна на ствол в различных точках его режущей кромки оказывается также непостоянным. По известному натяжению полотна на его различных участках, возникшему как от действия сил трения, так и от сопротивления резанию, можно найти соответствующее удельное давление полотна (давление на единицу длины его режущей кромки), исходя из следующих соображений.

Выше (формула 2) было установлено, что на бесконечно малом участке режущей кромки длиной  $\lambda$  общее нормальное давление ее на ствол  $dN = S \cdot \sin \beta \cdot d\varphi$ .

Это общее давление равно произведению удельного давления  $P$  на длину участка  $dN = F\lambda$ . Из рис. 1 — II можно видеть, что  $\lambda = \frac{d\varphi \cdot r}{\sin \beta}$ .

Из изложенного следует, что  $P = \frac{dN}{\lambda}$ , или после подстановок:

$$P = \frac{S \cdot \sin^2 \beta}{r}. \quad (8)$$

Так как  $S = t \cdot e^{\mu \cdot \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta}$ , то удельное давление в произвольной промежуточной точке режущей кромки окажется равным

$$P = \frac{t \cdot e^{\mu \cdot \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot \sin^2 \beta}{r}. \quad (9)$$

Отсюда нетрудно получить удельное давление на концевых участках ножевого полотна. На заднем конце, когда  $\varphi = 0$ , а  $e^{\mu \cdot \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta} = 1$ , давление будет

$$P_{\min} = \frac{t \cdot \sin^2 \beta}{r}. \quad (10)$$

У переднего конца полотна, когда  $\varphi = \alpha = \sim \pi$ , оно окажется наибольшим и будет равно

$$P_{\max} = \frac{t \cdot e^{\mu \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot \sin^2 \beta}{r}. \quad (11)$$

Соппротивление трения в рассмотренных условиях определится по формуле

$$T - t = t(e^{\mu \cdot \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta} - 1). \quad (12)$$

Отсюда, а также из формул (7) и (11), видно, что среди факторов, влияющих на величины удельного давления, трения, натяжения полотен и тяговые усилия, решающим является угол встречи  $\alpha$ . Поэтому его величина должна быть положена в основу при решении вопроса о правильном соотношении между диаметром наиболее толстого участка ствола, подлежащего очистке, и оптимальной длиной полотна петлевой сучкорезки.

## СТАТИЧЕСКОЕ И ДИНАМИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СВАРЕННЫХ СТЫКОВ НА ПРОЧНОСТЬ

П. П. ЧЕБОТА

И. о. доцента

(Красноярский политехнический институт)

Статическое испытание стыков на изгиб производилось при помощи 100-тонного гидравлического прессы. Общее расположение приборов на испытуемом стыке показано на рис. 1.

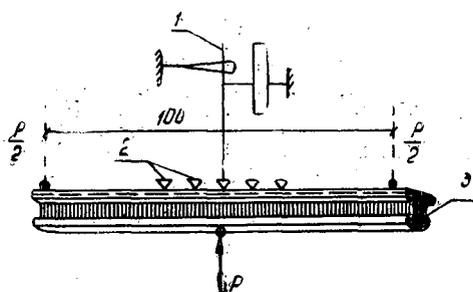


Рис. 1. Расположение приборов при статическом испытании стыка.

По середине рельса, против того места, где он прижимался к поршню прессы, устанавливалась рейка 1 для замера прогибов, которая оставалась на стыке до конца опыта.

Тензомерами 2 измерялись удлинения в подошве рельса 3, по ним строились диаграммы напряжений. Это измерение производилось в пределах применимости закона Гука.

Для каждого испытываемого стыка составлялись две таблицы с основными результатами испытаний. В табл. 1 и 2 даются напряжения и прогибы для рельса IIIa типа с износом 2 мм.

Таблица 1

Нагрузка, кг	Напряжение, кг/см <sup>2</sup>	
	теоретическое	опытное
10 000	1953,0	1879,0
20 000	3938,0	3969,0
30 000	5906,0	6176,0

Таблица 2

Давление по манометру, ат	Нагрузка, кг	Стрела прогиба, мм (из опыта)
20	8100	1,3
40	16200	3,0
40,5	16400	4,0
40,5	16400	6,0
60	24300	10,0
80	32400	16,0
100	40500	28,0
120	48600	49,0
130	52700	54,0
120	4860	60,0

Примечание. Дальше рельс разрушился.

Динамическое испытание сваренных стыков производилось при помощи копра, ударами бабы весом 100 кг.

Измерение прогибов рельса производилось согласно схеме, изображенной на рис. 2.

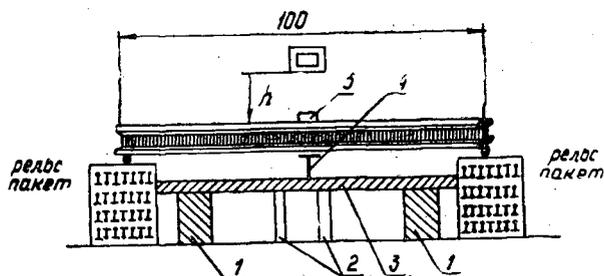


Рис. 2. Схема установки для измерения прогибов рельса при динамических испытаниях.

1 — деревянные подпорки 20 × 20 см; 2 — пустотелый ящик из досок 2 × 20 см; 3 — доска толщиной 2 см; 4 — гвоздь длиной 30 см; 5 — кусок стали сечением 5 × 5 × 10 см.

Для измерения полного прогиба под стыком устанавливался гладко отстроганный кусок доски размером 2 × 20 см. Перед ударом в нее забивался гвоздь 4 так, чтобы его головка касалась подошвы рельса. При ударе гвоздь погружался в доску на величину полного прогиба, который измерялся как разность длины гвоздя до и после удара.

Укладывая на концы рельса рейку длиной 1 м и измеряя расстояние между нижней гранью рейки и верхней поверхностью рельса, получали величину остаточного прогиба.

Величину упругого прогиба определяли как разность между полным и остаточным прогибами.

После каждого удара рельс внимательно осматривали, причем главное внимание обращали на стык, где возможно появление трещин.

Как правило, никаких трещин в стыке не появлялось, и деформации протекали пластически. Затем происходил мгновенный разрыв стыка.

Все измерения, произведенные во время ударных испытаний, заносились в таблицы, аналогичные табл. 3, составленной для рельса типа Пш с износом 2 мм.

Таблица 3

Номер удара	Высота падения бабы, см	Динамическая работа бабы, кг·м	Упругий прогиб от удара, мм	Остаточный прогиб после удара, мм	Полный прогиб от удара, мм
1	100	100,3	2	1	3
2	200	200,4	2	2	4
3	300	300,5	2	3	5
4	400	400,7	2	5	7
5	500	501,0	2	8	10
6	600	601,5	2	13	15
7	700	702,0	1	19	20
8	800	802,3	1	22	23
9	900	902,7	1	26	27

Для возможности сравнения полученных данных мы производили эти динамические испытания над стыками-двойниками, которые в точности соответствовали стыкам, подвергнутым статическим испытаниям. Все испытания проводились при комнатной температуре; было испытано следующее количество стыков (табл. 4).

Таблица 4

Тип рельса	Износ, мм	Число стыков
Ia	0	3
IIa	1	10
"	5	3
IIIa	0	1
"	2	17
"	3	14
"	4	10
"	5	9
Итого		67

#### Сравнение прочности стыков при статических и динамических испытаниях

Исходной величиной, которой мы пользовались при сравнении результатов испытаний по методу проф. Н. М. Беляева [1], явилась работа, совершенная внешними силами при разрушении стыка.

За работу, затраченную на разрушение стыка при ударном испытании, мы принимаем сумму работ за все произведенные удары от первого до разрушающего включительно.

За работу, затраченную на разрушение стыка при статическом испытании, мы принимаем площадь статической диаграммы, измеренную до того предела, за которым значение силы начинало падать.

Сравнение этих работ для некоторых случаев приведено в табл. 5.

Однако сделать заключение, что прочность стыка при ударной нагрузке в два-три раза больше, чем при статической, было бы неправильно. Статическая работа определяется величиной, равной произведению груза на прогиб. При динамической нагрузке суммируются работы отдельных ударов. Эффект такой суммарной работы зависит от числа и силы отдельных ударов.

Поэтому, приведенные в табл. 5 удельные работы при статическом и динамическом действии нагрузки для каждого стыка, взятого отдель-

Таблица 5

Тип рельса	Износ, мм	Число образцов	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Момент инерции, см <sup>4</sup>	Суммарная работа разрушения (кГ/м) при нагрузке:			Работа отнесенная, к					
								площади сечения (кГ/см) при нагрузке			моменту инерции (кГ/см <sup>3</sup> ) при нагрузке:		
					статической			статической			статической		
					максимальной	минимальной	динамической	максимальной	минимальной	динамической	максимальной	минимальной	динамической
Ia	0	3	55,64	1476	1978	1719	6612	3555	3089	11884	134	116	453
IIa	5	3	45,66	1068	1837	1229	5617	4023	2692	12301	172	115	526
IIIa	2	17	41,56	916	1849	937	4511	4449	2255	10855	201	102	492

но, несравнимы между собой. Что же касается величин динамической работы, то они вполне сравнимы, потому что для всех стыков она определена однообразно, то есть как сумма работ, соответствующих ряду ударов с постепенно возрастающей высоты (100, 200, 300 см и т. д.). По этим ударным работам можно судить о прочности отдельных стыков.

Для сравнения прочности каждого стыка при динамической и статической нагрузке мы воспользовались условными статическими грузами  $P$ . Этот груз  $P$  является величиной условной, поскольку динамическое явление качественно отлично и несравнимо со статическим. Несмотря на это, величина груза  $P$  может в известной мере характеризовать способность стыков сопротивляться действию ударных нагрузок.

Метод сравнения по условным статическим грузам основан на следующих двух допущениях [3], [5].

1. Стыки-двойники, из которых один испытывался статически, а другой динамически, вполне однородны и одинаковы по всем характеристикам, вследствие чего при статическом испытании обоих стыков-двойников получаются совершенно одинаковые диаграммы прогиба.

На этом основании при исследовании стыков, испытанных на удар, мы пользуемся диаграммами прогибов, полученными при статическом испытании соответственных стыков-двойников.

2. Зависимость между прогибами и вызывающими их силами обусловлена лишь внутренними свойствами материала и не зависит от того, действует ли нагрузка статически или динамически.

Таким образом, работу  $Q(h+f)$  при падении бабы мы приравняем к работе фиктивного груза  $P$ , действующего статически и изгибающего балку на такую же величину  $f$ , как при ударе бабой.

До предела пропорциональности

$$Q(h+f) = \frac{Pf}{2}$$

На диаграмме (рис. 3) работа  $\frac{Pf}{2}$  до предела пропорциональности равна площади треугольника OAB.

За пределом пропорциональности эта работа равна площади более сложной фигуры, а именно:

$$Q(h+f) = \int_0^f Pdf$$

Абсцисса конечной точки интегрирования представляет собой величину прогиба.

Для определения условных статических грузов мы поступили следующим образом. На диаграмме прогиба, полученной при статическом

испытании, мы строили кривую статической работы, совершенной грузом для изгиба рельса.

Затем полученную диаграмму используем следующим образом: вычислив для первого удара работу бабы  $Q (h + f)$ , ищем ту точку кривой 2, ордината которой равна величине работы первого удара.

Основание ординаты указывает на стрелку прогиба, точка ее пересечения с кривой 1 дает величину условного статического груза  $P$ .

Условные грузы  $P$ , определенные нами экспериментально для каждого стыка, выписаны в табл. 6.

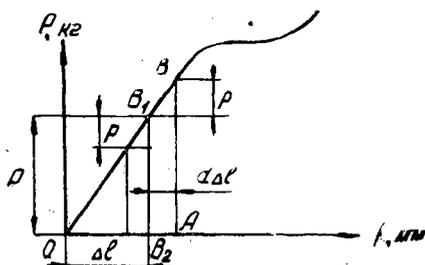


Рис. 3. Кривая зависимости между величиной прогиба  $f$  и статической нагрузкой  $P$ .

Таблица 6

Тип рельса	Износ, мм	Статический разрушающий груз, $T$	Условный статический разрушающий груз, $T$ (при динамических испытаниях)
Ia	0	75,0	69,5
IIa	5	69,0	53,7
IIIa	2	55,0	50,7

Из табл. 6 видно, что разрушающие грузы при статическом и динамическом испытаниях, соответствующие одним и тем же рельсам, неодинаковы по величине. Ударной нагрузке сваренные рельсы сопротивляются хуже, чем статической.

Полученные экспериментальным путем величины испытывают определенные колебания в зависимости от ряда факторов: различных свойств стали, способа изготовления стыков, влияния приборов и т. д.

Следовательно, средние значения напряжения и прогиба представляют собой величины статистического порядка, оценка которых и должна проводиться методами математической статистики.

В качестве частного примера дана табл. 7 для стыков из рельсов типа IIIa с износом 2 мм.

В ней приведены статистические показатели величин, напряжений и прогибов.

Таблица 7

Показатели	Величины статистических показателей при определении	
	напряжений, $кг/см^2$	прогибов, мм
Число наблюдений . . . . .	17	17
Среднее арифметическое с его ошибкой . . . . .	$1612,3 \pm 32,6$	$1,041 \pm 0,019$
Среднее квадратическое отклонение с его ошибкой . . . . .	$134,5 \pm 23,0$	$0,080 \pm 0,013$
Коэффициент вариации (%) с его ошибкой . . . . .	$8,03 \pm 1,48$	$7,67 \pm 1,42$
Показатель точности, % . . . . .	2,02	1,82

Полученные значения основных статистических показателей указывают на достаточную точность проведенных экспериментальных работ.

## Выводы и предложения

Как показали экспериментальные данные, опытные нагрузки предела текучести несколько ниже тех, которые принимаются для рельсовой стали, но разницы не выходят за пределы точности измерения.

На основании 67 опытных диаграмм напряжений, сделанных нами, можно заметить, что в начале нагрузки действительные напряжения для рельсовых стыков меньше теоретических на 8—12%. Это явление мы объясняем следующими причинами.

Сопrotивляемость поверхностного слоя металла в стыке больше сопротивляемости металла, размещенного ниже поверхностного слоя. Верхний слой металла стыка, принимающий на себя основные удары от нагрузки, отличается по физическим свойствам от сердцевины головки рельса, причем можно наблюдать постепенный переход исходного металла (в сердцевине) в наклепанный слой, за которым следует перенаклепанная зона с чрезвычайно мелко раздробленными кристаллами. Эта зона переходит в слой, лежащий на самой поверхности, структура которого совершенно разрушена. Качеством поверхностного слоя и обуславливается некоторое увеличение прочности стыка в начале эксперимента.

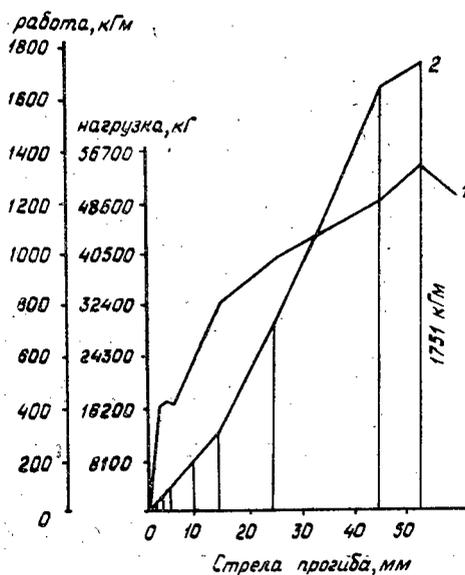


Рис. 4. Кривые статической нагрузки 1 и работы при динамической нагрузке 2 в зависимости от величины прогиба.

Замечено, что поверхностный слой с одинаковой микрогеометрией может иметь различную усталостную прочность в зависимости от условий механической обработки (условий образования верхнего слоя). Поэтому во всех стыках выравнивания напряжений не наблюдалось.

Начиная с 2700—2900  $кг/см^2$  наблюдался сильный рост напряжений, а одновременно и прогибов.

Измерение прогибов подтвердило общую ослабленность стыка. Во всех стыках измеренные прогибы больше теоретических, что характеризует некоторое уменьшение прочности стыка.

Максимальное сближение напряжений имеет место при нагрузке 20 т (для рельса типа Ia), а затем вновь начинается некоторое расхождение, сопровождающееся усиленным ростом деформаций стыка.

Поскольку общая прочность металла в сваренном стыке уменьшается незначительно, можно полагать, что причина его поломки зависит от обработки поверхности сваренного стыка, способствующей развитию усталостных трещин.

На основании такого предположения, мы обследовали процесс поломки непосредственно в пути.

Для этой цели были обследованы участки, уложенные сваренными рельсами на лесовозных железных дорогах Унжспецлеса и Косланской.

Наши наблюдения показали, что сваренный стык не разрушается сразу под поездом, а первоначально в стыках появляется краснота, в месте которой возникают мелкие трещины, которые в дальнейшем развиваются и приводят к излому сваренного стыка.

Разрушение стыков всегда начинается в местах концентрации напряжений в порезах (царапины, шлаковые включения, пустоты, неровности поверхности и т. д.).

Для увеличения усталостной прочности металла в стыке и для ликвидации очагов концентрации напряжений должна быть произведена тщательная механическая обработка стыка (шлифовка, фрезеровка); термическая обработка, главным образом отжиг, с целью уменьшения остаточных напряжений.

Для практической проверки перечисленных рекомендаций в марте 1953 г. на Унженской дороге были уложены 10 стыков, прошедших термическую обработку, 10 стыков, прошедших тщательную механическую обработку, 10 стыков с накаткой в холодном состоянии и 10 стыков с прокаткой в горячем состоянии.

Все эти стыки, уложенные на самом напряженном участке Унженской магистрали у станции Сухаба — Зводная, успешно эксплуатировались до октября 1954 г., не обнаруживая признаков разрушения. В октябре 1954 г. на Косланской ж. д. было уложено 8 стыков, прошедших термическую обработку, 10 стыков, прошедших тщательную механическую обработку, 10 стыков с накаткой в холодном состоянии и 10 стыков с прокаткой в горячем состоянии, которые успешно эксплуатировались на участке Водораздельная — Певью в период с ноября 1954 г. по март 1959 г. без признаков разрушения.

Эти немногочисленные наблюдения, дают возможность надеяться, что мы встали на правильный путь; однако мы далеки от мысли, что эти рекомендации совершенны и не могут быть коренным образом улучшены, если будет поставлен более широкий эксперимент.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. М. Беляев. Сопротивление материалов. 1959. [2]. К. С. Завриев. Динамика сооружений. Трансжелдориздат, 1946. [3]. Е. О. Патон, А. В. Дятков. Ударные испытания электросваренных и клепаных балок. Транспечать, НКПС, 1930.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

СУШКА ЗАГОТОВОК СТУЛА В КОНТЕЙНЕРАХ  
ПОД ПРИЖИМОМ

А. П. КУРНОСОВ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Сушка в заготовках применяется на многих предприятиях, в том числе и на Ленинградской мебельной фабрике № 1.

Эта фабрика получает до 80% сырья артикула 70 и 71 в заготовках из березы или бука с влажностью 50% и выше. Размеры заготовок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование детали	Размеры, мм			Количество заготовок на 1000 стульев	$\frac{Ш}{Т}$
	длина <i>Д</i>	ширина <i>Ш</i>	толщина <i>Т</i>		
Ножка					
задняя . . . . .	980	60	30	2000	2
передняя . . . . .	480	50	30	2000	1,67
" . . . . .	440	37	35	2000	1,06
Царга передняя и боковые . . . . .	440	56	25	3000	2,23
задняя . . . . .	350	56	35	1000	1,5
Проножка и средник . . . . .	440	45	25	4000	1,8
Верхушка . . . . .	350	65	30	1000	2,15

Примечание. В таблице приведены данные для двух типов ножек — плоских и квадратных; в дальнейшем расчеты даются для обоих вариантов.

На 1-ой мебельной фабрике укладкой и разборкой сушильных штабелей занимается 16 рабочих, общий фонд зарплаты которых составляет около 17,5 тыс. руб. в год. Укладка штабелей производится вручную непосредственно в камерах в очень тяжелых условиях. На фабрике имеется 22 сушильных камеры различных систем длиной 6 м и шириной 3 м. Штабели в них располагаются в два ряда. Камеры длительное время (более суток) простаивают под погрузкой и разгрузкой, что ведет к снижению производительности сушильного цеха. Вот почему разработка средств механизации укладки, транспортировки и разборки сушильных штабелей из коротких заготовок является крайне нужной и важной.

Современные методы сушки в заготовках сопровождаются большими потерями древесины вследствие ее коробления. Известно, что от 70

до 80% заготовок имеют ту или иную степень коробления, а стрела прогиба превышает допустимую в два и более раза. Особенно подвержена короблению древесина бука, которую в основном и получает фабрика по кооперации от заводов-заготовителей. По данным фабрики, при сушке буковых заготовок брак достигает 12% и более. Отбракованные заготовки идут в переработку на заготовки меньших сечений; при этом теряется до 50% древесины.

При плане изготовления 150 тыс. стульев в год потери от коробления составят приблизительно 90 м<sup>3</sup> древесины.

В раскройном цехе часто идут на завышение припусков на обработку, чтобы увеличить выход годных заготовок после сушки. Это также ведет к нерациональному использованию древесины.

Одной из причин низкого коэффициента использования существующих автоматических станочных линий в деревообработке (фабрика им. Боженко, Киевский ДОК и др.) является подача в линии покоробленных заготовок, что вызывает необходимость тщательной базировки их и установки в линию двух последовательно работающих фуговальных станков (линии АЛ-11).

В связи с существующим положением создание условий для резкого уменьшения коробления заготовок при сушке является актуальной задачей деревообрабатывающей промышленности.

Известно, что прижим заготовок во время сушки ведет к резкому уменьшению деформации. Если, кроме того, устранить влияние горизонтальных прокладок, брак по короблению еще уменьшится. В связи с этим, нами выполнена работа по созданию контейнера для сушки, конструкция которого позволяет осуществить прижим деталей и автоматизировать укладку и разборку штабелей.

Предусматривается сушка заготовок, уложенных по пласти вертикальными рядами без горизонтальных прокладок: между рядами остаются только вертикальные шпации.

Этот метод мы испытали применительно к заготовкам деталей столярного стула, так как размеры их более или менее установились, и при массовом выпуске стульев они изготавливаются в больших количествах.

Экспериментальная часть работы проводилась на Ленинградской мебельной фабрике № 1.

Сушильный контейнер (рис. 1) представляет собой каркас из угловой стали 1 в размер камеры по ширине и высоте (1300 × 2200). Длина контейнера определяется максимальной длиной заготовок (см. табл. 1) и равна 1100 мм. Задние ножки укладываются по одной, а все другие детали — по две в ряду. Контейнеры разделены вертикальными прокладками 2 шириной 30—40 мм, на несколько отсеков, в которые заготовки укладываются по пласти одна на одну без горизонтальных прокладок. Вертикальные прокладки образуют вертикальные шпации, по которым проходит горячий воздух во время сушки; поэтому контейнерная сушка возможна только в камерах с вертикальной циркуляцией воздуха.

При загрузке контейнера заготовки подаются толкающим движением вверх (используется механический или пневматический привод). От падения они удерживаются упорами 3. Контейнер при загрузке помещается на ролики гравитационного конвейера 6, по которым перемещается после заполнения ряда.

Для прижима заготовок во время сушки применяются пружины 4, (две штуки на один или два-три ряда), изготовленные из двух пластин с резко разняющимися коэффициентами температурного расширения

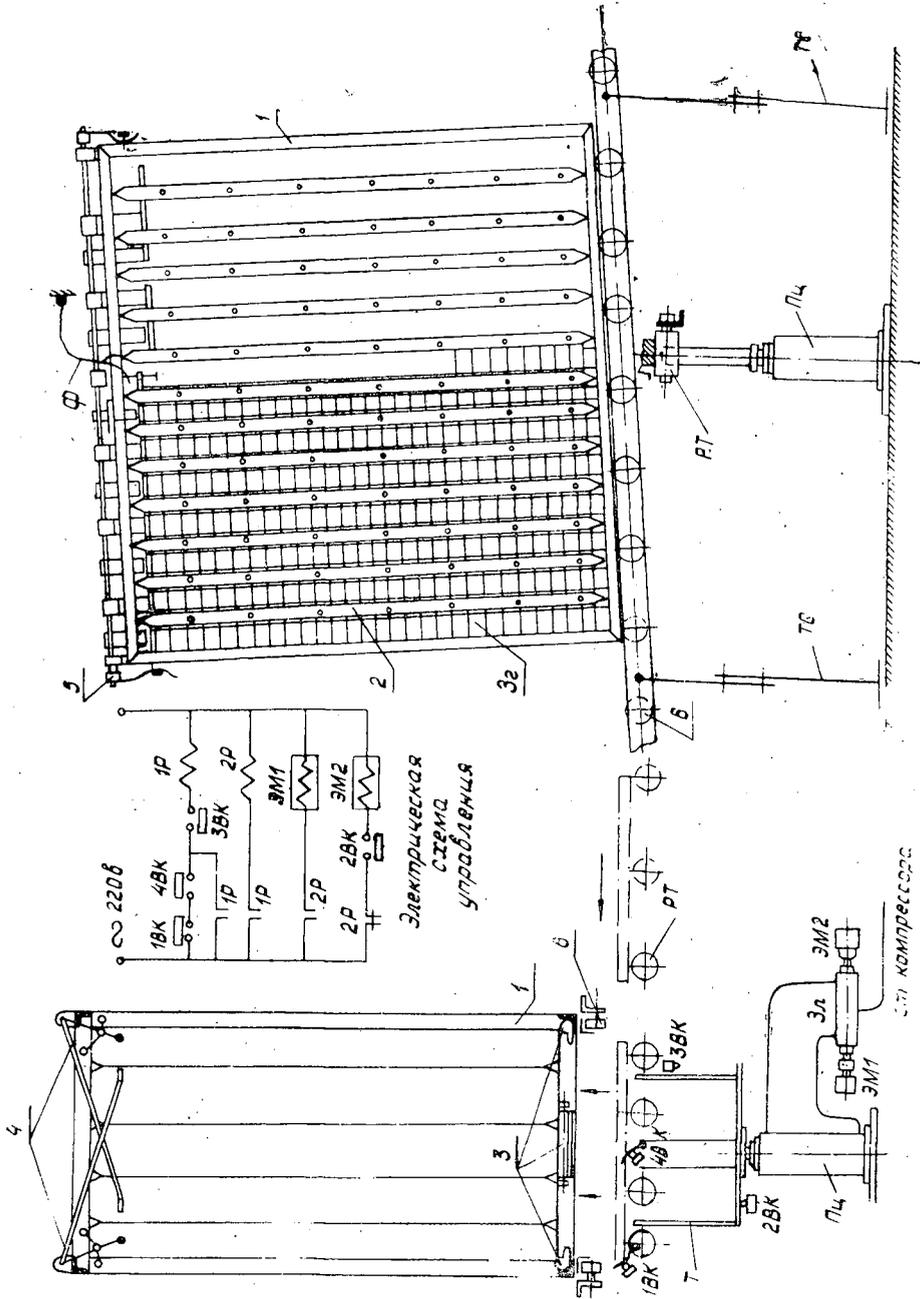


Рис. 1. РТ — ролики транспортера; Т — толкатель; П — пневмоцилиндр; Зг — золотник; ТС — телескопические стойки; Зг — заготовки; Ф — фиксатор.

(пружинная сталь и инвар). Сила прижатия каждого ряда регулируется поворотом валика 5, на котором крепятся пружины. Начальный прижим пружин на один ряд устанавливается в пределах 40—50 кг и во время загрузки контейнера поддерживается автоматически.

При нагреве биметаллическая пружина изгибается и в значительной мере компенсирует изменение высоты каждого ряда, получающееся в результате усушки, сохраняя до конца сушки усилие прижима не менее 30 кг.

Величина искривления пружин  $x$  в зависимости от температуры  $t$  камеры определяется по формуле

$$x = \frac{l_0 + \Delta l}{2\Delta l} (\delta_1 + \delta_2) \left( 1 - \cos \frac{2\Delta l}{\delta_1 + \delta_2} \right) \text{ мм},$$

где  $l_0$  — длина пружины, равная 500 мм;

$\Delta l$  — относительное удлинение, мм;

$$\Delta l = l_0 [(1 - \alpha_2 t) - (1 - \alpha_1 t)] = l_0 t (\alpha_1 - \alpha_2),$$

$\alpha_1$  — коэффициент температурного расширения инвара;

$\alpha_2$  — то же пружинной стали;

$\delta_1$  — толщина пластины инвара;

$\delta_2$  — толщина стальной пружины.

Эта конструкция прижимов может быть применена и при сушке в штабелях.

Сушка в контейнерах с прижимом заготовок создает условия для сохранения их формы неизменной и обеспечивает устойчивость штабеля при транспортировке.

При исследовании относительной производительности сушильных камер для сушки заготовок в контейнерах мы рассматривали каждый ряд заготовок, уложенных по пласти, как одну доску, толщина которой равна ширине заготовки. Такое допущение не учитывает неплотностей между заготовками, через которые может испаряться влага из пор, расположенных по пласти.

С одной стороны, увеличение толщины заготовок при сушке (сушка по ширине) ведет к возрастанию времени сушки, с другой стороны — сушка без горизонтальных прокладок ведет к большему заполнению камер, то есть к повышению объемного коэффициента  $K_{об}$ .

В табл. 2 показан результат подсчета производительности камер при сушке в контейнерах  $\Phi_2$  и при сушке обычным методом  $\Phi_1$ . Расчеты производились по нормативам, разработанным ЦНИИМОДом.

В графах 4 и 5 подсчитаны объемные коэффициенты  $K_{об_1}$  и  $K_{об_2}$ , равные произведению коэффициентов заполнения камеры по ширине  $K_{ш}$ , длине  $K_{д}$  и высоте  $K_{в}$ .

$$K_{об} = K_{ш} \cdot K_{д} \cdot K_{в}.$$

Коэффициенты заполнения по длине и ширине для обоих исследуемых случаев приняли одинаковыми и соответственно равными 1,0 и 0,65.

Коэффициент заполнения по высоте  $K_{в}$  определяли, применяя постоянные по величине прокладки толщиной 25 мм

$$K_{в} = \frac{T}{25 + 1,08T}.$$

Для сушки без прокладок

$$K_{в} = \frac{T}{1,08T}.$$

где  $T$  — толщина материала (заготовок).

Таблица 2

Толщина $T$ , мм	Ширина $Ш$ , мм	$\frac{Ш}{T}$	Объемные коэффициенты		$K_{об_2}$ $K_{об_1}$	Продолжительность сушки, сут		$P_2$ $P_1$	Производительность камер, м <sup>3</sup>		$\frac{\Phi_2}{\Phi_1}$
			$K_{об_1}$	$K_{об_2}$		$P_1$	$P_2$		$\Phi_1$	$\Phi_2$	
22	22	1	0,249	0,514	2,06	5,8	8,8	1,52	530	850	1,6
22	30	1,34				6,5	11,7	1,82	490	635	1,3
22	40	1,61				6,8	16	2,32	466	470	1,02
22	50	2,26				7,8	20	2,52	417	375	0,9
22	60	2,75				8,2	26	3,16	396	290	0,7
30	30	1	0,289	0,514	1,79	7,8	11,7	1,51	485	640	1,32
30	40	1,32				8,8	16,0	1,82	435	470	1,08
30	50	1,66				9,2	20	2,18	418	389	0,92
30	60	2,0				9,6	26	2,6	400	288	0,72
30	70	2,3				10	32,5	3,25	388	232	0,6
40	40	1	0,325	0,514	1,6	10,5	16	1,52	415	470	1,13
40	50	1,25				11,7	20	1,7	375	375	1,0
40	60	1,5				13,2	26	1,97	340	288	0,85
40	70	1,75				13,5	31,5	2,4	330	240	0,73
40	80	2,0				14,5	40	2,76	320	288	0,6
50	50	1	0,35	0,514	1,48	13,3	20	1,52	356	375	1,05
50	60	1,2				15,0	26,0	1,7	322	290	0,9
50	70	1,4				16,5	12,5	1,97	290	230	0,8
50	80	1,6				17,0	40	2,36	284	188	0,65
60	60	1	0,369	0,514	1,4	17	26	2,52	298	290	0,97
60	70	1,17				19	32,5	1,7	270	230	0,85
60	80	1,33				21,0	40,0	1,9	245	188	0,77
70	70	1	0,383	0,514	1,25	21,5	32,5	1,52	250	230	0,92
70	80	1,14				24	40	1,65	224	188	0,83

Отношение  $\frac{K_{об_2}}{K_{об_1}}$  (графа 6) показывает относительную степень заполнения камер при контейнерной сушке и сушке обычным методом. Время сушки в сутках  $P_1$  и  $P_2$  (графы 7 и 8) подсчитывалось для буковых заготовок при начальной влажности 50% и конечной 9% и сушке в камерах со слабой циркуляцией при вертикальном потоке воздуха.

В графах 10 и 11 показана производительность камер объемом 44 м за 335 дней для обоих методов сушки.

Время простоев камер при загрузке и разгрузке при обычном методе сушки равно 0,5 сут\*, а при сушке в контейнерах — 0,1 сут.

По данным табл. 2 построен график (см. рис. 2), который показывает, как меняется отношение производительности камер  $\frac{\Phi_2}{\Phi_1}$  от изменения отношения ширины заготовок к толщине  $\left(\frac{Ш}{T}\right)$  при различной толщине заготовок.

Производительность камер при сушке заготовок в контейнерах будет зависеть как от отношения  $\frac{\Phi_2}{\Phi_1}$ , так и от количества (в процентах)

заготовок отдельных деталей, разнящихся отношением  $\frac{Ш}{T}$  к общему числу потребных заготовок на стул. Эти данные представлены в табл. 3.

По данным таблицы был подсчитан средний процент потерь.

\*. Взято из фактических данных Л-ой мебельной фабрики.

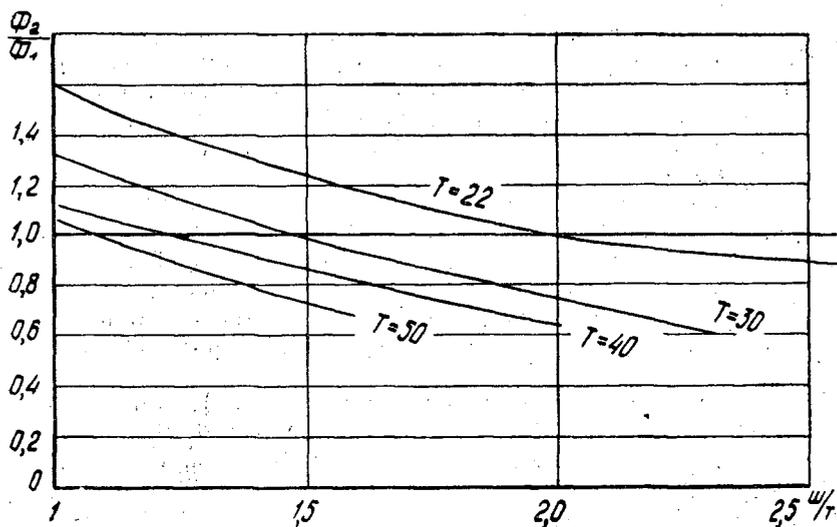


Рис. 2.

При сушке в контейнерах комплекта стула с передними ножками размером  $50 \times 30$  мм средняя величина потерь производительности камер будет составлять 11%, а в случае сечения передних ножек  $37 \times 35$  мм — 3%.

Таблица 3

Размер заготовок, см	$\Phi_2/\Phi_1$	Количество заготовок на 1000 стульев	Процент заготовок к общему числу заготовок на 1000 стульев
30×60	0,72	2000	16
30×65	0,68	500	4
30×50	0,92	2000	16
35×56	0,96	1000	8
25×56	0,9	3000	24
25×45	0,96	4000	32
35×37	1,4	2000	16

В результате проведенного теоретического исследования можно сказать следующее.

Сушка в контейнерах может быть применена и рекомендована только для заготовок с сечениями, близкими к квадрату.

Потери производительности камер при сушке заготовок стула в контейнерах составляет от 3 до 11%, что может окупиться выгодами, связанными с механизацией операций по укладке и разборке штабелей и экономией древесины.

Нами был также поставлен опыт сушки заготовок в контейнерах под прижимом.

В контейнер высотой 2,2 м, шириной 1,3 и длиной 1 м укладывались буковые заготовки средника театрального кресла размером  $50 \times 30 \times 500$  мм в количестве 1406 шт. Контейнер устанавливался в камеру системы Грум-Гржимайло. Заготовки до сушки практически не имели коробления. Начальная влажность их до опыта в среднем составляла 48%. Заготовки (по 58 шт.) укладывались по пласти вертикальными рядами (без горизонтальных прокладок) с расстоянием между

ними в 35 мм и прижимались грузом 15 и 30 кг на ряд. Часть рядов заготовок была оставлена без прижима для сравнения. Сроки сушки в контейнере сравнивались со сроками сушки заготовок в штабелях, уложенных обычным способом и имеющих приблизительно ту же среднюю начальную влажность; относительная влажность их замерялась через каждые 2—3 дня.

Не претендуя на выявление всех факторов, связанных с сушкой древесины в контейнерах, этот опыт ставил ограниченные задачи — сравнить степень коробления при сушке в контейнерах и без них.

В результате опыта было установлено следующее.

Для достижения конечной влажности, равной 9%, при очень мягких режимах в штабелях с прокладками сушка продолжалась 13 дней, а в контейнерах — 15 дней.

Из 232 заготовок (четыре вертикальных ряда), прижатых грузом 30 кг, имели коробление шесть заготовок, то есть 2,6%.

В рядах, не прижатых грузом, брак по короблению составлял 15%.

Проверкой количества выбракованных заготовок средника театрального кресла при укладке в обычных штабелях было установлено, что брак по короблению в одной партии достиг 25% (110 заготовок из 445), а в среднем составляет 12% (250 деталей из 2078).

После сушки в заготовках измерялась стрела прогиба по высоте, определялась крыловатость и скошенность по торцу.

В рядах, прижатых грузом, подавляющее большинство заготовок (90%) имеют стрелу прогиба как по ширине, так и по высоте в пределах 0—1 мм. Характерным является полное отсутствие брака по короблению в заготовках, расположенных ближе к основанию контейнера, что говорит о необходимости дальнейших исследований по установлению оптимального прижима. Равномерность сушки по сечению и длине не выходила за пределы допустимых отклонений.

Определения внутренних напряжений после сушки не проводились, хотя наблюдения за заготовками в процессе их дальнейшей обработки велись; деформаций, вызываемых внутренними напряжениями, замечено не было.

Этот опыт не является исчерпывающим, но предварительные результаты показывают возможность сушки в контейнерах под прижимом и создают реальные предпосылки к созданию простых механизмов для механической укладки и разборки штабелей, что обеспечит сушку заготовок с меньшим короблением.

Поступила в редакцию  
21 августа 1961 г.

## ДИСТАНЦИОННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ В КОНЦЕ СУШКИ

**Я. Л. ПОРТНОВ**

Зав. лабораторией автоматизации, кандидат технических наук

**В. Г. РОМАНОВ**

Младший научный сотрудник

(Свердловский научно-исследовательский институт переработки древесины)

Автоматизация контроля и регулирования процесса сушки имеет большое значение для улучшения ее качества, повышения производительности сушилок, облегчения условий труда и сокращения обслуживающего персонала.

В последнее время появился ряд регуляторов, обеспечивающих автоматическое поддержание заданного режима по температуре «сухого» и «мокрого» термометров.

Задание температур «сухого» и «мокрого» термометров должно находиться во взаимосвязи с влажностью древесины в камере [4], [5]; однако до настоящего времени еще не разработан метод дистанционного определения влажности древесины в процессе сушки, которая ведется почти вслепую, так как данные о влажности древесины очень запаздывают, что сказывается на качестве сушки.

Помимо этого, освободив обслуживающий персонал от контроля и регулирования температуры и влажности агента сушки, мы все же не имеем возможности сократить количество лаборантов и облегчить условия их труда, так как даже при наличии автоматических регуляторов необходимо входить в камеру и отпиливать образцы для определения влажности.

Сейчас, в связи с внедрением высокотемпературной сушки, вхождение в камеру стало еще более опасным для здоровья.

В этих условиях дистанционное определение влажности древесины, находящейся в камере, приобретает особое значение. Это та последняя задача, которую требуется решить для завершения комплексной автоматизации контроля и регулирования процесса сушки и создания самонастраивающегося (в зависимости от влажности древесины) регулятора режимов сушки.

Вопросом дистанционного определения влажности древесины в процессе сушки занимаются многие советские и зарубежные ученые.

Одним из путей, по которому ведутся исследования, является определение электропроводности древесины. Зависимость электрического сопротивления ее от влажности в общем виде выражается степенной функцией [1]

$$R_x = \frac{A}{WK},$$

где  $R_x$  — электрическое сопротивление древесины;  
 $W$  — влажность древесины;  
 $A, K$  — положительные постоянные, зависящие от исследуемого материала и условий измерения.

График этой функции представляет собой кривую с очень большой крутизной при низкой влажности. В связи с этим указанную функцию обычно вычерчивают в полулогарифмических координатах  $\lg R_x, W$  и по данным  $\lg R_x$  судят о величине влажности.

Однако метод определения влажности по электропроводности имеет ряд недостатков, которые особенно сказываются при попытках применить его для дистанционного контроля влажности пиломатериалов, находящихся в камере.

На величину сопротивления, помимо влажности древесины, влияет ее температура, которая в процессе сушки систематически меняется. Этот фактор является основным источником погрешностей. Известно [3], [4], [6], что с повышением температуры электрическое сопротивление уменьшается и изменение температуры может вызвать ошибку в определении влажности древесины до  $\pm 10\%$ . Устранить погрешности путем введения температурной поправки практически очень трудно, так как надо знать температуру внутри доски, для чего рядом с датчиком электрического сопротивления необходимо устанавливать внутри доски датчики температуры и дистанционно определять их показания.

Существенное влияние на величину электрического сопротивления древесины оказывают отклонения в ее химическом составе и структуре. Известно [6], что сопротивления заболонных и ядровых пиломатериалов при одной и той же влажности значительно отличаются друг от друга.

Источником ошибок является неравномерность распределения влаги в древесине.

Состояние контакта между рабочим органом датчика (иглами, ножами и т. д.) и древесиной также может быть источником ошибок.

Введение поправок на эти источники погрешностей или очень трудно или вообще невозможно. Однако метод определения влажности древесины по ее электропроводности очень прост и позволяет быстро производить измерения.

В связи с этим был поставлен вопрос: нельзя ли, не усложняя этого метода, найти способ уменьшения его погрешностей?

В результате анализа факторов, влияющих на электропроводность древесины, нами было выдвинуто предположение, что действие большинства этих факторов будет автоматически исключаться, если судить о влажности древесины не по величине  $\lg R_x$ , а по разности логарифмов сопротивлений в отрезанном от доски образце и в середине оставшейся части. Предположение это основывалось на следующих соображениях: если образец достаточно мал по сравнению с оставшейся частью доски, то он высохнет значительно быстрее, чем доска, а поэтому через определенное время сушки электрическое сопротивление в образце станет изменяться только за счет переменных факторов в камере, которые будут в одинаковой мере влиять как на величину сопротивления в образце, так и на величину сопротивления в доске.

Наряду с этим, при нахождении разности логарифмов сопротивлений в образце и доске, будет исключено влияние неоднородности по химическому составу и структуре древесины, так как образец и доска,

по всей вероятности, будут достаточно близки друг к другу и по химическому составу и по структуре. В связи с выдвинутым предположением были поставлены следующие задачи:

1) выяснить влияние перечисленных факторов на электропроводность древесины для того, чтобы сделать окончательный вывод о возможности применения метода электропроводности древесины для дистанционного контроля влажности пиломатериалов в камере;

2) проверить правильность выдвинутой гипотезы в производственных условиях и сделать выводы о возможности применения этого метода для дистанционного контроля влажности пиломатериалов в камере.

Для решения этих задач была смонтирована специальная установка, состоящая из 10 датчиков электрического сопротивления древесины, подключающего устройства из 10 тумблеров и регистрирующего прибора. Примененные нами датчики электрического сопротивления древесины (рис. 1) несколько отличаются от игольчатых датчиков конструкции ЦНИИМОДа. Для более точного определения влажности в глубине доски и уменьшения влияния пониженной влажности поверхностных слоев, длина игл была увеличена до 15 мм; с целью повышения прочности иглы были утолщены до 2 мм и подвергнуты термической обработке.

Для измерения сопротивлений применен переносный тераомметр типа МОМ-4 таллинского завода.

Принцип работы тераомметра заключается в том, что измеряемое сопротивление присоединяется к известному калиброванному сопротивлению, образуя делитель, питаемый от стабилизированного источника напряжения.

Из получаемого в результате деления напряжения при помощи усилителя и прибора непосредственного отсчета определяется величина измеряемого сопротивления. Чтобы уменьшить влияние сопротивления изоляции подводящих проводов на результаты замеров, провода от каждого из датчиков были разведены в разные кабели. Для решения первой из поставленных задач были проведены следующие опыты.

Из получаемого в результате деления напряжения при помощи усилителя и прибора непосредственного отсчета определяется величина измеряемого сопротивления. Чтобы уменьшить влияние сопротивления изоляции подводящих проводов на результаты замеров, провода от каждого из датчиков были разведены в разные кабели. Для решения первой из поставленных задач были проведены следующие опыты.

В пластъ доски на расстоянии 200 мм друг от друга устанавливали 10 датчиков. Доска вместе с датчиками помещалась в сушильную камеру. В процессе сушки один раз в сутки определялось сопротивление по каждому датчику, после чего из тех мест, где они стояли, выпиливались образцы для определения влажности, а датчики размещались на оставшейся части доски таким же образом, как и ранее.

Перестановка датчиков производилась каждые сутки до тех пор, пока опытная доска не использовалась полностью. После окончания одного опыта точно по такой же методике проводился другой и т. д.

Таким образом накапливались данные по зависимости электрического сопротивления древесины от ее влажности при различных условиях.

Условия каждого из замеров были действительно различны, так как в процессе опытов систематически изменялась температура, специально подбирались различные доски (или ядровые, или заболонные, или промежуточные). Результаты замеров показали, что все перечис-

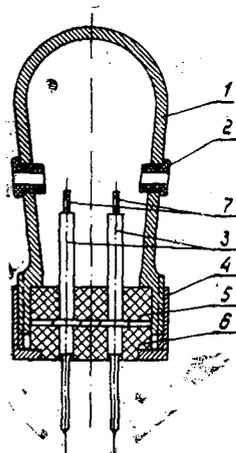


Рис. 1. Датчик электрического сопротивления древесины.

1 — корпус; 2 — гетинаксовые пробки; 3 — иглы; 4 — затяжное кольцо; 5-6 — гетинаксовые изоляторы; 7 — гнезда для пайки проводов.

ленные факторы оказывают настолько сильное влияние на величину электрического сопротивления древесины, что практически невозможно установить достаточно точной связи между влажностью древесины в камере и ее электропроводностью.

Для решения второй поставленной задачи использовалась эта же установка. Опыты проводились следующим образом.

От доски с торца отрезался образец шириной 100 мм. Один игольчатый датчик вставлялся в пластъ доски, а второй — в пластъ отрезанного от нее образца. Датчики устанавливались так, чтобы древесные волокна были параллельны плоскости осей обеих игл, а расположение годовых колец в образце и доске относительно игл датчиков было одинаковым.

Опытные доски укладывались в верхней, средней и нижней частях штабеля. Образцы размещались у торца соответствующей опытной доски с разрывом 10—20 мм.

После закатки штабеля в сушильную камеру провода обоих датчиков с помощью разъемника подсоединялись к стационарной измерительной цепи.

В результате опытов установлено, что образцы быстро (в течение 40—50 час) высыхают и приобретают равновесную влажность, доски же сохнут значительно медленнее, и для достижения устойчивой влажности в этом случае требуется больший промежуток времени. Кривые изменения  $\lg R_x$  в процессе сушки для образца и сосновой доски приведены на рис. 2, а.

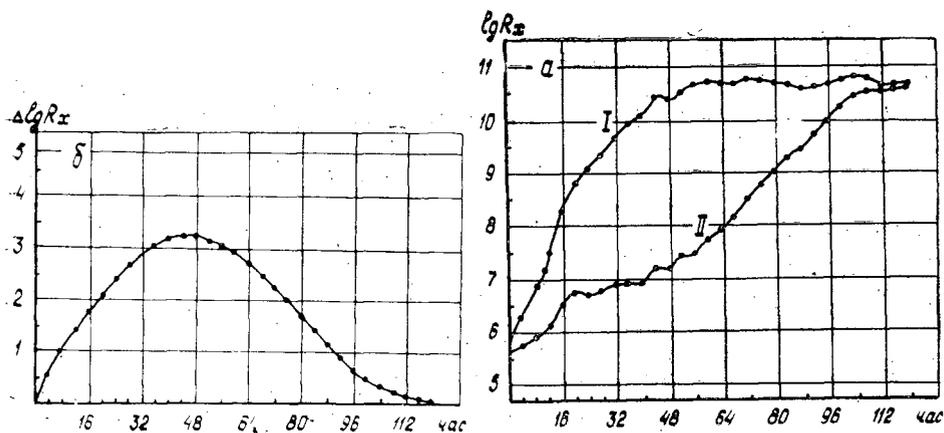


Рис. 2. Динамические кривые сушки.

а — изменение  $\lg R_{об}$  (I) и  $\lg R_{доски}$  (II); б — изменение  $\Delta \lg R_x = \lg R_{обр} - \lg R_{доски}$ .

Вычисляя разность логарифмов по данным на рис. 2, а видим, что величина разности ( $\lg R_{образца} - \lg R_{доски} = \Delta \lg R_x$ ) сначала возрастает в течение первых 40—50 час достигает максимума, а затем убывает до нуля (см. рис. 2, б).

Из рис. 2, а и 2, б видно, что в первые 40—50 час сушки с изменением сопротивления в доске одновременно, по определенному закону, изменяется сопротивление в образце (то есть влажность изменяется как в образце, так и в доске).

Установлено, что определение влажности древесины в этот период сушки с достаточной точностью невозможно.

После того как образец на последней ступени режима сушки достиг-

нет равновесной влажности, изменение влажности древесины в доске будет оказывать основное влияние на величину  $\Delta \lg R_x$ .

Данные исследований (см. рис. 3) говорят за то, что при нахождении величины  $\Delta \lg R_x$  влияние перечисленных факторов, в основном, уничтожится и, начиная с того момента, когда образец достигнет равновесной влажности, соответствующей температуре ( $t^\circ \text{C}$ ) и влажности воздуха ( $\varphi\%$ ) последней ступени режима, по величине  $\Delta \lg R_x$  с точностью  $\pm 1,5\%$  можно будет судить о влажности древесины в камере.

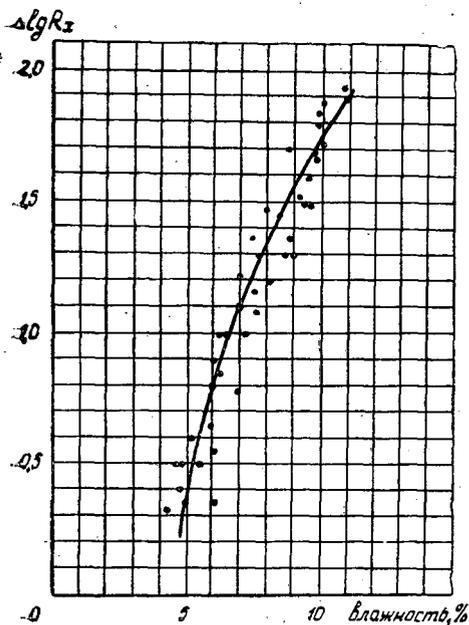


Рис. 3. График зависимости влажности древесины сосны от разности логарифмов электрических сопротивлений в образце и доске.

вопрос о конечном режиме обработки пиломатериалов в камере.

Таким образом, данный способ определения влажности пиломатериалов в конце сушки позволяет, не заходя в камеру, определять момент готовности материала — конец сушки и режим конечной обработки.

Описанный метод применяется на лесосушилке Свердловского мебельного комбината для оперативного контроля влажности древесины в конце сушки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. А. Берлинер. Электрические методы и приборы для измерения и регулирования влажности. Госэнергоиздат, М.-Л., 1960.
- [2]. М. Д. Бывших. Об автоматизации процессов сушки. «Деревообрабатывающая промышленность» № 1, 1961.
- [3]. Н. А. Першанов. Электронный влагомер ЭВ-8-100. Филиал ВИНТИ, М., 1959.
- [4]. П. С. Серговский. Гидротермическая обработка древесины. Гослесбумиздат, Л., 1958.
- [5]. П. В. Соколов. Сушка древесины. Гослесбумиздат, М., 1959.
- [6]. D. D. Johnston, R. X. Wynands. Determination of moisture in Limber (a comparison of Electrical Resistance and oven-Drying Methods). Journal «Wood», november, 1958.

Поступила в редакцию  
10 ноября 1961 г.

**ПЛИТЫ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ****В. Н. ПЕТРИ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

**И. П. ПЕРМИКИН**

Инженер

(НИИ по строительству Академии строительства и архитектуры СССР)

В настоящее время общее количество отходов деревообработки в стране составляет около 110 млн. м<sup>3</sup> в год, в том числе стружек 14 млн. м<sup>3</sup> и опилок более 30 млн. м<sup>3</sup>. Значительная часть их до сих пор еще не используется. Между тем даже из опилок можно получать высококачественные плиты.

Изготовление плит из древесных частиц основано на склеивании их синтетическими смолами или другими связующими. Чаще всего для этой цели применяют карбамидные смолы. При производстве плит из древесных частиц с использованием карбамидных смол необходимо, чтобы к концу прессования концентрация водородных ионов (рН) в смоле находилась в пределах от 5 до 6 [4]. Это достигается путем введения в нее отвердителей (хлористого или сернокислого аммония, шавелевой, уксусной, лимонной, молочной и других кислот).

Добавка шавелевой или других кислот ускоряет процесс отверждения смолы уже при комнатных температурах. Поэтому в случаях горячего прессования плит обычно применяется хлористый или сернокислый аммоний в количестве 1—1,5% к весу смолы. Действие этих отвердителей основано на их способности вступать в химическое соединение со свободным формальдегидом смолы; выделяющаяся свободная кислота способствует ее отверждению [2]. Этот процесс ускоряется с повышением температуры.

В промышленных условиях при использовании карбамидных смол с отвердителем всегда приходится принимать меры предосторожности, чтобы предотвратить преждевременное отверждение связующих: охлаждать древесные частицы после их сушки; готовить смесь смолы с отвердителем непосредственно в цехе небольшими порциями, необходимыми для работы в течение 1—2 часов; периодически промывать трубопроводы и форсунки, служащие для распыления клея; охлаждать поддоны и прокладки; обеспечивать быструю загрузку прессмассы в горячий пресс и скоростной подъем давления в нем. Несмотря на все старания производителей, очень часто из-за преждевременного отверждения смолы плиты получаются с рыхлыми, осыпающимися поверхностями и, следовательно, с пониженной прочностью и повышенной способностью впитывать воду. В случае остановки оборудования

даже на 2—3 часа приготовленная смесь древесных частиц с карбамидной смолой и отвердителем уже становится непригодной.

Для устранения преждевременного отверждения карбамидной смолы можно снижать температуру прессования в горячем прессе (о чем уже упоминалось ранее), но это весьма нежелательно, так как уменьшает производительность пресса. Можно использовать и другие средства [2], [9].

Авторы статьи предлагают (как один из возможных вариантов) применять нейтральную смолу — без отвердителя. Отверждение смолы в данном случае будет происходить за счет высокой температуры и потенциальных отвердителей, выделяющихся из самой же древесины при температуре выше 100° в виде уксусной, муравьиной и других кислот [4], [8], [10]. В. Н. Козлов и Г. П. Крымский [3] пишут, что при температуре 125° из сосновых опилок выделяется 0,3% и из березовых — 1,34% кислот к весу абс. сухой древесины. Следовательно, в этом варианте, сочетая два технологических процесса (пьезотермический и склеивание древесных частиц карбамидной смолой), теоретически возможно при определенных режимах прессования получать высококачественные плитные материалы из опилок с относительно небольшой добавкой в них синтетической смолы, не содержащей отвердителя.

Авторы статьи провели лабораторные и производственные опыты по изготовлению плит из древесных частиц на карбамидной смоле МФ-17 без отвердителя.

Сырые сосновые опилки рассеивались по фракциям на вибросите и высушивались в сушильном шкафу при температуре 100—115° до влажности 6—8%; от кондиционных (по влажности) опилок повторно отсеивалась пыль.

Для выяснения влияния уксусной, муравьиной и других кислот (образующихся при гидролизе и пиролизе нагреваемой древесины) на кислотность опилок, определялась концентрация водородных ионов водных вытяжек из опилок, подвергавшихся воздействию разных температур. Для этого 10 г опилок заливались 100 г дистиллированной воды и выдерживались при разной температуре в течение четырех часов; после фильтрования определялась концентрация водородных ионов (по стандартной методике). Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п.	Древесина	Температура сушки опилок, °С	Температура смеси опилок с водой, °С	Концентрация водородных ионов рН в водных вытяжках из древесины
1	Опилки сосновые	20	60	6,3
2	" "	100	100	4,6
3	" "	120	100	4,4
4	" "	20	120	4,1
5	Опилки березовые	20	(в автоклаве) 60	6,8
6	" "	120	100	5,3

Как видно из таблицы, наименьшая концентрация водородных ионов оказалась в водных вытяжках из древесных опилок, подвергнутых воздействию температуры 120° С. Следовательно, при такой температуре в древесине образуется некоторое количество кислот (происходит подкисление опилок).

В конденсате, выделившемся в процессе сушки сосновой древесины перегретым паром ( $t=120^\circ$ ) при атмосферном давлении, когда температура внутри древесины достигла  $113^\circ$ , концентрация водородных ионов оказалась равной 4.

В течение всего времени сушка березовой древесины ( $t=140^\circ$ ) рН в конденсате не поднималась выше 4,0—4,5. Эти опыты свидетельствуют о том, что при высокой температуре из древесины выделяются не только вода и скипидар [7], но и некоторое количество органических кислот. Тот факт, что при воздействии высокой температуры и давления происходит подкисление опилок, был проведен еще и следующим опытом: в сосновые опилки, которые прессовались в прессе БКК-200-М при температуре  $150^\circ$  и давлении  $25 \text{ кг/см}^2$ , закладывалась индикаторная бумажка. По окончании прессования неохлажденная плита разламывалась, а индикаторная бумажка сразу же сравнивалась со стандартной шкалой. Цвет ее был красным и соответствовал концентрации водородных ионов рН-4. Следовательно, можно считать доказанным, что во время горячего прессования плит из древесных частиц внутри прессмассы создается кислая среда, которая может действовать как катализатор, ускоряющий процесс отверждения карбамидной смолы, даже если последняя имеет нейтральную или слабощелочную реакцию.

В лабораторных опытах сухие опилки ( $W=6 \div 8\%$ ), просеянные через сито с отверстиями размером  $2,5 \times 2,5 \text{ мм}$ , но оставшиеся на сите с отверстиями размером  $1 \times 1 \text{ мм}$ , смешивались (распылением) с 10% карбамидной смолы МФ-17 в смесителе конструкции ЦНИИМОДа; а смола имела нейтральную реакцию; отвердитель не добавлялся. Прессование производилось в гидравлическом 200-тонном лабораторном прессе типа БКК-200-М, дополнительно оборудованном двумя плитами с электрообогревом, между которыми запрессовывалась изготавливаемая древесно-опилочная плита.

Температура верхней и нижней плит пресса измерялась термопарами, вмонтированными внутрь их; показания ЭДС термопар определялись пирометрическим милливольтметром типа МСЦПр-654. Замер температуры внутри изготавливаемой плиты производился медноконстантановой термопарой; ЭДС ее определялась электронным автоматическим показывающим потенциометром типа ЭПВ-01 с вращающимся циферблатом.

Для придания плитам из опилок гладкой ровной поверхности использовались прокладки — полированные листы из нержавеющей стали толщиной 2 мм. Плиты прессовались в металлической коробке, исключающей осыпание опилок с кромок; размер их был  $300 \times 300 \times 20 \text{ мм}$ .

Для определения механической прочности из плит выпиливали по 7 образцов размерами  $300 \times 40 \times 20 \text{ мм}$ , которые испытывались на статический изгиб на универсальной машине Амслера. В первых двух сериях опытов определялась прочность плит в зависимости от температуры прессования. Результаты опытов приведены в табл. 2 и на рис. 1.

Коэффициент корреляции, показывающий зависимость предела прочности плит при статическом изгибе от температуры прессования в первой серии опытов равен 0,94, а показатель достоверности его — 23, на основании этого можно сделать вывод, что прочность плит всегда будет возрастать с увеличением температуры прессования (в пределах от  $105$  до  $155^\circ$ ). Поэтому оптимальной температурой прессования следует считать  $155$ — $160^\circ$ .

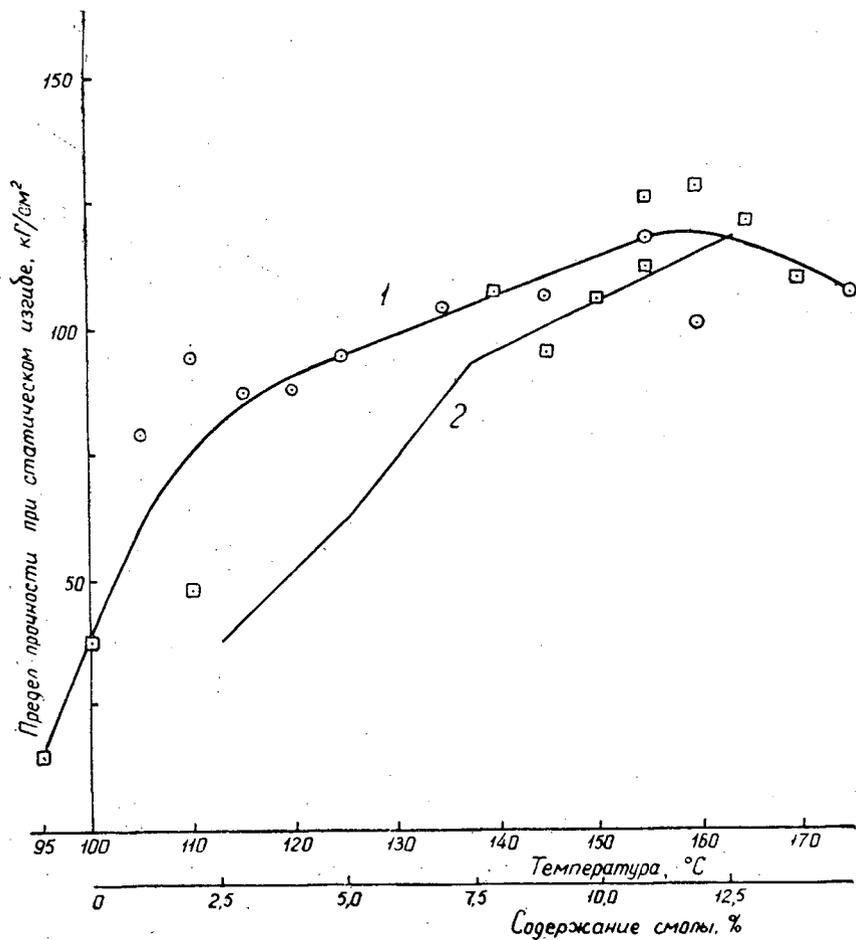


Рис. 1. Предел прочности плит при статическом изгибе.

1 — в зависимости от температуры плит пресса (кружками обозначена первая серия опытов, квадратами — вторая); 2 — в зависимости от количества смолы МФ-17.

Таблица 2

Температура прессования, °С	Предел прочности при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>		Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	
	1 серия опытов	2 серия опытов	1 серия опытов	2 серия опытов
99		14,9		0,66
100		38,4		0,71
105	79,4		0,69	
110	94,0	47,6	0,71	0,72
115	87,0		0,72	
120	87,7		0,69	
125	94,5		0,74	
135	104,5		0,72	
140		107,2		0,75
145	106,0	95,0	0,73	0,67
150		106,0		0,72
155	118,2	125,7; 111,8	0,74	0,74; 0,71
160	100,6	128,4	0,74	0,74
165		120,7		0,70
170		110,3		0,68
175	106,8		0,72	

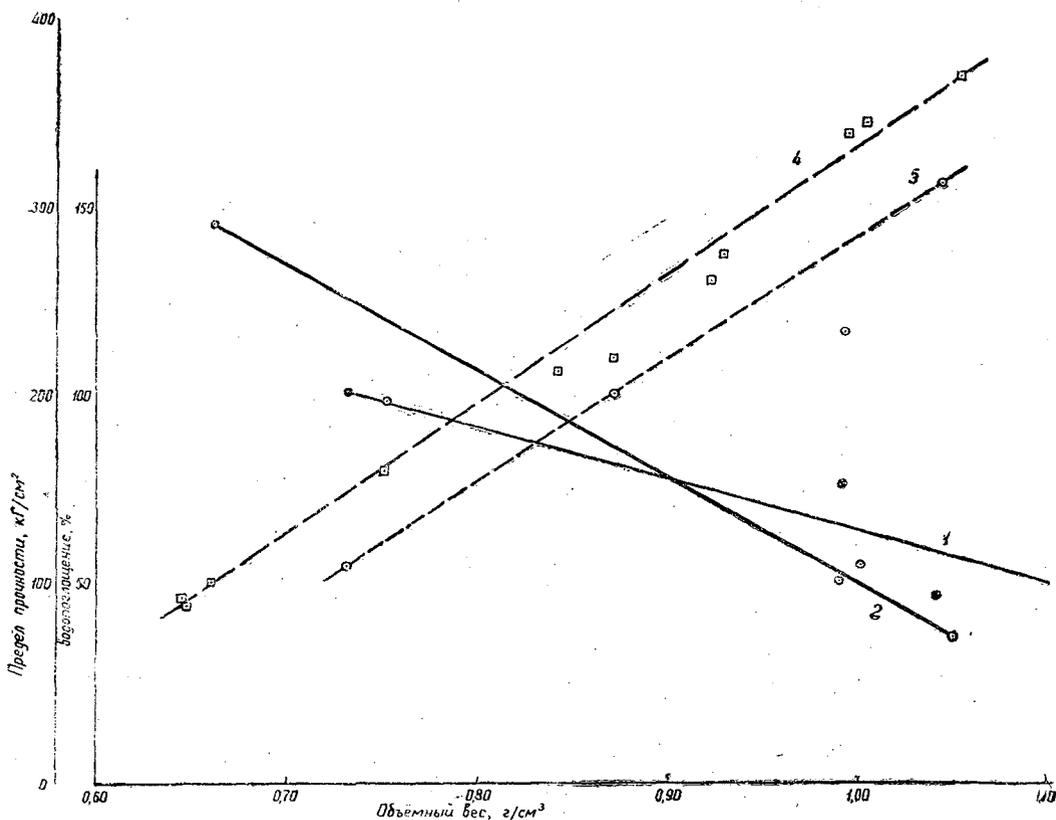


Рис. 2. Водопоглощение плит за 24 часа и предел прочности их при статическом изгибе.

1 — водопоглощение плит с отвердителем; 2 — водопоглощение плит без отвердителя; 3 — предел прочности плит с отвердителем; 4 — предел прочности плит без отвердителя.

Увеличение прочности плит с повышением температуры прессования при прочих равных условиях можно объяснить физико-химическими изменениями, происходящими в древесине в результате частичной пьезотермообработки опилок.

В третьей серии опытов определялась прочность плит из опилок в зависимости от количества введенного в них связующего. Использовалась карбамидная смола МФ-17, 2,5—12,5% (в пересчете на сухой остаток) к весу абс. сухих опилок. Плиты прессовались при температуре 160°. Из рис. 1 видно, что при увеличении связующего в 4—5 раз предел прочности плит при статическом изгибе увеличивается только в 3 раза. Следовательно, повышать прочность плит, увеличивая содержание в них связующего, нецелесообразно. Оптимальным количеством карбамидной смолы МФ-17 для плит из опилок следует считать 8% (в отдельных случаях можно увеличивать до 10%) по сухому остатку к весу абс. сухих древесных опилок.

В четвертой серии опытов определяли прочность плит в зависимости от их объемного веса. Результаты, приведенные на рис. 2, говорят о том, что увеличение объемного веса в полтора раза (за счет повышения давления прессования) при одинаковом количестве смолы повышает предел прочности плит при статическом изгибе в три раза.

Таблица 3

Водопоглощение древесноопилочных плит в зависимости от объемного веса их и количества отвердителя в смоле

№ п/п	Характеристика плит				Водопоглощение образцов из плит, % за								
	наполнитель	смолы МФ-17, %	отвердителя, % (к смоле)	объемный вес плит, г/см <sup>3</sup>	предел прочности, кг/см <sup>2</sup>	2 часа	1 сутки	2 суток	4 суток	7 суток	12 суток	20 суток	30 суток
1	Опилки с размерами частиц 1—2,5 мм	10	нет	0,66	101,8	124,5	146,3	160,5	172,6	180,2	187,8	199,4	202,9
2	"	10	"	0,75	161,4	82,8	99,7	102,8	115,6	121,4	133,5	141,9	145,2
3	"	10	"	0,87	224,1	81,3	103,0	114,6	125,3	131,6	137,4	146,8	150,7
4	"	10	"	0,99	343,3	22,9	54,0	67,5	78,0	86,3	96,5	102,2	106,3
5	"	10	"	1,00	350,5	27,9	58,0	67,3	74,2	79,9	88,2	93,1	96,3
6	"	10	"	1,05	375,7	18,8	39,2	51,0	62,2	69,3	77,6	82,0	86,2
7	"	10	1	0,73	112,8	90,2	101,6	109,4	115,6	118,7	124,6	130,0	136,4
8	"	10	1	0,99	239,2	49,2	78,9	86,4	91,8	95,7	103,3	107,7	111,9
9	"	10	1	1,04	319,7	27,2	49,8	58,5	63,6	67,3	73,1	76,6	80,0

Таблица 4

Линейное разбухание древесноопилочных плит в зависимости от объемного веса их и количества отвердителя в смоле

№ п/п	Характеристика плит				Линейное разбухание образцов из плит, % за							
	наполнитель	смолы МФ-17, %	отвердителя, % к смоле	объемный вес плит, г/см <sup>3</sup>	2 часа	1 сутки	2 суток	4 суток	7 суток	12 суток	20 суток	30 суток
1	Опилки	10	Нет	0,66	38,4	48,9	54,6	59,7	65,5	67,8	72,6	75,5
2	"	10	"	0,75	30,2	39,4	42,4	46,5	49,7	57,9	61,8	64,0
3	"	10	"	0,87	36,0	56,8	63,3	68,9	72,2	77,3	84,7	87,9
4	"	10	"	0,99	12,4	32,5	42,5	50,8	57,0	65,4	68,6	72,3
5	"	10	"	1,00	15,7	36,3	43,0	47,8	52,7	59,3	62,3	63,7
6	"	10	"	1,05	10,9	23,9	32,3	40,7	47,0	53,9	57,3	59,2
7	"	10	1	0,73	31,6	36,7	37,8	40,3	41,8	45,8	48,0	50,1
8	"	10	1	0,99	35,0	59,8	62,8	67,4	71,0	76,0	78,4	81,8
9	"	10	1	1,04	18,1	36,7	42,2	46,3	49,2	54,1	56,6	57,9

В этой же серии опытов сравнивалась механическая прочность, водопоглощение и линейное разбухание плит на карбамидной смоле с отвердителем (хлористым аммонием) и без него. В результате установлено (см. рис. 2), что плиты из опилок на карбамидной смоле без отвердителя имеют несколько повышенную прочность по сравнению с плитами на смоле с отвердителем. Это можно объяснить тем, что в первом случае в процессе прессования создаются лучшие условия уплотнения поверхностных слоев прессуемых плит, и они получают с большим объемным весом, чем внутренние слои.

Известно [6], что температура внутри древесины может резко отличаться от температуры окружающей среды; в связи с этим нами были проведены определения температуры в центре прессуемых плит.

Из графиков на рис. 3 видно, что температура внутри прессмассы быстро поднимается до 105—110°, а затем остается некоторое время без изменений. Такая постоянная температура для плит объемным весом 0,7 г/см<sup>3</sup> равна примерно 108°, а для плит объемным весом 0,9 г/см<sup>3</sup> — 110°.

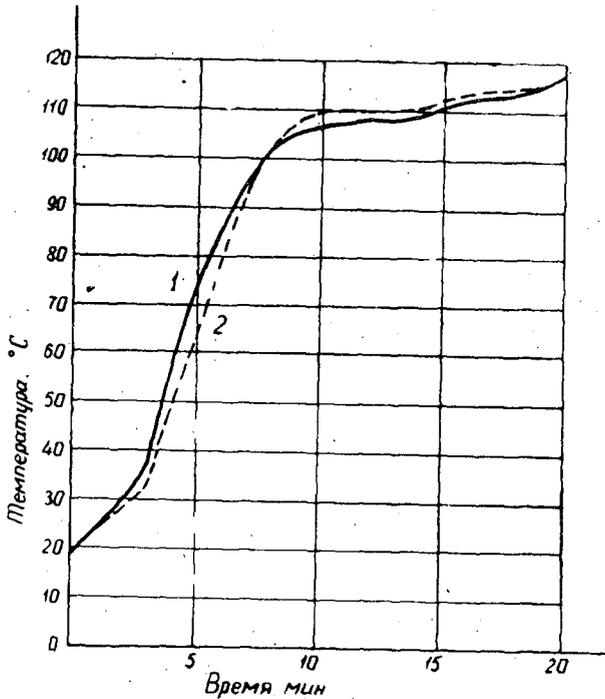


Рис. 3. Температура внутри прессуемой плиты в зависимости от объемного веса ее.

1 —  $\gamma = 0,7 \text{ г/см}^3$ ; 2 —  $\gamma = 0,9 \text{ г/см}^3$ .

Графики на рис. 4, составленные И. А. Отлевым [5], подтверждают сделанный нами вывод о том, что температура внутри прессмассы поднимается в соответствии с увеличением объемного веса прессуемой плиты. Это объясняет одну из причин значительного возрастания прочности плит при повышении давления прессования, когда температура плит пресса остается постоянной: при увеличении давления прессования повышается температура внутри прессмассы, и, следовательно, пьезотермообработка протекает интенсивнее и глубже.

Сочетание пьезотермообработки и склеивания древесных частиц карбамидной смолой с концентрацией водородных ионов рН-7 без отвердителя дает некоторые преимущества по сравнению с ранее известными технологическими решениями: плиты получаются лучшего качества, и для их производства можно использовать оборудование, которое уже выпускается отечественной промышленностью и эксплуатируется. Результаты лабораторных исследований были проведены в производственных условиях — в цехе древесно-стружечных плит Лобвинского лесокombината. Вместе с авторами статьи в работе принимала участие Л. Ф. Антропова — младший научный сотрудник Свердловского научно-исследовательского института переработки древесины.

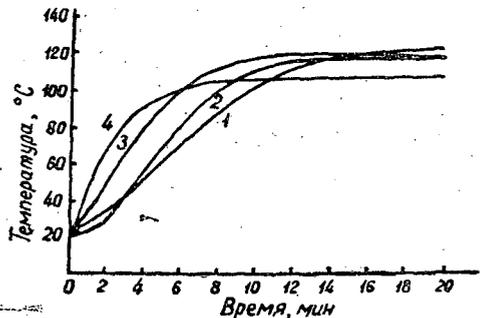


Рис. 4. Объемный вес.

1 —  $\gamma = 0,9 \text{ г/см}^3$ ; 2 —  $\gamma = 0,7 \text{ г/см}^3$ ;  
3 —  $\gamma = 0,5 \text{ г/см}^3$ ; 4 —  $\gamma = 0,3 \text{ г/см}^3$ .

Использовались сосновые стружки от деревообрабатывающих станков, просеянные через сито с отверстиями диаметром 14 мм, но оставшиеся на сите с отверстиями размером  $2 \times 2$  мм. Кондиционные по размерам частицы древесины сушились до влажности  $6 \div 8\%$  в шнековой сушилке; при этом они несколько измельчались. Вторичного отсева пыли и мелочи после сушки не производилось. Высушенные неохлажденные частицы смешивались в лопастном смесителе с  $12\%$  (по сухому остатку) карбамидной смолы МФ-17\*; рН-7, отвердитель не добавлялся.

Смесь (порциями на одну плиту) поступала на формовочный стол и укладывалась на неохлажденные после предыдущего прессования поддоны, имеющие по периметру бруски — ограничители толщины прессуемой плиты. После подпрессовки сформованные пакеты поступали на загрузочную этажерку и с нее, по мере накопления необходимого количества пакетов, загружались в горячий пресс марки НВР-4. Режим прессования был следующим: температура плит пресса  $135\text{—}140^\circ$ , давление  $20\text{—}25$  кг/см<sup>2</sup>, время выдержки — 1,2 мин на 1 мм толщины прессуемой плиты. Во второй половине периода выдержки давление прессования снижали до  $10$  кг/см<sup>2</sup>. После загрузки плит в пресс подачу пара прекращали, и к концу процесса температуру постепенно снижали на  $3\text{—}5^\circ$  во избежание расслаивания готовых плит под действием паров. Спрессованные плиты выдерживались на складе в плотных стопах под грузом  $200$  кг/м<sup>2</sup> в течение 5 сут. для охлаждения и снятия внутренних напряжений.

Охлажденные плиты испытывались на статический изгиб по ГОСТу 9381—60 «Плиты стружечные»; одновременно определялся их объемный вес.

В качестве контрольных были взяты плиты из древесных частиц, изготовленные по принятой на Лобвинском лесокombинате технологии, разработанной для него Свердловским научно-исследовательским институтом переработки древесины [1].

Эта технология отличалась от описанной выше следующими особенностями: в карбамидную смолу МФ-17 добавлялся отвердитель — хлористый аммоний — в количестве  $0,5\text{—}1,5\%$  от веса смолы; температура обогреваемых плит пресса, равная  $110\text{—}130^\circ\text{C}$ , к концу прессования не снижалась; время выдержки равнялось  $0,8\text{—}1,0$  мин на 1 мм прессуемой плиты.

Результаты производственных опытов, приведенные на рис. 5, показывают, что при использовании карбамидной смолы без отвердителя по сравнению с применением той же смолы с отвердителем, повышается предел прочности плит (причем с увеличением объемного веса это повышение более значительно) и плиты получаются более плотные, гладкие и ровные.

Производственные опыты еще раз подтверждают предположение о том, что карбамидная смола без отвердителя отверждается в прессуемых плитах за счет кислот, выделяемых из самой древесины при температуре выше  $100^\circ$ .

В результате производственной проверки технологии изготовления плит, были составлены и утверждены главным инженером Лобвинского лесокombината «Временные технические указания по изготовлению плит из древесных частиц с карбамидной смолой МФ-17 без отвердителя».

\* Такое повышенное содержание смолы было принято потому, что она вводилась в стружки вручную без распылителей (позднее распылители были установлены).

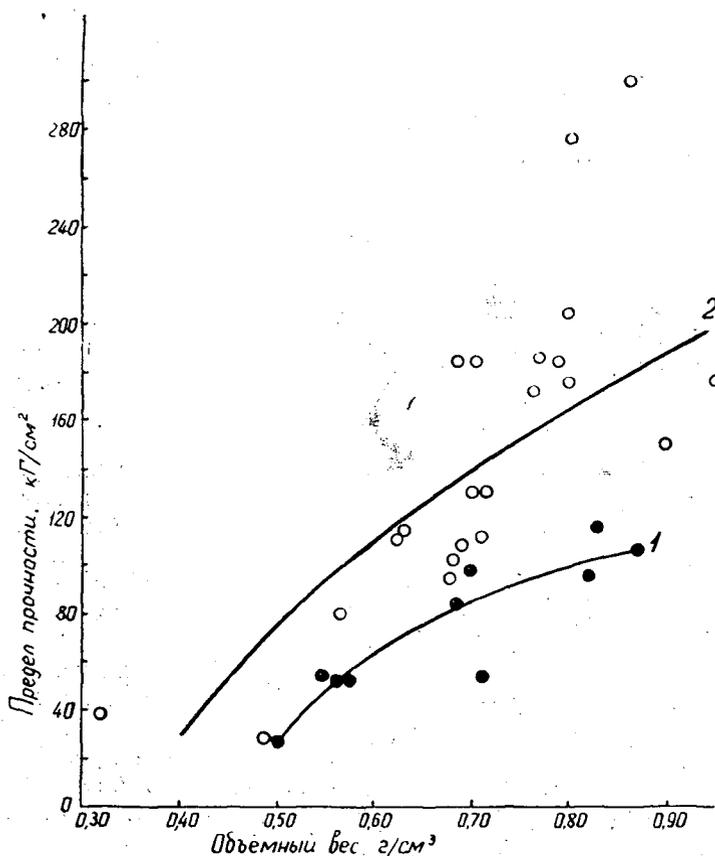


Рис. 5. Предел прочности плит, изготовленных на Лобвинском лесокомбинате.

1 — плиты на смоле с отвердителем; 2 — плиты на смоле без отвердителя.

Цех древесно-стружечных плит этого лесокомбината уже более года работает по технологии, предложенной авторами данной статьи. Плиты, изготовленные по нашему методу, получили высокую оценку и одобрение со стороны Свердловского научно-исследовательского института переработки древесины, Нижне-Тагильской мебельной фабрики и ряда других мебельных предприятий.

Технология изготовления плит из древесных частиц (опилок, стружек, дробленки) с карбамидной смолой без отвердителя имеет следующие особенности:

- 1) устраняется операция приготовления клея (смеси карбамидной смолы с отвердителем);
- 2) форсунки для распыления смолы не засоряются отвердевшим клеем;
- 3) имеется возможность использовать высоковязкую карбамидную смолу, подогревая ее до 35—40° для улучшения распыления;
- 4) древесные частицы, высушенные при высокой температуре, можно смешивать со смолой, не охлаждая;
- 5) смесь древесных частиц со смолой можно хранить в течение нескольких суток, не опасаясь преждевременного отверждения связующего;

6) в случае необходимости смесь древесных частиц со смолой можно подвергать вторичной сушке при температуре до  $90^{\circ}\text{C}$ , не опасаясь отверждения карбамидной смолы;

7) возможность использовать поддоны и прокладки горячими (без охлаждения их после предыдущего прессования), улучшает качество поверхности прессуемых плит, так как предварительный подогрев поверхностных слоев пакета смеси частиц со смолой пластифицирует древесину;

8) появилась возможность более широко использовать предварительный подогрев прессмассы до температуры  $80\text{--}90^{\circ}$  в целях увеличения производительности горячих прессов;

9) во время загрузки в пресс и поднятия давления исключается преждевременное отверждение связующих веществ в поверхностных слоях прессуемого пакета и появляются условия для дальнейшей пластификации древесины, благодаря которой поверхностные слои изготавливаемых плит становятся более плотными, чем внутренние;

10) благодаря тому, что смола без отвердителя начинает затвердевать при температуре выше  $100^{\circ}\text{C}$ , лучше используется тенденция древесных частиц ориентироваться в горизонтальном направлении во время поднятия давления. В результате после охлаждения такие плиты имеют меньшие остаточные внутренние напряжения;

11) применение карбамидной смолы без отвердителя создает в процессе горячего прессования оптимальные условия образования предельно ориентированного минимально тонкого (для данных конкретных условий) слоя связующего между частицами древесины, способствуя тем самым увеличению площади склейки за счет превращения капелек смолы в тонкие прослойки ее;

12) применение карбамидной смолы без отвердителя в определенных условиях промышленного производства плит из древесных частиц повышает предел их прочности при статическом изгибе (при прочих равных условиях) по сравнению с плитами на карбамидной смоле с отвердителем. Это обстоятельство позволяет в некоторых конкретных случаях снизить расход связующих на единицу выпускаемой продукции.

При применении для изготовления плит карбамидной смолы без отвердителя в производственных условиях полностью исключается выпуск брака из-за преждевременного отверждения связующих; кроме того, при использовании смолы без отвердителя возможно применять более жесткие режимы прессования (повышенную температуру и давление), чем для обычных плит из древесных частиц на карбамидной смоле с отвердителем.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Дружинин, В. М. Ходак. Технологическая инструкция по изготовлению мебельных древесно-стружечных плит на Лобвинском лесокомбинате. Свердловск, 1960. [2]. А. Г. Забродкин. Клеевые материалы для производства древесно-стружечных плит. Семинар по производству древесно-стружечных плит и применению их в мебельной промышленности и строительстве. (Тезисы докладов), Клайпеда, 1961. [3]. В. Н. Козлов, Г. П. Крымский. Термическое разложение древесины, целлюлозы и лигнина в водной среде под давлением. Труды института химии и металлургии, вып. 2, изд. АН СССР, М.-Л., 1955. [4]. А. Н. Минин. Производство изделий и материалов из измельченной древесины прессованием. Государственное издательство БССР, Минск, 1960. [5]. И. А. Отлев. О продолжительности прогрева древесно-стружечных плит. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1961. [6]. В. Н. Петри, П. И. Анашкин. Выяснение принципов построения рациональных режимов и разработка дистанционного метода контроля влажности лесоматериалов при высокотемпературной их сушке в петролатуме. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1958. [7]. В. Н. Петри, П. И. Анашкин.

н и н. Некоторые вопросы теории высокотемпературной сушки древесины. Всесоюзная научно-техническая конференция по внедрению прогрессивных способов сушки древесины, Свердловск, 1960. [8]. Н. Я. Солечник. Речь на заседании Постоянной комиссии ГНТК РСФСР по использованию отходов, неликвидной и низкосортной древесины от 7 мая 1959 г. по вопросу производства древесных пластиков из измельченных органических веществ без добавления связующих материалов. Стенографический отчет, Москва, 1959. [9]. А. Ф. Щетинин. Производство древесно-стружечных плит в Федеративной Республике Германии. Семинар по производству древесно-стружечных плит и применению их в мебельной промышленности и строительстве (тезисы докладов), Клайпеда, 1961. [10]. O. Herdey. Synthetic Resin and other Additives. Перевод с английского языка доклада на Международной конференции по древесноволокнистым плитам, Женева, 1957, Филиал Всесоюзного института научной и технической информации, М., 1958.

---

Поступила в редакцию  
22 августа 1961 г.

## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

**В. П. МАРКАРЯНЦ**

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

**В. В. ГУЩИНА**

Ассистент

(Сибирский технологический институт)

Пихта сибирская, запасы которой в Сибири исчисляются миллиардами кубометров, является до сих пор малоизученной породой.

Для исследования свойств древесины этой породы нами было заложено восемь пробных площадей в лесах бассейна р. Большой Кемчуг, Красноярского края. Данный район выбрали из тех соображений, что в скором времени его пересечет строящаяся железнодорожная магистраль Ачинск—Абалаково, и все лесные массивы, прилегающие к ней, вступят в промышленную эксплуатацию.

Закладка пробных площадей и взятие модельных деревьев проводилась в соответствии с требованиями ОСТА НКЛеса 196.

Все пробные площади были заложены в типе леса пихтарник пойменный. В состав насаждения, кроме основной породы — пихты (от 0,5 до 0,9), входили ель (от 0,1 до 0,3) и кедр (от 0,1 до 0,2), а также единично береза и осина. Насаждения разновозрастные, средний возраст их на пробных площадях колебался от 44 до 124 лет; средний диаметр пихты — от 4 до 20 см; средняя высота от 6 до 18 м.

Для исследования физико-механических свойств древесины было взято 40 модельных деревьев; из каждого выпиливали кряжи длиной 0,9 м на высоте 1,3 м, а в некоторых случаях — на высоте 6 и 12 м.

Разделка кряжей на образцы и их испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТа 6336—52. Общее количество образцов — около 3000 шт. Для определения количества годичных слоев в 1 см и процента поздней древесины было измерено 6160 годичных слоев на 515 образцах, предназначенных для определения объемного веса.

В результате экспериментальных работ мы получили возможность провести анализ изменения физико-механических свойств в зависимости от возраста деревьев и от положения по высоте ствола, а также вычислить средние показатели свойств древесины пихты и коэффициенты качества. Для пихтовых лесов данного района, как и вообще всей Сибири [8] характерна резко выраженная разновозрастность. Здесь можно встретить все переходы — от самосева до старых отмирающих деревьев. В связи с этим для исследования свойств древесины мы использовали модельные деревья пихты разных возрастов, взятые с од-

Таблица 1

## Изменение физико-механических свойств по классам возраста

Классы возраста	Количество моделей	Число годовичных слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) при				Удельная работа при ударном изгибе, кгм/см <sup>3</sup>		
					сжатия вдоль волокон	статическом изгибе		скалывании вдоль волокон		в радиальном направлении	тангентальном направлении
						в радиальном направлении	в тангентальном направлении	в радиальной плоскости	в тангентальной плоскости		
III	10	85,6	10,9	0,36	338	—	555	32	33	0,25	0,18
IV	8	5,6	13,1	0,38	323	560	588	34	29	0,21	0,17
V	21	7,2	13,2	0,38	343	600	610	39	35	0,25	0,19
VI	5	7,8	13,8	0,42	409	672	663	40	36	0,35	0,25
VII	1	9,1	16,8	0,41	372	—	611	46	25	0,24	0,20
VIII	3	8,7	12,7	0,41	365	542	623	31	30	0,25	0,20
IX	1	10,1	13,6	—	—	540	—	—	—	0,19	0,19

ной пробной площади, что позволило в дальнейшем проследить изменение этих свойств в зависимости от возраста деревьев.

Из табл. 1 видно, что максимальные показатели имеет древесина деревьев V—VI классов возраста; это еще раз подтверждает наши прежние выводы, [5].

Таблица 2

## Изменение физико-механических свойств по высоте ствола

Наименование свойств	Высота по стволу		
	1,3 м	6 м	12 м
Число годовичных слоев в 1 см	7,9	6,8	7,2
Процент поздней древесины	10,7	14,6	15,9
Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	0,42	0,38	0,36
Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) при сжатии вдоль волокон	386	355	315
статическом изгибе			
в радиальном направлении	556	579	464
в тангентальном	652	571	536
скалывании вдоль волокон			
в радиальной плоскости	31	32	22
в тангентальной	32	21	30
Удельная работа при ударном изгибе, кгм/см <sup>3</sup>			
в радиальном направлении	0,28	0,22	0,18
в тангентальном	0,21	0,15	0,13

Анализ изменений механических свойств по высоте ствола (табл. 2) показал снижение предела прочности при сжатии вдоль волокон и статическом изгибе, на 1 м длины — на 1,6%, удельной работы при ударном изгибе — на 3,5%, предела прочности при скалывании вдоль волокон, в радиальной плоскости — на 2,6% и в тангентальной плоскости — на 0,5%.

Особой характеристикой достоинств древесины служат коэффициенты качества, учитывающие одновременно объемный вес и прочность древесины.

В табл. 4 приводятся средние показатели коэффициентов качества, полученные нами для древесины пихты сибирской, а также данные В. Е. Москалевой [6] для ели и В. Е. Вихрова [1] для ильма.

Из таблицы видно, что древесина пихты и ели имеет практически одинаковые показатели (за исключением скалывания вдоль волокон).

Таблица 3

## Физико-механические свойства древесины пихты

Наименование свойств	n	M	$\pm\sigma$	$\pm m$	v%	P%
Число годовичных слоев в 1 см	435	7,3	2,6	0,12	36	1,7
Процент поздней древесины	435	13,0	4,4	0,21	33	1,5
Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	435	0,393	0,05	0,002	15	0,5
Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) при сжатии вдоль волокон	435	354	48	2,3	14	0,7
статическом изгибе						
в радиальном направлении	46	594	70	10	12	1,7
в тангентальном	149	631	90	7	14	1,2
скалывании вдоль волокон						
в радиальной плоскости	549	37	10	0,5	28	1,2
в тангентальной	275	33	9	0,6	28	1,7
Удельная работа при ударном изгибе, кг.м/см <sup>3</sup>						
в радиальном направлении	157	0,27	0,08	0,006	30	2,2
в тангентальном	203	0,19	0,06	0,004	31	2,1

Таблица 4

## Средние показатели коэффициентов качества

Порода	Коэффициенты качества при				
	сжатии вдоль волокон	статическом изгибе	скалывании вдоль волокон		ударном изгибе
			в радиальной плоскости	в тангентальной плоскости	
Пихта	901	1607	94	84	0,48
Ель [6]	978	1656	152	155	0,43
Ильм [1]	745	1420	—	—	0,60

На основании имеющегося экспериментального материала были вычислены следующие коэффициенты корреляции:

между объемным весом и пределом прочности при сжатии вдоль волокон

$$r \pm m_r = 0,88 \pm 0,01; \quad \frac{r}{m_r} = 88 > 4;$$

между объемным весом и пределом прочности при статическом изгибе

$$r \pm m_r = 0,81 \pm 0,03; \quad \frac{r}{m_r} = 26,7 > 4.$$

Соответственно вычисленные уравнения зависимости между отдельными свойствами имеют следующий вид:

$$1). \sigma_{nc}^{(15)} = 845\gamma_{(15)} + 22$$

$$2). \sigma_{ni}^{(15)} = 1458\gamma_{(15)} + 57$$

При сравнении показателей физико-механических свойств древесины пихты сибирской, произрастающей в бассейне р. Большой Кемчуг (табл. 3) и в других районах (табл. 5), можно прийти к следующему заключению. Пихта, произрастающая в бассейне р. Большой Кемчуг, отличается сравнительной мелкослойностью и небольшим процентом

Таблица 5

## Физико-механические свойства древесины пихты из различных районов произрастания

Район произрастания	Число годовичных слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) при				Удельная работа при ударном изгибе, кг/м/см <sup>3</sup>
				сжатии вдоль волокон	статическом изгибе	скальвании вдоль волокон		
						в радиальной плоскости	в тангентальной плоскости	
Урал [4]	5	15	0,37	290	550	59	78	0,11
Новосибирская область [6]	4,2	31	0,36	314	570	50	58	0,13
Красноярский край [6]	4,5	24	0,35	337	519	47	53	0,11
Хабаровский край [6]	6	18	0,40	361	674	40	44	0,16
Дальний Восток [2] (пихта цельнолиственная)	4,8	12	0,41	343	666	52	50	0,15

поздней древесины. Она имеет повышенные показатели по объемному весу на 5—10%, пределу прочности при сжатии вдоль волокон на 5—18%, при статическом изгибе на 32—42%. По этим же свойствам она почти не уступает пихте белокорой и цельнолистной.

Предел прочности при скальвании вдоль волокон по нашим исследованиям получился, примерно, в два раза ниже, чем у других авторов. Возможно, это объясняется небольшим содержанием поздней древесины в годовичных слоях исследованной пихты по сравнению с пихтой из других районов, а может быть тем, что другие авторы использовали для испытаний малое число образцов; в некоторых случаях вообще не указывается, на каком количестве материала получены данные.

В заключение можно сказать, что древесина пихты сибирской из района р. Большой Кемчуг обладает достаточно высокими физико-механическими свойствами и может быть применена во всех тех случаях, где не требуется особенно повышенная прочность и стойкость материала.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Е. Вихров. Физико-механические свойства древесины ильма (*Ulmus scabra* Mill.). Труды Института леса АН СССР, т. IX, 1953. [2]. А. Г. Волтер. Физико-механические свойства древесины пихты цельнолистной. [3]. ГОСТ 6336—52. Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины. Стандартгиз, М., 1956. [4]. Н. Л. Леонтьев. Исследование физико-механических свойств древесины сибирской пихты. Журн. «Механическая обработка древесины» № 4, 1935. [5]. В. П. Маркарянц. К характеристике физико-механических свойств древесины сосны Красноярского края по классам возраста. Труды СибЛТИ, сб. XVI, вып. III, 1957. [6]. В. Е. Москалева. Физико-механические свойства древесины хвойных пород Западной Сибири и Дальнего Востока. Сборник трудов ЦНИИМОДа, 1953. [7]. ОСТ НКЛес 196. Метод выбора модельных деревьев для исследования физико-механических свойств древесных насаждений. Стандартгиз, 1939. [8]. В. А. Поварницын. Леса из сибирской пихты в СССР (типологический очерк). Сборник работ по геоботанике, лесоведению, палеографии и флористике. Изд. АН СССР, М.-Л., 1956.

Поступила в редакцию  
13 октября 1961 г.

## СТРУННЫЙ ТОКОСЪЕМНИК ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В. Е. ШУИН

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

При изучении динамики процесса резания древесины приходится сталкиваться с трудностями подключения датчиков, установленных на вращающихся валах.

При скорости вращения 1—2 тыс. *об/мин* для связи датчика с измерительной аппаратурой применяют коллекторный токосъемник. Угольные щетки его обычно неподвижны, а медные кольца барабана вращаются со скоростью вращения исследуемой детали. При малых скоростях вращения такой контакт является вполне надежным, но при увеличении числа оборотов коллекторного барабана до 2—3 тыс. в минуту применение подобных токосъемников практически становится невозможным. Даже при очень точном изготовлении его малейшая вибрация и биение коллекторного барабана приводит к отбрасыванию щеток от кольца, что нарушает контакт и искажает характеристику исследуемого параметра.

В результате исследования вибрации и напряжения в круглых пилах, автором данной статьи был сконструирован и изготовлен специальный прибор коллекторного типа — струнный токосъемник.

От угольного он отличается тем, что вместо угольных щеток в нем применены металлические струны и уменьшена линейная скорость перемещения поверхности контактного поля.

Заменой щеток металлическими струнами достигнуто снижение веса колеблющегося участка в сотни раз; это привело к уменьшению инерционных сил, отрывающих струну от вращающегося кольца. Для уменьшения линейной скорости вращения кольца диаметр последнего уменьшен. В изготовленном образце при 6000 *об/мин* скорость кольца составляет 4,7 *м/сек*. Небольшой вес колеблющегося участка струны (0,3—0,02 г) вызывает лишь незначительные инерционные усилия, которые не в состоянии нарушить контакт между струной и кольцом коллектора даже при минимальном натяжении струны.

Конструкция струнного токосъемника показана на рис. 1 и 1 а. В металлическом корпусе-стакане 1, имеющем вид полого цилиндра, закрытого с торцов крышками 2, на шарикоподшипниках установлен стальной вал, на котором собраны металлические кольца.

На выступающий конец вала надет приводной фланец 3, имеющий два жестко закрепленных пальца 4. Здесь же, на торцевой части фланца, прикреплен текстолитовая контактная шайба 5 с равномерно рас-

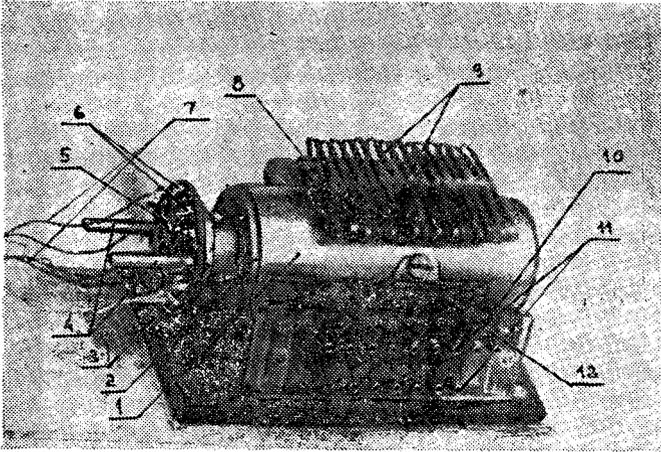


Рис. 1.

1 — корпус-стакан; 2 — крышка; 3 — приводной фланец; 4 — пальцы;  
5 — текстолитовая шайба; 6 — контакты; 7 — провода от датчиков;  
8 — верхняя плита; 9 — пластинчатые пружины; 10 — передняя клеммная  
плита; 11 — клеммы; 12 — фетровая урбенка.

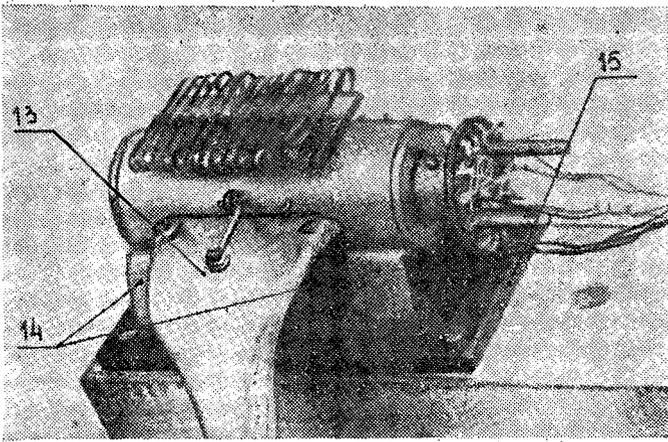


Рис. 1а.

13 — сопло воздушного патрубка; 14 — кронштейны; 15 — плита основания.

пределенными по окружности контактами 6, от которых идут соединительные провода через пустотелый канал вала и специальные пазы на валу к контактным кольцам коллектора. К этим же контактам припаиваются провода 7 от датчиков.

Корпус-стакан сверху, снизу и с боков имеет специальные окна размером чуть больше длины контактных колец коллектора. Над верхним окном расположена плита 8 из плексигласа, на которой размещены в два ряда 28 пластинчатых пружин 9 (по 14 штук в ряду), служащих для натяжения струн, находящихся внутри корпуса и создающих контакт с коллекторными кольцами. В нижнем окне также имеется плексигласовая плита со струнами. На передней части корпуса находится контактная плита 10 с 14 клеммами 11, к которым подключаются провода, идущие к усилительной или измерительной аппаратуре.

За передней контактной плитой в боковом окне имеется пропитанная минеральным маслом фетровая гребенка 12, служащая для смазки коллекторных колец. В заднем окне (рис. 1,а) находится сопло патрубка 13, через которое от небольшого компрессора (от пылесоса) подается струя воздуха для принудительного обдува коллекторного барабана. Корпус закреплен с помощью двух кронштейнов 14 на основании плиты 15, которая имеет четыре отверстия для крепления токосъемника на рабочее место.

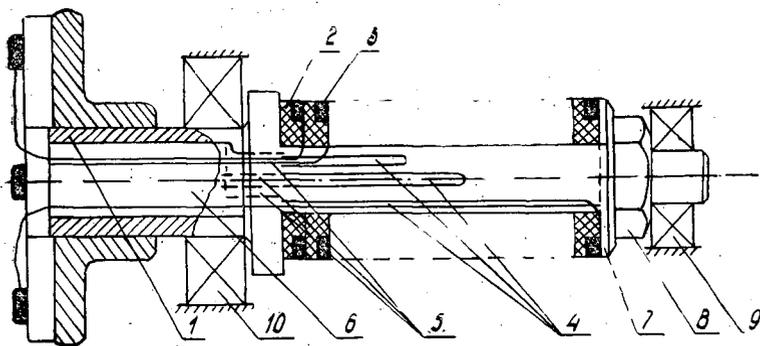


Рис. 2. Схема коллекторного барабана.

1 — вал; 2 — текстолитовая шайба-втулка; 3 — медное кольцо; 4 — каналы-пазы для проводов; 5 — отверстия; 6 — полость в валу; 7 — шайба; 8 — гайка; 9, 10 — подшипники.

Коллекторный барабан, расположенный по оси корпуса-стакана, изготовлен следующим образом. На стальном фигурном валике 1 (см. рис. 2) набраны секции, каждая из которых состоит из текстолитового кольца 2 с установленным в специальной выточке медным кольцом 3. Всего таких секций в изготовленном струнном токосъемнике было 14 штук. Перед их сборкой к каждому контактному кольцу припаивался проводничок, имеющий хлорвиниловую изоляцию. Проводничок укладывался в специальный канал 4 на корпусе валика (всево имеется четыре канала разной длины), затем через отверстие 5 пропускался в пустотелую полость 6 и присоединялся к контакту контактной шайбы на торце фланца. После набора все секции сжимались при помощи торцевой шайбы 7 и гайки 8 и в собранном виде протачивались и шлифовались. На оба конца валика надеваются шариковые подшипники 9 и 10, причем передний имеет больший размер, чем задний.

После установки коллектора в корпус и закрепления его торцовыми крышками, в специальные отверстия нижней изолированной платы пропускались стальные струны, которые, огибая коллекторное кольцо слева и справа и проходя через отверстие в верхней плате, закреплялись на конце пластинчатой пружины. Каждая пружина 9 одним концом закреплена неподвижно в

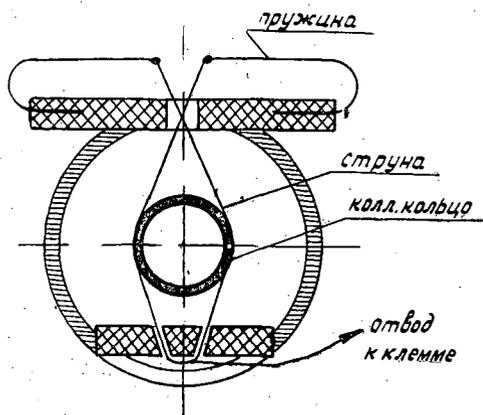


Рис. 3. Схема натяжения токосъемной струны.

верхней плате, а вторым пружинящим концом производит натяжение металлической струны. Каждое токосъемное кольцо с двух сторон по дуге охвачено стальной струной; это создает надежный контакт (см. рис. 3). В нижней части струны имеют отводы к передней контактной панели на клеммы 11. Натяжение струн равно 10—20 Г каждая.

Во время работы токосъемник устанавливается таким образом, чтобы осевые линии его и исследуемой детали совпали, и при помощи ведущих пальцев 4 соединяется с валом исследуемого объекта.

Токонесущие провода от датчиков, расположенных на исследуемой детали, присоединяются к контактам 6, имеющимся на торцовой текстолитовой шайбе 5 приводного фланца.

*Некоторые практические выводы  
и пути дальнейшей модернизации*

При исследовании вибрации круглых пил, а также распределения и характера напряжения в ленточных пилах, струнный токосъемник зарекомендовал себя как надежный стабильный контактный агрегат. За все время эксплуатации никаких неполадок в его работе не наблюдалось, в конструкции никаких изменений не производилось.

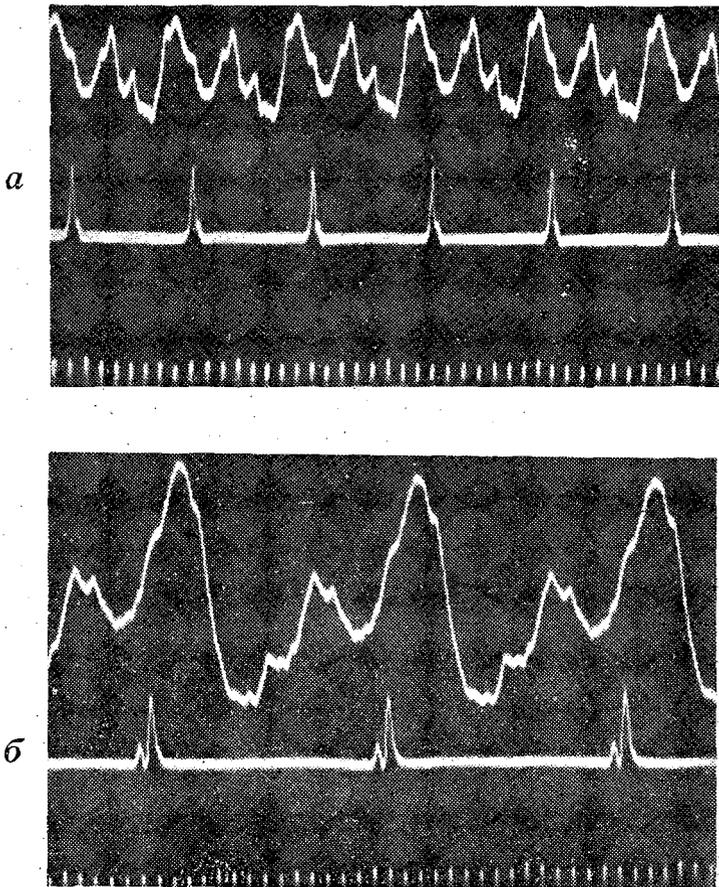


Рис. 4. Осциллограмма вибрации диска.

а — при 3800 об/мин; б — при 1500 об/мин.

Пробными опытами величина тока доводилась до 50 ма при напряжении 127 в и 3000 об/мин коллекторного барабана. Работа производилась, в основном, с датчиками проволочного типа. При силе тока 10—20 ма, напряжении 10 в и частоте 4000 гц проведено осциллографирование процесса. Результаты показаны на рис. 4.

Учитывая некоторые неточности изготовления токосъемника и на основании практической работы с прибором, автор считает, что данный струнный токосъемник может быть изготовлен и применен для исследования процессов, в которых скорость вращения детали достигает 10 тыс. об/мин и более.

Для этого следует вал токосъемного агрегата изготовить из высококоротной стали, не нарушая его жесткости; диаметр вала можно уменьшить, что даст возможность уменьшить диаметр контактного барабана; контактные кольца необходимо изготовить из более твердых сплавов, например, из фосфористой бронзы или из стали; корпус сделать герметичным с принудительной циркуляцией трансформаторного масла в нем.

Кроме всего этого, если обработать коллектор на станке с высокой точностью и использовать шарикоподшипники высокого класса, то струнный токосъемник станет универсальным прибором для исследований, связанных с вращательным движением объекта, практически при любом числе оборотов современных станков с применением любого типа датчика в пределах звуковых частот.

Поступила в редакцию,  
9 ноября 1961 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ДИМЕТИЛСУЛЬФИДА И ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА**Б. Д. БОГОМОЛОВ**

Доцент, кандидат технических наук

**О. Ф. ГОРБУНОВА, И. В. ХАЗОВА**

Младшие научные сотрудники

**Г. Ф. ПРОКШИН**

Аспирант

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

*Введение*

Широкое развитие химической промышленности создает условия для более полного использования отходов и побочных продуктов, образующихся при химической переработке древесины и, в частности, в целлюлозном производстве.

В связи с этим возникает интерес к продуктам, которые ранее либо совсем не использовались, либо использовались в ограниченных количествах.

Например, сернистые соединения, образующиеся при сульфатной варке, еще недавно рассматривались только как сырье для получения одоранта-сульфана, а в настоящее время приобретают значение как источник диметилсульфида (ДМС), используемого для синтеза диметилсульфоксида (ДМСО) — важного растворителя полимерных материалов.

В данной статье изложены некоторые результаты исследования ДМС, пригодного для синтеза ДМСО, описан лабораторный метод получения ДМСО и приведены данные по изучению некоторых свойств этого продукта.

*1. Получение и исследование ДМС*

Диметилсульфид, используемый для синтеза диметилсульфоксида, может получаться из конденсатов сдувок сульфатной варки.

По свойствам технический ДМС близок к низкомеркаптанистому одоранту-сульфану [1]. Он должен быть полностью освобожден от скипидара; примесь большого количества метилмеркаптана в нем нежелательна. Получение низкомеркаптанистого сульфана осуществлялось на Марийском целлюлозно-бумажном комбинате (МБК) еще в 1949—1950 гг. Партия одоранта-сульфана, которая испытывалась на газопроводе Дашава—Киев в 1950 г., имела следующую характеристику [2]:

Уд. вес при 20°	0,848
Коэффициент рефракции при 20°	1,437
Оптическое вращение	0,26°
Содержание серы	52%
Содержание метилмеркаптана	Следы
Отгоняется до 39°	99%
(фракция, отгоняющая до 39°, состояла из ДМС).	

По анализу, проведенному Институтом органической химии АН УССР, партия сульфана, доставленная МБК газопроводу Дашава—Киев в 1953 г., также содержала в основном ДМС с примесью только 0,5% метилмеркаптана. Таким образом, выделение технического ДМС из сдувочных конденсатов может осуществляться на обычных ректификационных установках, имеющих, например, на Марийском и Сеgezском комбинатах. Исходным сырьем для получения ДМС в лабораторных условиях служил одорант-сульфан, характеристика которого приводится в табл. 1.

Таблица 1

№ образца	Время отбора образца	Удельный вес при 20°	Коэффициент рефракции при 20°	Оптическое вращение	Содержание метилмеркаптана, %
1	Февраль 1961 г.	0,8470	1,4365	0	3,5
2	Июль 1961 г.	0,8475	1,4380	0	1,15

С целью получения технического ДМС образцы сульфана перегоняли на лабораторной ректификационной колонке высотой 1000 мм, диаметром 15 мм с насадкой в виде тонких стеклянных спиралей; характеристика полученного ДМС приводится в табл. 2.

Таблица 2

№ образца ДМС	№ образца сульфана	Интервал температур кипения фракций °С	Удельный вес при 20°	Коэффициент рефракции при 20°	Оптическое вращение	Содержание метилмеркаптана, %
1	1	36—38	0,840	1,4315	0	2,00
2	1	37—38	0,855	1,4340	0	1,06
3	2	37—38	0,855	1,4325	0	0,14

После успешных опытов применения указанных образцов ДМС для получения ДМСО нами были предложены временные технические условия (ВТУ) на опытные партии технического диметилсульфида, согласованные с руководством МБК. Согласно ВТУ технический ДМС должен удовлетворять следующим требованиям: удельный вес при 20°—0,845—0,850; оптическое вращение — 0; содержание ДМС — не менее 95%, метилмеркаптана — не более 3%. Продукт не должен содержать воды и механических примесей.

С целью изучения свойств ДМС был приготовлен более чистый образец его.

Для этого использовался диметилсульфид с удельным весом при 20° 0,847, коэффициентом рефракции 1,433, содержащий 0,185% метилмеркаптана.

430 мл этого образца разгоняли на ранее описанной лабораторной колонке; результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ п.п.	Температура отбора фракции, °С	Объем фракций, мл	Удельный вес при 20°	Коэффициент рефракции при 20°	Оптическое вращение
1	36—37	64	0,8486	1,4320	0
2	37—37,3	46	0,8480	1,4325	0
3	37,3—37,4	40	0,8483	1,4325	0
4	37,5	55	0,8468	1,4330	0
5	37,5	100	0,8460	1,4330	0
6	37,5	97	0,8486	1,4330	0

В табл. 4 сопоставляются данные, характеризующие фракцию 3 (см. табл. 3), и литературные для чистого ДМС.

Таблица 4

Наименование показателей	Для фракции 3	По литературным данным
Удельный вес при 20°	0,8483	0,84825 [8]
Температура кипения °С	37,3—37,4	37,2—37,4 [8], [7]
Коэффициент рефракции при 20°	1,4325	1,4357 [8]

Для технического ДМС, содержащего примесь скипидара до 1% и метилмеркаптана до 1,4% нами [2] определены температура воспламенения, которая составила  $-23,5^{\circ}$ , и пределы взрываемости смеси этого продукта с воздухом: нижний — 2,95 и верхний — 8,48 объемных процентов. Данные, характеризующие упругость насыщенных паров, точку плавления, удельную теплоемкость и теплоту парообразования ДМС, которые нами не исследовались, приводятся в литературе [7], [8] и содержатся в отчете Проблемной лаборатории.

## II. Промышленное получение диметилсульфида

В целлюлозно-бумажной промышленности для получения ДМС может быть использован диметилсульфид, находящийся в парагазах сдувок сульфатной варки целлюлозы, а также специально получаемый при нагревании упаренного черного щелока в присутствии неорганических сульфидов [12].

В промышленности органического синтеза диметилсульфид можно получить синтетическим путем из метанола и сероводорода в присутствии катализаторов или из диметилового эфира и сероводорода [15].

Наиболее простым методом является получение диметилсульфида из сдувочных газов сульфатной варки целлюлозы [1], [3], [4]. Установка для улавливания сернистых соединений и получения сульфана создана на Марийском целлюлозно-бумажном комбинате [5] (схема дана на рис. 1). Парогазы терпентинной и конечной сдувок из котла по соответствующим магистралям проходят через щелокоотделители и с температурой  $110-130^{\circ}$  поступают на конденсаторы, после которых одна часть сернистых соединений находится в конденсате (скипидар-сырец и подскипидарная вода), другая — в несконденсировавшихся газах.

Количественное распределение их между двумя фазами зависит от температурного режима конденсации.

После сепарации несконденсировавшихся газов и повторной конденсации (конденсатор 13) газы поступают на дополнительный кон-

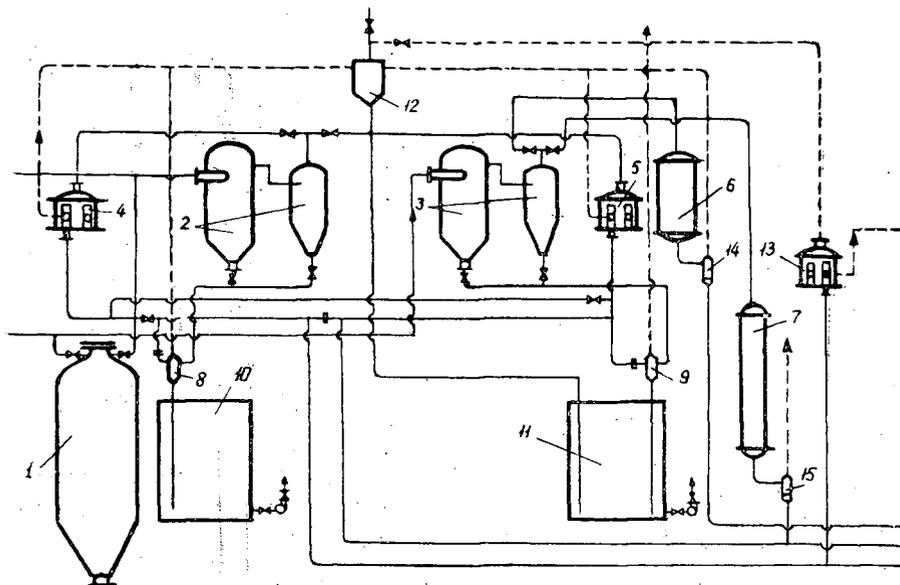


Рис. 1. Схема улавливания сернистых соединений сдувок сульфатной варки.

1 — варочный котел; 2 — щелокоотделители конечной сдувки; 3 — щелокоотделители терпентиновой сдувки; 4, 5 — конденсаторы конечной сдувки; 6, 7 — конденсаторы терпентиновой сдувки; 8, 9 — коллекторы; 10, 11 — мерники черного щелока; 12 — дополнительный сепаратор газа; 13 — конденсатор второй ступени.

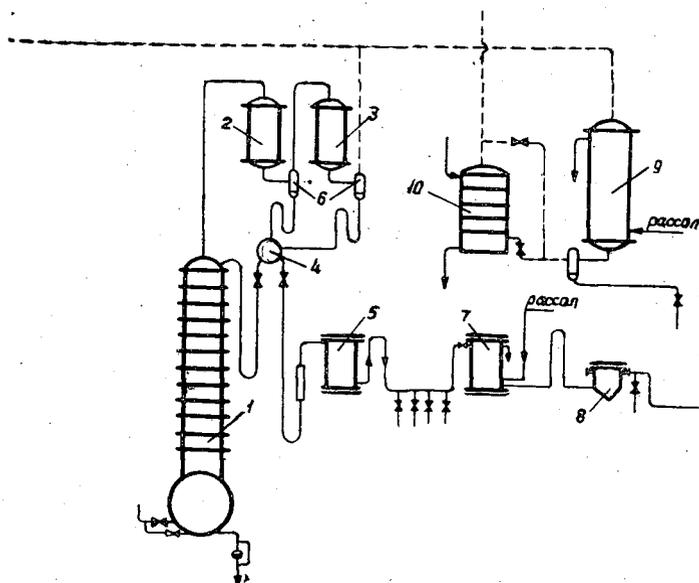


Рис. 2. Периодически действующая ректификационная установка МБК.

1 — ректификационная колонна; 2 — дефлегматор; 3 — змеевиковый холодильник; 4 — дефлегматор; 5 — холодильник сульфана и скипидара; 6 — сепараторы; 7 — рассольный холодильник сульфана; 8 — фильтр; 9 — рассольный конденсатор, 10 — абсорбер.

денсатор, охлаждаемый рассолом с температурой 5—10°. Конденсат после повторной конденсации содержит диметилсульфид, метилмеркаптан и незначительные количества скипидара; в конденсате с дополнительного конденсатора скипидар отсутствует.

Схема периодически действующей ректификационной установки показана на рис. 2.

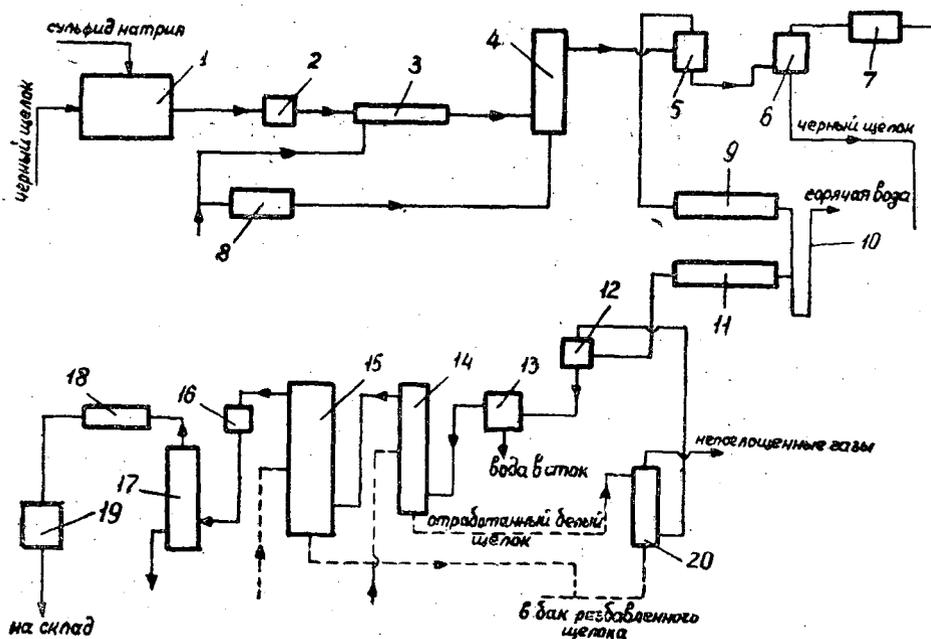


Рис. 3. Схема получения диметилсульфида из упаренного сульфатного черного щелока.

1 — смеситель; 2 — насос; 3 — теплообменник; 4 — реактор; 5 — испаритель высокого давления; 6 — испаритель низкого давления; 7 — конденсатор; 8 — паровой компрессор; 9 — конденсатор паров воды; 10 — гидрозатвор; 11 — конденсатор диметилсульфида; 12 — сепаратор газа; 13 — сепаратор воды; 14 — скруббер, орошаемый белым щелоком; 15 — скруббер, орошаемый 50%-ным раствором каустической соды; 16 — скруббер; 17 — испаритель; 18 — конденсатор; 19 — приемник диметилсульфида; 20 — скруббер газа.

Головная фракция, отбираемая во время разгонки скипидара при температуре на дефлегматоре до  $95^\circ$  и содержащая до 50% ДМС, называется сульфаном-сырцом.

Сульфан-сырец, полученный при повторной конденсации несконденсировавшихся сдувочных газов и при разгонке скипидара, подвергается фракционной дистилляции на той же ректификационной установке. Отбор фракции товарного сульфана производится при температуре на дефлегматоре до  $40\text{--}42^\circ$ . Получающийся продукт удовлетворяет всем требованиям на технический диметилсульфид, пригоден для синтеза диметилсульфоксида, а потому установки для получения одоранта-сульфана могут быть использованы и для получения диметилсульфида. Создание установок для получения сульфана на Марийском, Сегежском и Соломбальском целлюлозно-бумажных комбинатах может дать при существующем режиме варок и производительности по целлюлозе около 300 т диметилсульфида в год.

Для увеличения выходов ДМС при сульфатной варке целлюлозы шведскими исследователями Хегглюндом и Энквистом [12] было предложено нагревание отработанного сульфатного черного щелока до  $250\text{--}350^\circ\text{C}$  при добавлении плава или сульфида натрия. Производство диметилсульфида по этому методу организовано фирмой Кроун Целлербах [10], [11], [16]; принципиальная схема процесса изображена на рис. 3. Щелок с содержанием 50% сухих веществ, смешанный с сульфидом натрия или плавом, в количествах, компенсирующих потери серы с получаемым ДМС, нагревается в реакторе при  $232^\circ$  до тех пор, пока не завершится реакция. При такой обработке отщепляется около

50% метоксилов лигнина. Легколетучие сернистые соединения, образовавшиеся в процессе реакции, удаляются из реакционной смеси в испаритель высокого давления, проходят через конденсатор паров воды, диметилсульфида, сепаратор газа и сепаратор воды. Сырой продукт, содержащий 85% ДМС, 10% метилмеркаптана и 5% диметилдисульфида и полисульфидов, очищается промывкой белым щелоком, 50%-ным раствором каустической соды и подвергается дистилляции. Готовый продукт содержит 0,05% метилмеркаптана, 0,15% воды и следы сероуглерода [13].

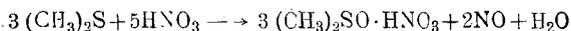
Выход чистого ДМС по описанному методу составляет 27—30 кг на 1 т целлюлозы. Следует заметить, что фирма Кроун Целлербах, производившая в 1956 г. 600 т ДМС, теперь довела выпуск его до 5000 т в год [10]; одним из потребителей ДМС является завод этой же фирмы, производящий ДМСО.

### III. Получение и исследование ДМСО \*

Диметилсульфоксид представляет собой вещество формулы  $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ . При температуре выше 16—18,5° он является жидкостью, а ниже — застывает в бесцветные кристаллы.

При получении небольших количеств ДМСО в лабораторных условиях применяют окисление диметилсульфида 30%-ной перекисью водорода в уксусной кислоте или ацетоне по Хинсбергу [14], различными надкислотами [14] и азотной кислотой.

В наших опытах ДМСО получался окислением ДМС азотной кислотой удельного веса 1,34—1,36. Первую стадию окисления ДМС до нитрата ДМСО можно представить в следующем виде:



Было проведено три серии опытов. Результаты окисления образцов ДМС, указанных в табл. 2, приводятся в табл. 5 (№ 1), в табл. 6 (№ 2) и в табл. 7 (№ 3).

ДМС из капельной воронки по каплям вводился в азотную кислоту, находящуюся в реакционном стакане, охлаждаемом льдом. Для нормального протекания процесса и для предотвращения возможного взрыва температура реакционной смеси не должна превышать 12—14° С.

Окисление проводилось при интенсивном перемешивании реакционной смеси мешалкой, которое необходимо для лучшего распределения диметилсульфида в азотной кислоте и для удаления избытка образующихся окислов.

Присутствие некоторого количества окислов азота способствует нормальному течению реакции. Если азотная кислота их совсем не содержит, то реакция идет медленно и сразу же образуется два слоя реагирующих веществ, что может привести к взрыву.

Поэтому при появлении расслаивания подачу ДМС надо сразу же прекратить. Началу реакции в этом случае способствует присутствие медной стружки, сульфата меди или соли Мора, также являющихся катализаторами процесса окисления.

Вначале мы выяснили как влияет на протекание реакции и выход ДМСО количественное соотношение 100%-ной азотной кислоты и ДМС, которое мы в дальнейшем называем модулем.

\* Работа проводилась при участии сотрудника Проблемной лаборатории АЛТИ инженера М. М. Перепелициной.

Согласно схематическому уравнению окисления это соотношение должно быть равным 1,7:1. Таким образом, на 100 г ДМС следует брать 170 г 100%-ной азотной кислоты, и, следовательно, теоретический модуль равен 1,7.

Теоретический выход нитрата ДМСО в расчете на ДМС по уравнению составляет 227,4%, или из 100 г ДМС должно получаться 227,4 г нитрата ДМСО.

Взрывоопасность заставляла весьма осторожно подходить к выбору модуля, поэтому первая серия опытов проводилась с модулем ниже теоретического. Результаты даны в табл. 5.

Таблица 5

№ п/п.	Количество ДМС		Количество азотной кислоты			Модуль	Выход нитрата ДМСО	
	мл	г	технической*		в расчете на 100%-ную, г		г	в % от ДМС
			мл	г				
1	70	58,3	100	134	73,7	1,25	69,1	117,5
2	850	714	1250	1675	921,25	1,29	923,0	129,2
3	1020	856,8	1500	2010	1105,5	1,29	1040,5	121,44
4	1020	856,8	1500	2010	1105,5	1,29	1092,0	127,45
5	55	46,2	75	102	60,2	1,3	59,6	129,0
6	71	59,64	105	142,8	84,25	1,41	78,76	132,0
7	71	59,64	105	142,8	84,25	1,41	83,46	140,0
8	120	100,8	200	272	160,5	1,6	154,6	153,0

\* В опытах с 1 по 4 использовали азотную кислоту уд. веса 1,34, а с 5 по 8 — уд. веса 1,36.

Табл. 5 показывает, что проведение процесса с модулями ниже теоретических ведет к снижению выходов нитрата ДМСО.

Во второй серии опытов модули были более высокими. В связи с тем, что использовался новый образец ДМС, для получения сопоставимых результатов ставили параллельные опыты с модулями 1,35 и 1,52. Результаты приводятся в табл. 6.

Из данных табл. 6 видно, что наилучший выход нитрата ДМСО получается при модуле 1,52—1,86, а с увеличением его до 2—2,2 выход уменьшается. Ставить опыты с более высокими модулями не имело смысла, так как течение реакции замедлилось, окислов выделялось очень много, а удалялись они из реакционного стакана очень медленно. Приходилось прекращать подачу диметилсульфида и продолжать интенсивное перемешивание реакционной смеси.

В связи с потерями, имевшими место в некоторых случаях, с целью подтверждения полученных ранее результатов, была проведена третья серия опытов (см. табл. 7).

Полученный в результате окисления и имеющий желтую окраску раствор упаривался примерно до половинного объема на песчаной бане. Во избежание перегрева раствора температура песка не превышала 110—120°.

Упаренный раствор охлаждался, в результате чего выпадали белые игольчатые кристаллы нитрата ДМСО. Кристаллы отфильтровывались на воронке Бюхнера и хранились в склянке с притертой пробкой. Средний выход нитрата ДМСО в процентах от ДМС при модуле кислоты 1,7—1,86 можно принять равным 180%.

Для выделения ДМСО кристаллы нитрата растворялись в небольшом количестве воды и нейтрализовались расчетным количеством углекислого кальция

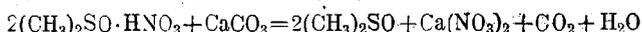


Таблица 6

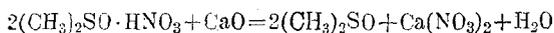
№ п/п	Количество ДМС		Количество азотной кислоты			Модуль	Выход нитрата ДМСО		Примечание
			удельного веса 1,35		в расчете на 100%- ную		г	% от ДМС	
	мл	г	мл	г					
1	117	100	176,06	237,68	135,48	1,35	289,0	144,5	—
1а	117	100	176,06	237,68	135,48	1,35	289,0	144,5	—
2	117	100	198,06	267,38	152,41	1,52	184,0	184,0	—
2а	117	100	198,06	267,38	152,41	1,52	191,2	191,2	—
3	117	100	220,07	297,1	169,35	1,7	173,4	77,0	Имели место потери при упаривании
3а	117	100	220,07	297,1	169,35	1,7	210,0	210,0	—
4	117	100	242,07	326,8	186,28	1,86	184,4	184,4	—
4а	117	100	242,07	326,8	186,28	1,86	182,7	182,7	—
5	117	100	264,08	356,52	203,22	2,03	104,2	104,2	Имели место потери при упаривании
5а	117	100	264,08	356,52	203,22	2,03	160,5	160,5	—
6	117	100	286,08	386,22	220,15	2,2	150,3	150,3	—
6а	117	100	286,08	386,22	220,15	2,2	147,8	147,8	—

Примечание. Индексом «а» помечены параллельные опыты.

Таблица 7

№ п/п	Количество ДМС		Количество азотной кислоты удельного веса 1,32			Мо- дуль	Продол- житель- ность окисления, час, мин	Температура реакционной смеси за период реак- ции, °С	Выход нитрата ДМСО	
	мл	г	мл	г	в пере- счете на 100%-ную				г	% от ДМС
1	117	100	246,72	325,67	169,35	1,7	235	13—14—14	185,0	185,0
2	117	100	246,72	325,67	169,35	1,7	210	14—16—16	197,3	197,3
3	117	100	246,72	325,67	169,35	1,7	230	14—18—12	194,7	194,7
4	117	100	246,72	325,67	169,35	1,7	215	15—18—16	189,1	189,1
5	117	100	246,72	325,67	169,35	1,7	220	16—12—15	171,6	171,6
6	117	100	246,72	325,67	169,35	1,7	140	16—14—10	172,9	172,9
7	117	100	271,88	358,23	186,28	1,86	220	13—29—16	172,25	172,25
8	117	100	271,88	358,23	186,28	1,86	230	12—14—12	176,40	176,4

или окиси кальция



При нейтрализации окисью кальция реакция идет с выделением тепла, и в этом случае желательно охлаждение.

Полученный нейтрализат отфильтровывался от избытка окиси кальция и перегонялся в вакууме.

В результате разгонки нейтрализата (рН = 9,05), полученного обработкой 600 г нитрата диметилсульфоксида, растворенного в 260 мл воды, окисью кальция, было получено 240 мл ДМСО, что вместе с фракцией, имеющей температуру плавления 13°, составило 264 г (уд. вес продукта 1,1).

Теоретический выход ДМСО от теоретического количества нитрата ДМСО по вышеприведенному уравнению реакции нейтрализации в этом случае составил 55,3%, а в расчете на исходный ДМС — 125,7%. Практически из 600 г нитрата ДМСО получено 264 г ДМСО, то есть выход составил 80% от теоретического.

После перегонки в колбе остался осадок нитрата кальция, хорошо растворимый в воде (что удобно для разгрузки перегонного аппарата).

Кроме перегонки из колбы Вюрца было проведено несколько разгонок нейтрализата на лабораторной вакуум-ректификационной колонке высотой 1000 мм и числом теоретических тарелок около 20. В табл. 8 приводятся результаты одной из разгонок нейтрализата ( $pH = 11,15$ ), полученного растворением 300 г нитрата ДМСО в 120 г воды.

Таблица 8

№ фракции	Температура на дефлегматоре, °С	Давление, мм рт. ст.	Вес фракции, г	Температура плавления, °С	Коэффициент рефракции при 20°С	Примечание
1	23	20	49	—	1,3320	Вода
2	23	20	35	—	1,3310	"
3	22,8	20	38	—	1,3300	"
4	65	10	10	—	1,3720	"
5	62,5	6,0	11	14,7	1,4735	Диметилсульфоксид
6	61,0	6,0	20,4	18,25	1,4759	"
7	62,0	6,0	41,8	18,0	1,4761	"
8	61,0	6,0	46,2	18,0	1,4750	"
9	63,5	6,0	25,3	15,1	1,4742	"

Примечание. Всего отогнано диметилсульфоксида 144,7 г.

Теоретически в этом случае должно было получиться 165 г ДМСО, а практически получилось 144,7 г или 87,7% от теоретического количества.

В результате первого этапа работы было получено два образца диметилсульфоксида (в количестве около 7 л), имеющих следующую характеристику:

	Образец 1	Образец 2
Удельный вес при 20°	1,097	1,099
Температура плавления °С	18,0	17,5
Коэффициент рефракции при 20°	1,4771	1,4767
Оптическое вращение	0	0

Чистый диметилсульфоксид представляет собою прозрачную маслянистую жидкость. Удельный вес при 20° — 1,1, точка плавления — 18,45°, давление пара при 20° — 0,37 мм ртутного столба, молярное понижение точки замерзания — 4,8°, температура воспламенения +95° [8].

Удельный вес смеси диметилсульфоксид — вода возрастает по мере увеличения количества первого, и при содержании воды менее 25% почти равен удельному весу чистого диметилсульфоксида [9].

Температура кипения чистого диметилсульфоксида 189—190°. По мере добавления воды температура кипения смеси диметилсульфоксид — вода снижается. Так, при содержании 25% воды смесь закипает при 126°, а при содержании 50% воды — при 108°.

Для образца диметилсульфоксида с  $t_{пл} = 18^\circ$  определялась температура кипения в зависимости от давления. Результаты определений иллюстрируются графиком на рис. 4.

Диметилсульфоксид смешивается с водой в любых соотношениях; естественная влажность его при 20° составляет около 10%. Темпера-

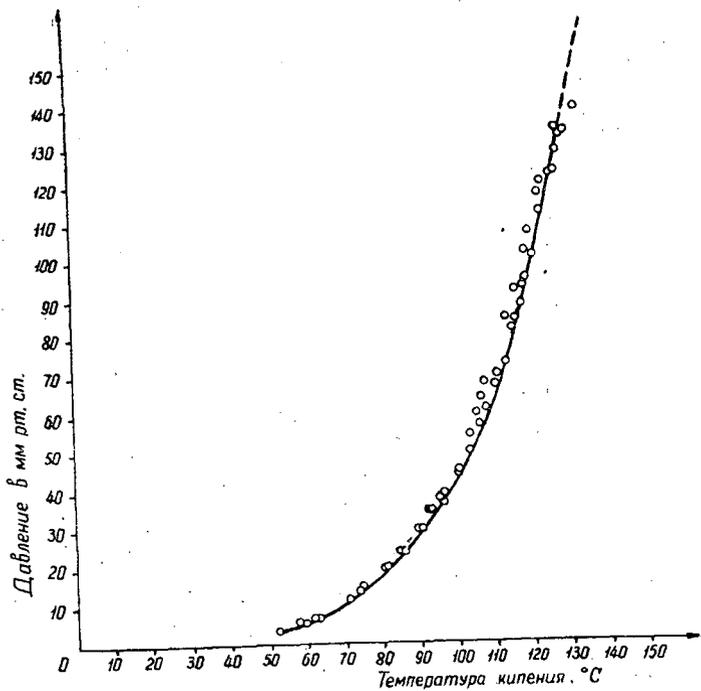


Рис. 4. График зависимости температур кипения ДМСО от давления.

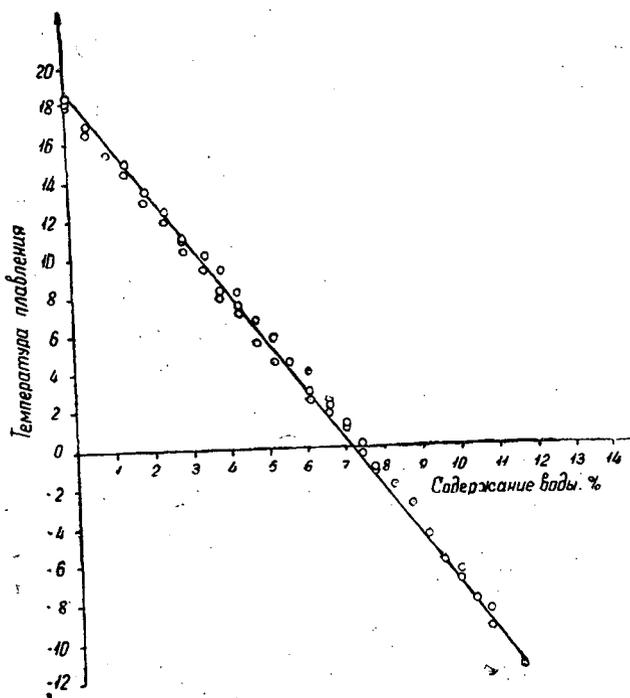


Рис. 5. График зависимости температур плавления от содержания воды в смеси ДМСО — вода.

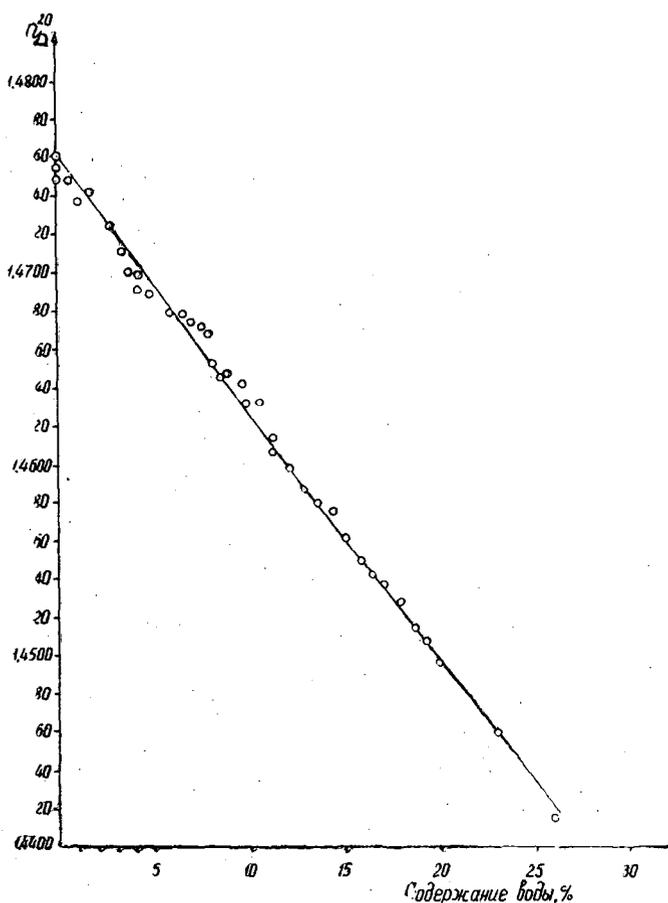


Рис. 6. График зависимости коэффициента рефракции ДМСО от содержания воды.

тура плавления смеси диметилсульфоксид — вода при добавлении воды быстро снижается.

Для смеси ДМСО — вода нами были исследованы зависимости температуры плавления и коэффициента рефракции от количества  $H_2O$ . Результаты определений показаны на рис. 5 и 6.

Низкие температуры замерзания смеси диметилсульфоксид — вода позволяют использовать их в качестве антифризов. Так при содержании 50—70% диметилсульфоксида температура плавления смеси ниже  $-60^\circ$  [14].

При изменении процентного содержания диметилсульфоксида и температуры смеси ДМСО — вода теплоемкость ее изменяется незначительно: для 25%-ного диметилсульфоксида она составляет 0,88, для 75%-ного — 0,63 (при  $20^\circ$ ); для 50%-ного — при  $20^\circ$  равна 0,75, а при  $50^\circ$  — 0,55 [14]. Для смеси ДМСО — вода вязкость достигает максимума при содержании диметилсульфоксида 75% и при  $25^\circ$  составляет 3,68 *спз*; (вязкость чистого ДМСО — 1,99 *спз*). При понижении температуры вязкость смеси увеличивается.

Теплопроводность смеси почти постоянна независимо от температуры (для 66%-ного диметилсульфоксида она равна 0,000668 *кал/см · сек · град* при  $+4^\circ$  и 0,000684 *кал/см · сек · град* при  $20^\circ$ ) [13].

Полученные нами образцы ДМСО использовались в качестве высокоэффективного растворителя волокнообразующих синтетических полимеров в исследованиях, проводимых ВНИИВом [6] и в нашей лаборатории в качестве делигнифицирующего реагента с целью разработки нового метода производства целлюлозы, позволяющего, как показывают предварительные опыты, получать высококачественную целлюлозу и новые виды лигнинных препаратов, интересные в теоретическом и практическом отношении. Однако эти вопросы выходят за рамки данного сообщения.

### III. Методы промышленного получения диметилсульфида

Известно три метода получения ДМСО: парофазное окисление ДМС кислородом воздуха в присутствии окислов азота [17], жидкофазное окисление ДМС кислородом воздуха в присутствии окислов азота [18] и жидкофазное окисление двуокисью азота [10].

Метод парофазного окисления был запатентован Смедслундом еще в 1944 г. в Швеции, но промышленное производство было организовано в США фирмой Стейпн Кемикэл только в 1953 г. Согласно патентным данным при приготовлении реакционной смеси для окисления ДМС испаряется со скоростью 0,7 г/мин в потоке воздуха, имеющем скорость 680 мл/мин. Окись азота добавляется к газообразной смеси со скоростью 40,0 мл/мин.

Реакция протекает при строго контролируемой концентрации реакционной смеси и температуре, не превышающей 45°. Сырой продукт содержит около 5% ДМС, 2% двуокиси азота, 1% метансульфокислоты и немного воды. Выход ДМСО составляет 75% от теоретического. Полученный продукт нагревают до 150° для удаления ДМС и окислов азота. Метансульфокислоту нейтрализуют гашеной известью, а ДМСО перегоняют в вакууме при 1—2 мм рт. ст. Этот метод оказался взрывоопасным, и в июне 1959 г. завод в результате взрыва был уничтожен [10]. Окисление ДМС в жидкой фазе кислородом воздуха в присутствии окислов азота осуществлено шведским акционерным обществом «Нитроглицерин АВ». Американская фирма Кроун Целлербах также намерена производить ДМСО по этому методу.

При жидкофазном окислении окислы азота непрерывно регенерируются и циркулируют в процессе. Хотя «Нитроглицерин АВ» успешно использует свой метод, считают, что он также не свободен от опасности взрывов. Наибольший интерес, по нашему мнению, представляет метод немецкой фирмы «Унион Рейнише Брауенколен Крафтштофф (УК)», разработавшей новый вариант получения ДМСО окислением ДМС в жидкой фазе [10]. Схема процесса приведена на рис. 7.

Диметилсульфид в реакторе окисляется двуокисью азота, растворенной в диметилсульфоксиде. Процесс проходит при температуре 43—68° и атмосферном давлении. Двуокись азота, затрачиваемая на окисление, регенерируется с небольшими потерями, и потребность в ней невелика. Окись азота, образующаяся в результате восстановления двуокиси азота, почти нерастворима в ДМСО и удаляется продувкой продукта азотом в десорбере. При этом удаляется также и ДМС. Снизу из десорбера отводится чистый ДМСО, а ДМС вместе с азотом проходит через холодильник, конденсируется и стекает в реактор. Часть несконденсировавшегося ДМС, азот и окись азота поступают во второй реактор, орошаемый раствором двуокиси азота в ДМСО, где окисляется ДМС. Азот и окись азота отсюда отводятся в специальный окислительный сосуд, а диметилсульфоксид — в окислительную

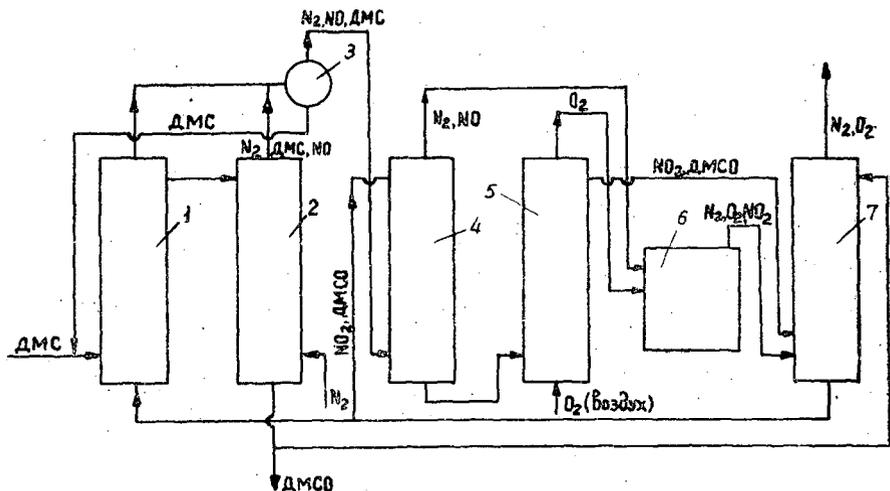


Рис. 7. Принципиальная схема получения диметилсульфоксида окислением диметилсульфида в жидкой фазе.

1 — реактор; 2 — десорбер; 3 — холодильник; 4 — второй реактор; 5 — окислительная колонна; 6 — окислительный сосуд; 7 — абсорбер.

башню, в которой происходит окисление окиси азота, частично растворенной в ДМСО; в окислительном сосуде она окисляется газами из второго реактора. Газы после этого поступают в абсорбер, орошаемый диметилсульфоксидом, где готовится свежий раствор двуокиси азота в ДМСО для главного и второго реакторов. Концентрацию раствора регулируют добавлением свежего ДМСО.

Описанный процесс дает возможность получать чистый диметилсульфоксид, свободный от окислов азота.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова, В. С. Каминский. Новый одорант-сульфан. Труды АЛТИ, т. XIII, стр. 238, 1949. [2]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Исследование свойств одоранта-сульфана. Труды АЛТИ, т. XIV, стр. 158, 1954. [3]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Улучшение способов улавливания сульфатного скипидара и сульфана. Бумажная промышленность № 6, 1950. [4]. Б. Д. Богомолов. Сернистые соединения при сульфатной варке целлюлозы. Бумажная промышленность № 8, 1954. [5]. Б. Д. Богомолов, Г. Ф. Прокшин. Об органических сернистых соединениях сульфатной варки целлюлозы, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1961. [6]. Б. Д. Богомолов, И. С. Дорохина, В. С. Клименков. Исследование возможности применения производных диметилсульфида при получении волокон на основе акрилонитрила и его сополимеров. «Химические волокна», № 1, 1962. [7]. И. Тиммерман. Физико-химические константы чистых органических соединений. Стр. 616, 617, Нью-Йорк, Амстердам, Лондон, Брюссель, 1950. [8]. Ульман. Энциклопедия технической химии, т. XII. Растворители. Мюнхен, 1958. [9]. F. A. Abadie-Maupert, Papeterie, 81, Nr 3, 1959. Экспресс-информация «Целлюлозно-бумажная промышленность», вып. 30, № 105—108, август 1959. [10]. Chemical Engineering, 67, 6, 1960. [11]. Merle D. Cisney and James D. Wethern. Патент США 2816832. [12]. T. Enkvist, E. Hägglund. Патент США 2711430. [13]. W. M. Hearon. Forest Products Journal, Nr 11, 12, 1957. [14]. Houben Weili. Methoden der org Chemie, t. IX, Stuttgart, 1955. [15]. F. Hübennett and N. Schnack. Немецкий патент 1016261. [16]. Paper Trade Journal, Nr 37, 1958. [17]. T. Smedslung, патенты США 2587050, 2825744, 2825745. [18]. G. A. Wetterholm och K. R. Fossan. Патент США 2702824.

Поступила в редакцию  
14 ноября 1961 г.

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ЛТА

Сообщение 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ КОНДЕНСАЦИИ ФЕНОЛЯТОВ  
ФРАКЦИИ 180—210° ДРЕВЕСНОЙ ОТСТОЙНОЙ СМОЛЫ  
С ХЛОРУКСУСНОКИСЛЫМ НАТРОМ

**Д. В. ТИЩЕНКО**

Профессор

**В. Е. КОВАЛЕВ**

старший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Как показали исследования, проведенные нами совместно с Ростовской Госселекстанцией, Всесоюзным институтом защиты растений и Ленинградским научно-исследовательским Институтом лесного хозяйства, хлорированные феноксиуксусные кислоты, полученные из фракции фенолов 180—210° древесной отстойной смолы (гербициды ЛТА), являются эффективным средством для уничтожения широколистных сорняков в посевах зерновых культур и для расчистки тех или иных площадей от зарослей ольхи, березы и ивы.

В настоящее время для химической прополки зерновых культур используются главным образом различные производные 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) [1]. Для синтеза ее необходим простейший фенол  $C_6H_5OH$ , дефицит в котором общеизвестен [3].

Гербициды ЛТА не только не уступают 2,4-Д, но по некоторым свойствам превосходят ее, поэтому перед нами встала задача — разработать приемлемую схему технологического процесса получения гербицидов ЛТА. Важнейшими узлами этой схемы являются конденсация фенолятов с хлоруксуснокислым натром и хлорирование феноксиуксусных кислот. Рассмотрим подробнее реакцию конденсации.



Одновременно с конденсацией проходит побочная реакция гидролиза хлоруксусной кислоты:



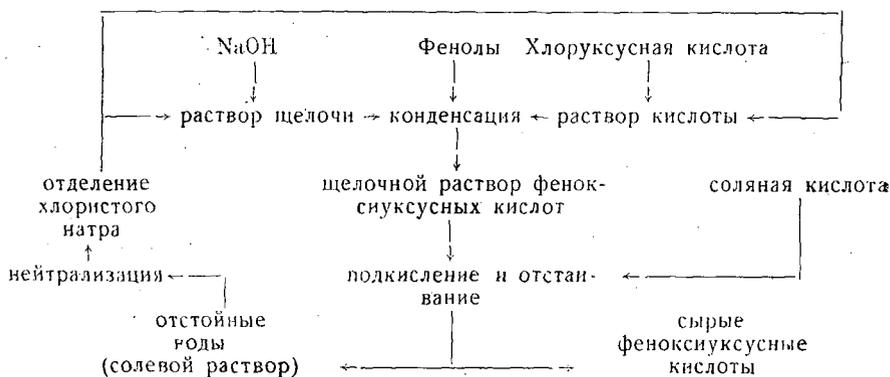
От соотношения скоростей реакций 1 и 2 и зависит выход феноксиуксусных кислот и их качество.

Первые опыты проводились в следующих условиях:

Фенолы	1 г-моль
Хлоруксусная кислота	1,11 »
Натр едкий	2,15 »

Реакционную смесь мы нагревали в течение 7 час на кипящей водяной бане, охлаждали и подкисляли по Конго соляной кислотой. Выпавшие кислоты содержали до 20% не вступивших в реакцию фенолов, от которых можно было почти полностью избавиться, продувая через кислоты пар. Для более детального изучения реакции был поставлен ряд опытов по выяснению влияния некоторых факторов на чистоту получаемых феноксиуксусных кислот. Учитывая, что в производственных условиях наиболее возможным путем сокращения количества сточных вод может быть многократное использование солевых растворов, получаемых после подкисления реакционной смеси соляной кислотой; для растворения реагентов мы использовали насыщенные растворы хлористого натрия. Предварительные опыты показали, что солевые растворы при многократном использовании не обогащаются органическими веществами.

Схема проведения предварительных опытов



Прежде всего было выяснено влияние времени конденсации и количества насыщенного раствора хлористого натрия, введенного в процесс, на состав продуктов конденсации. Данные опытов приведены в табл. 1 и 2.

Навески фенолов во всех опытах — 22 г, хлоруксусной кислоты — 20,8 г и щелочи — 17,0 г.

Таблица 1

№ опытов	Время конденсации, час	Температура бани, град	Состав сырых феноксиуксусных кислот, %	
			фенолов	кислот
1	5	100—117	10,0	90,0
2	6	100—119	12,7	83,3
3	7	100—117	8,9	91,2
4	8	100—118	10,0	90,0

Таблица 2

Объем раство- ров NaCl для раство- рения реаген- тов, мл	Время кон- денсации, час	Температура реакционной массы, град	Состав сырых кислот, %	
			фенолов	кислот
60,0	6	100	13,8	86,2
100,0	6	100	8,0	92,0
120,0	6	100	12,0	88,0
150,0	6	100	9,7	90,3

Получить кислоты, содержащие менее 8% примеси фенолов, нам не удалось. В литературе [2] имеются указания о положительном влиянии хлористого натрия на течение реакции конденсации. Однако, учитывая, что NaCl может увеличивать скорость реакции гидролиза хлоруксусной кислоты, мы решили провести ряд опытов с использованием для растворения реагентов воды [5]. Данные опытов приведены в табл. 3. Время конденсации 6 час, соотношение реагентов такое же, как и в предыдущих случаях.

Результаты опытов показывают, что наличие большого количества NaCl в реакционной среде все же отрицательно влияет на ход конденсации; однако и с применением воды существенно улучшить качество кислот нам не удалось.

Таблица 3

№ опытов	Объем воды для раство- рения реагентов, мл	Температура реакционной массы, град	Состав сырых кислот, %	
			фенолов	кислот
1	65	100	6,3	93,7
2	100	100	10,7	89,3
3	120	100	6,3	93,2
4	150	100	10,0	90,0

Феноксиуксусные кислоты с небольшим содержанием непрореагировавших фенолов были получены лишь при проведении конденсации с отбором, то есть с выводом из сферы реакции части конденсирующихся в обратном холодильнике паров. Это позволило увеличить концентрацию реагирующих масс в конце процесса и, следовательно, увеличить выход феноксиуксусных кислот. Вопросу повышения концентрации реагирующих масс в литературе уделялось внимание, но технически приемлемых решений дано не было [4]. При проведении отбора азетропно с парами воды увлекаются не вступившие в реакцию фенолы. Их можно, в зависимости от хода процесса, или вернуть в реакционную колбу, или вывести из реакции. Качество феноксиуксусных кислот при проведении конденсации с отбором значительно улучшается. Так, например, при проведении конденсации в условиях опыта 1, но с отбором, получены феноксиуксусные кислоты, содержащие всего лишь 4% примеси непрореагировавших фенолов.

Все дальнейшие опыты проводились с целью четкого определения условий реакции, позволяющих получить максимальные выходы феноксиуксусных кислот. Особое внимание пришлось обратить на влияние рН реакционной среды на ход конденсации. При проведении ряда опытов нам не удалось добиться воспроизводимых результатов. Оказалось, что основной причиной этого является отсутствие постоянного контроля.

за рН реакционной массы. Так, если в течение первых двух-трех часов реакции хотя бы на незначительное время рН реакционной массы окажется меньше 8, то выход феноксиуксусных кислот резко падает. Об этом необходимо помнить даже во время приготовления исходной реакционной смеси: следует всегда растворять фенолы в щелочи, а затем уже прибавлять хлоруксусную кислоту.

Все дальнейшие опыты проводились при строгом контроле за рН среды во время конденсации; результаты некоторых из них показаны в табл. 4. Часть опытов была поставлена с отбором; при этом мы учитывали технологическую приемлемость такого способа конденсации с точки зрения возможности использования фенольных вод отбора для растворения реагентов в последующих опытах. Отбор проводили после 3—4-часового нагревания реакционной смеси, когда основное количество фенолов уже вступало в реакцию.

Рассмотрим данные опытов, приведенные в табл. 4.

№ (опытов)	Количество NaOH, г	Количество воды для растворения NaOH, мл	Количество воды для растворения $\text{ClCH}_2\text{COOH}$ , мл	Время конденсации, час	Объем отбора, мл	Содержание фенолов в отборе, г
1	78,4	150	95	6	—	—
2	73,0	190	90	6	—	—
3	75,0	180	100	2,5+3*	220	3
4	75,0	180	100	3+3	260	—
5	76,0	105	105	5	—	—
6	83,5	180	100	5	—	—
7	76,5	170	94	5	—	—
8	76,5	220	122,5	5	—	—
9	76,0	105	105	5	—	—
10	80,0	110	100	5	—	—
11	90,0	150	100	5	—	—
12	80,0	150	100	5	200	1,45
13	90,0	140	90	5	—	—
14	90,0	200	150	5	—	—
15	76,0	150	100	5	—	—
16	76,0	150	100	1+1	200	2,0
17	80,0	220	130	1,5+1,5	170	2,5
18	80,0	160	94	4	150	1,8
19	80,0	160	94	3+2	140	1,9

Примечание. Навеска фенолов — 100 г (в опыте 4 — 110 г), хлоруксусной

При конденсации фенола с хлоруксусной кислотой практический выход феноксиуксусной кислоты составляет 80—85% от взятого фенола. В хорошо воспроизводимых опытах (18, 19 и др.) нами были получены более высокие выходы феноксиуксусных кислот, что объясняется не только правильным выбором условий процесса, но и проведением конденсации с отбором. Постановкой опыта 6 мы хотели выяснить, целесообразно ли увеличивать расходы хлоруксусной кислоты и щелочи. Результаты показали, что повышенный расход дорогой хлоруксусной кислоты не оправдывается.

Опытами 10—15 было выяснено влияние соотношения реагентов на течение реакции. По некоторым данным увеличение количества щелочи, вводимой в реакцию конденсации, повышает выход феноксиуксус-

ной кислоты. По нашему мнению, при конденсации фенолов с хлоруксусной кислотой необходим лишь строго определенный, минимальный избыток щелочи, так как иначе резко возрастает скорость побочной реакции — гидролиза хлоруксусной кислоты. Общее количество щелочи, введенной в реакцию в опытах 10—15, составляло в каждом случае около 90 г, однако в опытах 10, 12 и 15 в течение всего периода конденсации мы давали возможно меньший избыток ее. Это достигалось тем, что к фенолам приливали не всю щелочь сразу, а лишь столько, сколько было необходимо, чтобы рН среды был не ниже 8 и не выше 11—12. По мере конденсации щелочь добавляли небольшими порциями, непрерывно контролируя рН среды. В опытах 11, 13 и 14 вливали сразу всю щелочь. Раствор в начале конденсации имел рН = 13—13,5, и хотя все условия конденсации соблюдались тщательно, полученные кислоты содержали большое количество непрореагировавших фенолов.

Таблица 4

Состав сырых феноксиуксусных кислот, г		Состав фильтратов, промывных и отстойных вод, г		Всего не вступило в реакцию фенолов, г	Всего получено феноксиуксусных кислот, г	Выход кислот, %	
феноксиуксусных кислот	фенолов	феноксиуксусных кислот	фенолов			считая на прореагировавшие фенолы	считая на взятые фенолы
113	10	4	мало	10	117,0	74,2	67,0
115,2	15,73	4,8	0,5	16,2	120,0	87,0	80,0
120	0,55	—	—	3,55	120,0	87,0	77,8
154	3	—	—	3,0	154,0	95,0	93,0
66,5	—	58,2	4,9	5,5	124,7	87,5	82,5
126,2	5,8	Не учтено		—	126,2	—	83,5
111	7,1	14,4	2,0	7,5	125,4	90,0	83,3
122,5	8,14	Не учтено		—	122,5	—	81,2
124	10,8	—	—	—	124,0	—	82,2
130	6,1	—	—	6,1	130,0	91,7	86,2
108	19,6	—	—	19,6	108,0	89,0	71,5
127	4,25	1,25	1,45	7,15	128,2	92,0	85,0
114	14,0	—	—	14,0	114,0	88,0	75,5
108	20,3	—	—	20,3	108,0	90,0	71,5
126	7,2	—	—	7,2	126,0	90,0	83,5
122	8,0	—	—	10,0	122,0	90,0	81,0
129	2,9	1,0	—	5,4	131,6	92,5	87,0
127,3	5,55	2,0	—	7,35	129,3	93,0	86,5
127,0	6,0	1,8	—	7,9	128,8	93,0	86,0

кислоты — 94 г (в опыте 6 — 100 Г).

Высокий выход феноксиуксусных кислот в опыте 4 объясняется введением в реакционную смесь бензола и использованием для анализа сухих солей; поэтому никаких потерь феноксиуксусных кислот с отстойными водами, фильтратами и т. п. не было. Опыт практического значения не имеет и приведен только для доказательства возможности получения очень высоких выходов феноксиуксусных кислот из фенолов фракции 180—210°. В опыте 17 были использованы фенолы, предварительно обработанные бисульфитом для удаления содержащегося в них метилциклопентенолона, количество которого составляет до 6% от веса фракции. Изменения рН среды во время опыта не происходило, что весьма упростило проведение процесса. Выход феноксиуксусных кислот получился высоким. Это можно объяснить тем, что метилциклопентенолон реагирует с двумя молекулами хлоруксусной кислоты.



Таким образом, часть хлоруксусной кислоты, предназначенной для конденсации с фенолами, тратится на получение хорошо растворимых, разрушающихся при хлорировании продуктов сочетания с метилциклопентенолоном. Влияние последнего тем более существенно, что на каждые 100 г его расходуется до 166 г хлоруксусной кислоты, тогда как на 100 г фенолов расход ее составляет всего лишь 81 г без учета потерь по реакции 2.

Наилучшие результаты получены нами в опытах 10, 12, 18 и 19.

Два последние опыта послужили основанием для составленной нами рекомендации получения феноксиуксусных кислот из фенолов фракции 180—210° смол термолита древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Мельников, Ю. А. Баскаков, К. С. Бокарев. Химия гербицидов и стимуляторов роста растений. М., 1954. [2]. Н. В. Тутурин. Авторское свидетельство 84982. [3]. Н. П. Федоренко, Л. А. Фридман, Н. Н. Шумская, Е. П. Щукин. Некоторые вопросы экономики производства фенола. «Химическая промышленность» № 3, 1961. [4]. Chem. Abst., 50, 1956, 10779d. [5]. Zeitschrift für Physikalische Chemie, т. 70, 512.

Поступила в редакцию  
29 июня 1961 г.

## О КЛЕЕВЫХ СМОЛАХ И НОВЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛИГНИНОВ

**А. А. СОКОЛОВА**

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник

(Институт леса и лесохимии Государственного Комитета  
Совета Министров РСФСР по координации научно-исследовательских работ)

С 1958 г. в лаборатории лигнина и высокополимеров под руководством автора статьи проводятся работы по синтезу и исследованию клеевых смол на основе щелочного сульфатного и гидролизного лигнинов, образующихся в качестве отходов сульфатно-целлюлозного и гидролизного производств.

В настоящее время рядом работ [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8] и др. установлено, что лигнин представляет собой ароматическое вещество фенольного характера. Наличие до 5 мг-экв/г фенольных и энольных гидроксильных групп делает его способным активно участвовать в реакции конденсации с фенолом и формальдегидом и заменять фенол в производстве фенол-формальдегидных смол.

Ранее сообщалось [4] о возможности получения дешевых и высококачественных клеевых фенол-лигнин-формальдегидных смол для древесно-стружечных плит; при этом предусматривалась полная замена кристаллического фенола равными долями лигнина и суммарных каменноугольных фенолов или ксиленола.

Разработанная нами рецептура и режим изготовления новых связующих позволяют получать их с вполне удовлетворительными адгезионными, технологическими и другими свойствами. Это было неоднократно подтверждено многочисленными испытаниями физико-механических свойств стружечных плит, изготовленных на лигниновых связующих.

В табл. 1 приводится характеристика некоторых из синтезированных смол, физико-механические показатели плит, изготовленных на этих смолах, а также стоимость смол и плит, расчет которой произведен для цеха производительностью 4 тыс. т лигниновых связующих в год. Стоимость щелочного сульфатного лигнина принята равной 60 руб. за 1 т, согласно техническому проекту опытной установки по выделению лигнина из щелока, смонтированной на Соломбальском бумажно-деревообрабатывающем комбинате.

Стоимость гидролизного лигнина условно принята 40 руб. за 1 т.

При прессовании плит в качестве древесного сырья использовалась стружка из-под деревообрабатывающих станков (верхнее сито 10 мм, нижнее — 2 мм).

№ п/п.	Марка смол	Используемое фенольное сырье	Физико-химические		
			содержание, %		вязкость в °ФЭ по В-36
			свободного фенола	свободного формальде- гида	
1	КЛЩ-13	Ксиленол и лигнин щелочной (1:1)	0,85—1,5	1,5—2,0	20—30
2	ЩЛЩ-17	Сырые фенолы (щекинские) и лигнин щелочной (1:1)	1—1,5	0,5—0,8	30
3	АЛЩ-15	Сырые фенолы (ангарские) и лигнин щелочной (1:1)	1,7—2,0	1,5—1,6	18—20
4	КЛГ-23	Ксиленол и лигнин гидролизный (1:0,65)	1—1,5	2,0—3,0	60—65

Примечание. Объемный вес плит составлял 0,7 г/см<sup>3</sup>.

Плиты прессовались в ЦНИИМОДе по режиму: температура плит пресса 150—160°С, удельное давление 20—22 кг/см<sup>2</sup>, выдержка в прессе 1 мин на 1 мм толщины плиты. Количество связующего составляло 10% абс. сухой смолы по отношению к весу стружки.

Следует отметить, что смолы КЛЩ-13 и АЛЩ-15 были также испытаны при запрессовках плит с выдержкой в прессе в течение 0,75 мин на 1 мм толщины плиты. Оказалось, что сокращение выдержки плит в прессе с применением указанных связующих не снижает их прочности. Это является существенным фактором, так как позволяет рационально использовать производительность пресса, тогда как выдержка в течение 1 мин на 1 мм толщины плиты снижает его производительность.

В 1960 г. ксиленол-лигнин-формальдегидная смола марки КЛЩ-13 прошла опытно-промышленную проверку в условиях Архбумкомбината при производстве древесно-стружечных плит с последующим изготовлением из них мебели. При этом было отмечено, что стружечные плиты на основе этой смолы успешно могут применяться в производстве мебели, так как они обладают вполне достаточной прочностью, хорошо поддаются фанерованию и различным видам механической и другой обработки, связанной с технологией данного производства.

С целью выяснения возможности отделки древесно-стружечных плит, изготовленных на лигниновых связующих, была произведена их облицовка отделочными материалами — текстурной бумагой, пластом, пленкой и др.\*

Облицовка плит производилась на Усть-Ижорском фанерном комбинате по технологии, принятой на этом предприятии, и не вызывала каких-либо затруднений.

Ряд образцов древесно-стружечных плит на лигниновых связующих марок КЛЩ-13 и АЛЩ-15 и изделий из них в 1960—1961 гг. демонстрировались на ВДНХ, где получили положительную оценку.

В 1961 г. лигниновые связующие марок КЛЩ-13 и АЛЩ-15 были переданы Всесоюзному научно-исследовательскому институту новых строительных материалов (ВНИИНСМ) для испытаний в плитах для строительства.

Испытания проводились в лаборатории древесных пластиков под руководством кандидата технических наук А. Н. Отливанчика.

\* Работа по отделке плит и получению образцов и изделий из них была выполнена при участии научных сотрудников — инженеров Р. С. Ждановой и Л. М. Прокшиной.

Таблица 1

показатели смол		Физико-механические показатели стружечных плит, изготовленных на этих смолах			Стоимость, руб.-коп.	
щелочность, %	сухой остаток, %	прочность при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>	водопоглощение через 24 часа, %	водопоглощение через 10 сут., %	1 т смолы	1 м <sup>3</sup> плит
2,0	48	150—160	21—60	—	113—00	36—80
1,5	45	140—150	—	8,0—9,0	124—00	37—40
2—2,5	41	140—150	50—67	—	124—00	37—40

В табл. 2 представлены результаты физико-механических испытаний плит, изготовленных на этих связующих.

Таблица 2

№ плит	Марка смолы	Объемный вес плиты, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>		Водопоглощение за 24 часа, %	Набухание по толщине за 24 часа, %	Запах плит.	
			при наблюдении	приведенный к объемному весу, 0,7 г/см <sup>3</sup>			до тепловой обработки	после тепловой обработки
43	КЛЩ-13	0,71	257	249	69,1	23,4	Имеется запах ксиленола	Слабый запах остается
45	АЛЩ-15	0,77	211	184	84,7	54,2	Запах фенолов	Запаха нет

Примечание. Плиты прессовались по режиму: удельное давление 18—20 кг/см<sup>2</sup>, температура плит пресса — 150° С, выдержка плит в прессе — 0,75 мин на 1 мм толщины плиты. Количество связующего составляло 10% абс. сухой смолы по отношению к весу стружки. Стружка использовалась специальная, изготовленная на станках фирмы «Ортман».

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы.

1. Плиты, изготовленные на смоле КЛЩ-13, имеют высокие показатели прочности и не уступают плитам, изготовленным на карбамидных смолах. Поэтому они также могут применяться для полов, перегородок, шитовых дверей, подшивки потолков, встроенной мебели и т. п. в соответствии с инструкцией ВНИИНСМа.

2. Плиты, изготовленные на смоле АЛЩ-15, имеют несколько худшие показатели и, главным образом, по водопоглощению. Поэтому они могут быть рекомендованы только для внутренних дверей, встроенной мебели и других видов изделий, не подвергающихся увлажнению в процессе эксплуатации. Применение плит на смоле АЛЩ-15 может быть расширено, если в их состав ввести парафиновую эмульсию, которая значительно повышает их водостойкость.

Некоторым недостатком плит является наличие незначительного запаха ксиленола. Поэтому при использовании в строительстве рекомендуется подвергать их шпаклевке и двухразовой окраске эмалью или масляной краской, оклейке пластиком или другим способом лицевой отделки.

Жизнеспособность смол, то есть их способность сохранять рабочую вязкость в течение какого-то времени при температуре хранения  $+20^{\circ}\text{C}$ , составляет 10—12 сут (КЛЩ-13) и 12—14 сут (АЛЩ-15). Это значит, что в течение указанного времени смолы обладают такой вязкостью, при которой способны без затруднений распыляться из пистолета или форсунки. Опытным путем в камеральных и производственных условиях для лигниновых связующих установлена рабочая вязкость до  $150^{\circ}\text{F}$ . — Э. (Форда — Энглера) \*.

Загустевшие смолы, имеющие вязкость более  $150^{\circ}\text{F}$ . — Э., распыляются с трудом или вовсе не распыляются. Однако эти смолы снова могут быть использованы после разбавления их спиртом-сырцом, ацетоном, а также водой до рабочей вязкости. Но при этом необходимо, чтобы концентрация сухих веществ в смоле оставалась в пределах, обеспечивающих прочностные и другие свойства плит. Заметим, что способность лигниновых связующих растворяться в воде является их характерной особенностью, выгодно отличающей их от других клеевых смол, применяемых в производстве стружечных плит.

Лигниновые связующие при температуре  $18$ — $20^{\circ}\text{C}$  обладают сравнительно небольшой жизнеспособностью, что может воспрепятствовать их транспортировке на дальние расстояния, особенно в летнее время. Однако это не является препятствием для их использования. В настоящее время на большинстве предприятий, выпускающих стружечные плиты, создаются клеевые установки, а поэтому отпадает необходимость в перевозке связующих и их длительном хранении.

Понижение температуры хранения лигниновых смол до  $+5^{\circ}\text{C}$  способствует значительному увеличению их жизнеспособности \*\*: для смолы КЛЩ-13 — до 72 сут, для смолы АЛЩ-15 — до 48 сут (см. рис. 1).

Опытами в ЦНИИМОДе также было установлено, что хранение лигниновых смол при более низких температурах, чем  $+5^{\circ}\text{C}$  и даже на морозе увеличивает их жизнеспособность до 4—6 месяцев, причем адгезионные свойства этих смол, в отличие от большинства других клеевых смол, не изменяются.

С целью увеличения жизнеспособности лигниновых связующих в условиях хранения при температуре  $20$ — $25^{\circ}\text{C}$  нами изучалось влияние некоторых веществ — стабилизаторов вязкости, добавляемых к смолам в количестве от 2,5 до 10%. В качестве таких добавок к смоле КЛЩ-13 использовались этиловый и метиловый спирты, фурфурол, мочевины, этиленгликоль, диэтиленгликоль и глицерин.

Установлено, что применение для этой цели многоатомных спиртов нецелесообразно, так как их добавка способствует незначительному увеличению жизнеспособности смол.

Полученные результаты иллюстрируются рис. 2.

На рис. 3 представлены данные по изучению жизнеспособности смолы АЛЩ-15 при разных температурах и различных количествах добавляемого к смоле этилового спирта-сырца.

Анализ данных рис. 3 показывает, что добавление 5% этилового спирта при температуре хранения  $+5^{\circ}\text{C}$  позволяет увеличить жизнеспособность смолы АЛЩ-15 до 3,5 месяцев.

Нами также было проведено исследование жизнеспособности клеевых лигниновых смол при температуре хранения  $15$ — $20^{\circ}\text{C}$  с использо-

\* Для определения вязкости использовался вискозиметр В-36.

\*\* Экспериментальная часть по изучению жизнеспособности лигниновых смол выполнена при участии ст. лаборантов — инженеров В. А. Леушевой, Г. П. Антуфьевой и Н. В. Беспаловой. Графическая часть выполнена мл. научным сотрудником Л. А. Семаковой.

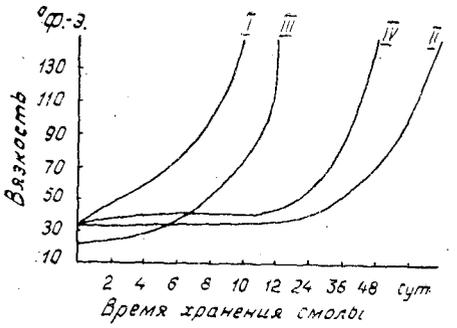


Рис. 1.

I — смола КЛШ-13,  $t = + 20^{\circ}$ ;  
 II — то же  $t = + 5^{\circ}$ ;  
 III — смола АЛШ-15,  $t = + 20^{\circ}$ ;  
 IV — то же.  $t = + 5^{\circ}$ .

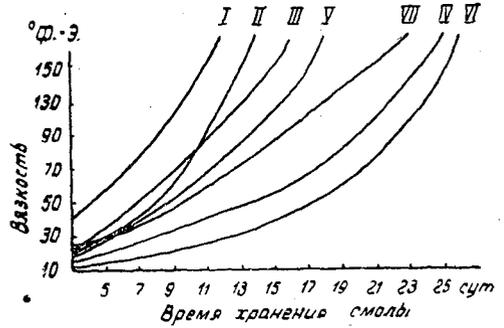


Рис. 2.

I — смола КЛШ-13 без добавок,  $t = + 20^{\circ}$ ;  
 II — то же с 5% этанола;  
 III — " " 5% фурфурола;  
 IV — " " 10% " "  
 V — " " 5% метанола;  
 VI — " " 10% " "  
 VII — " " 7% мочевины.



Рис. 3

I — смола АЛШ-15 без добавок,  $t = + 20^{\circ}$ ;  
 II — то же с 2,5% этанола;  
 III — " " 5% " "  
 IV — смола АЛШ-15 без добавок,  $t = + 5^{\circ}$ ;  
 V — то же с 2,5% этанола;  
 VI — " " 5% " "

ванием в различных количествах таких добавок как метанол, метанольно-эфиро-альдегидная фракция (МЭАФ) и сивушные масла. МЭАФ и сивушные масла, получающиеся в качестве побочных продуктов производства на Архангельском гидролизном заводе, имеют следующий состав в %.

**МЭАФ**

Крепость	93
Содержание метанола	80
» эфиров	2,7
» альдегидов	3,6
» кислот	1,8
воды и других веществ	12

**Сивушные масла**

Содержание изоамилового спирта	62,5
Спиртов этилового, метилового и эфиров	27,8
Борнеола	3,25
Других веществ	6,45

Результаты испытаний жизнеспособности смол при 15—20° С представлены на рис. 4, 5 и 6.

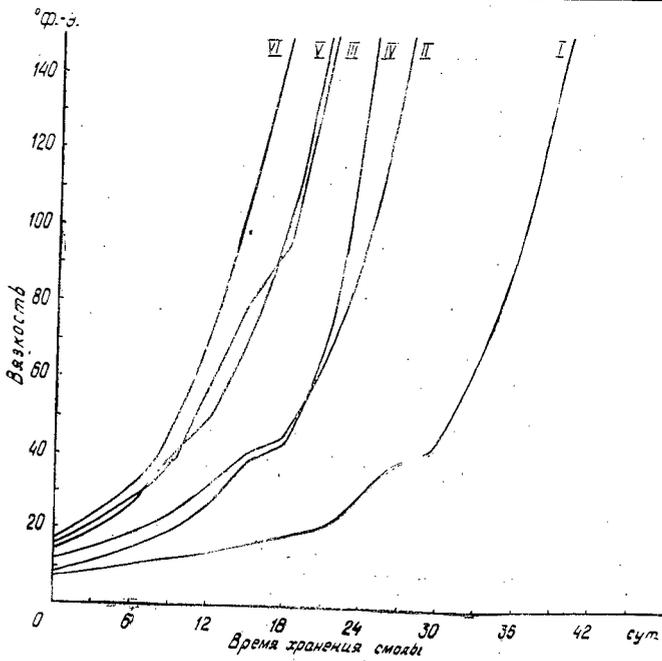


Рис. 4

I — смола КЛЩ-13 с 10% метанола,  $t = 15 - 20^\circ$ ;  
 II — то же " 5% "  
 III — " " 3% "  
 IV — " " 10% МЭАФ;  
 V — " " 5% "  
 VI — " " 3% "

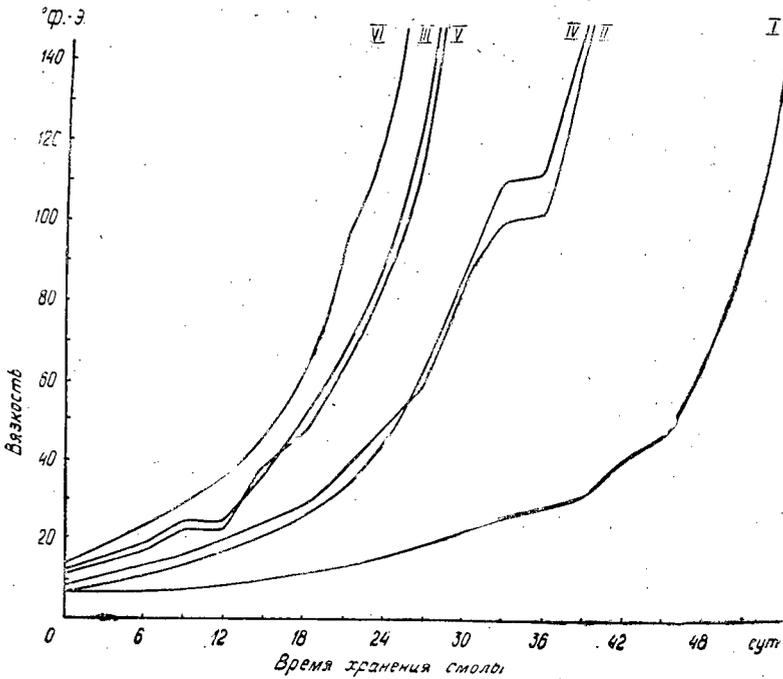


Рис. 5.

I — смола АЛЩ-15 с 10% метанола,  $t = 15 - 20^\circ$ ;  
 II — " " 5% "  
 III — " " 3% "  
 IV — " " 10% МЭАФ;  
 V — " " 5% "  
 VI — " " 3% "

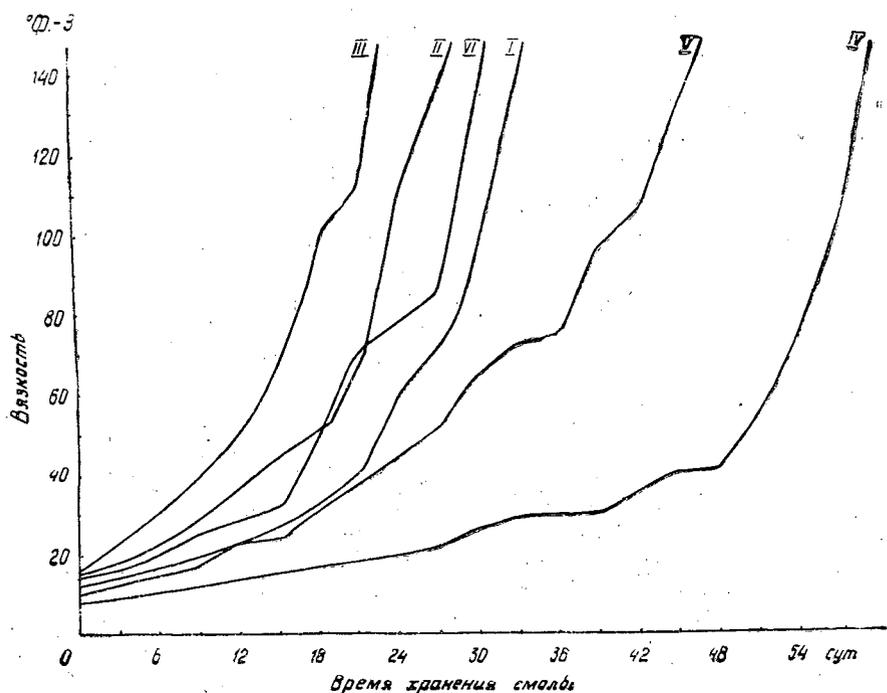


Рис. 6.

I	— смола КЛЩ-13	с 10% сивушных масел,	$t = 15 - 20^{\circ}$ ;
II	— то же	" 5%	" "
III	— " "	" 3%	" "
IV	— смола АЛЩ-15	" 10%	" "
V	— " "	" 5%	" "
VI	— " "	" 3%	" "

Анализируя полученные данные, отмечаем, что если в указанных условиях хранения ( $15-20^{\circ}$ ) к смолам прибавлять метанол в количестве 3,5 и 10%, то жизнеспособность увеличится соответственно до 21; 27; 40 сут (КЛЩ-13) и до 27; 39; 54 сут (АЛЩ-15). Добавка в тех же количествах МЭАФ увеличивает жизнеспособность соответственно до 18; 21; 24 сут (КЛЩ-13) и до 25; 28; 39 сут (АЛЩ-15). И, наконец, аналогичная добавка к смолам сивушных масел способствует увеличению их жизнеспособности соответственно до 23; 28; 33 сут (КЛЩ-13) и до 31; 46; 58 сут (АЛЩ-15). Изучение жизнеспособности клеевых лигниновых смол в зависимости от различных других факторов, а также химической сущности происходящих при этом процессов продолжается. Представляют интерес исследования, проведенные совместно с ЦНИИМОДом, по получению новых высокопрочных материалов на основе промышленных лигнинов\*. Использовалась рабочая смесь, состоящая из 100 в. ч. березовых опилок и 40 в. ч. лигнина влажностью 5—7% (применение более влажной смеси приводит к расслаиванию пластика). Прессование смеси, в состав которой входил гидролизный лигнин, осуществлялось при удельном давлении  $120-150 \text{ кг/см}^2$ , температуре плит пресса  $170-180^{\circ}\text{C}$ . Полученный пластик имел прочность при статическом изгибе, равную  $225-280 \text{ кг/см}^2$  и водопоглощение за 24 часа — 4%. Для смеси, приготовленной на щелочном сульфатном

\* Работа выполнялась при участии ст. лаборанта Лаборатории лигнина и высокополимеров инженера Г. П. Антufeевой.

лигнине, был отработан более мягкий режим прессования (удельное давление  $30 \text{ кг/см}^2$ , температура плит пресса  $160\text{--}170^\circ \text{C}$ ), который оказался почти аналогичным режиму прессования стружечных плит на жидких клеевых лигниновых смолах. Древесный пластик, изготовленный на основе щелочного лигнина, по сравнению с пластиком на гидролизном лигнине, имел значительно большую прочность при статическом изгибе, достигающую  $300\text{--}380 \text{ кг/см}^2$  при водопоглощении за 24 часа равным  $3\text{--}4\%$ \*. Выдержка рабочей смеси в прессе в обоих случаях была принята 1 мин на 1 мм толщины пластика. Объемный вес его составлял  $1,2\text{--}1,3 \text{ г/см}^3$ . Полученные данные позволяют считать, что щелочной лигнин как менее конденсированный продукт при получении древесного пластика проявляет свойства природного полимера и ведет себя как связующее в более мягких условиях в отличие от гидролизного лигнина, проявляющего эти свойства при более жестком режиме прессования.

Чтобы выяснить, как влияют сопутствующие лигнину примеси на прочность древесного пластика, проводили исследования с использованием лигнина, освобожденного от водорастворимых веществ (кипячением с водой) и от жировых и смолистых веществ (экстракцией органическими растворителями). Было установлено, что применение в рабочей смеси гидролизного лигнина, освобожденного от водорастворимых веществ, способствует увеличению прочности пластика при статическом изгибе до  $335 \text{ кг/см}^2$  (против  $270 \text{ кг/см}^2$  при использовании лигнина без предварительной обработки водой); показатель водопоглощения за 24 часа также улучшается и составляет  $1,01\%$  против  $1,88\%$ . Следовательно, если необходимо получить древесный пластик с повышенными показателями прочности, следует рекомендовать дополнительную промывку лигнина водой, тем более, что в условиях производства это можно осуществить без затруднений. Освобождение лигнина от смолистых, жировых и водорастворимых веществ способствует получению пластика с еще более высокими показателями прочности при статическом изгибе, достигающими  $385 \text{ кг/см}^2$ . Однако водопоглощение пластика за 24 часа в этом случае сильно возрастает и достигает  $5,77\%$ .

Все сказанное показывает, что на основе промышленных лигнинов можно получать высокопрочные древесные пластики, которые, очевидно, смогут найти широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Исследования в этом направлении также продолжаются.

\* Испытание прочностных свойств пластика производилось по ГОСТу на пластмассы органического происхождения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Щелочной сульфатный лигнин. «Бумажная промышленность» № 9, 1952.
- [2]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Вопросы изучения щелочного лигнина и использования его как химического сырья. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1958.
- [3]. А. А. Соколова, Б. Д. Богомолов, Ф. А. Крупкина, Г. С. Бродский, Н. В. Афанасьева. Щелочной лигнин как сырье для производства пластических масс. «Научные доклады высшей школы. Химия и химическая технология» № 3, 1958.
- [4]. А. А. Соколова, В. П. Павлов, Б. Д. Богомолов, Л. А. Меньшикова, К. В. Гусева, Р. С. Жданова, З. С. Калугина, В. А. Леушева. Новые связующие для древесных плит. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1958.
- [5]. А. А. Соколова. Промышленные лигнины как сырье для производства связующих. Труды Всесоюзной конференции по производству и применению древесно-волокнистых материалов и пластиков. ЦБТИ ГНТК СССР, 1961.
- [6]. Н. С. Ушаков, И. М. Матвеев. «Гидролизная промышленность» № 4, 1948.
- [7]. М. И. Чудаков, Г. Д. Георгиевская. ЖАХ, т. XV, вып. 3, 1960.
- [8]. М. И. Чудаков. Лигнин. Успехи химии, т. XXX, № 2, 1961.

## ОТВОД ТЕПЛА АБСОРБЦИИ ПРИ ГИДРОЛИЗЕ ДРЕВЕСИНЫ ГАЗООБРАЗНЫМ ХЛОРИСТЫМ ВОДОРОДОМ

**Н. В. ЧАЛОВ**

Кандидат технических наук

**А. Е. ЛЕЩУК**

И. о. старшего научного сотрудника

(Государственный научно-исследовательский институт гидролизной  
и сульфитно-спиртовой промышленности)

При гидролизе полисахаридов древесины газообразным хлористым водородом процесс может быть завершен в течение трех-шести часов; это в 6—12 раз быстрее гидролиза 41%-ной соляной кислотой в диффузионной батарее [3], [4]. Но техническому осуществлению такого процесса препятствует огромное количество тепла абсорбции хлористого водорода, отвести которое весьма трудно вследствие низкой теплопроводности гидролизуемой массы.

Количество тепла абсорбции можно уменьшить, если воздействию газообразного хлористого водорода подвергать не влажную, а сухую ( $W=4-6\%$ ) древесину, предварительно пропитанную концентрированной соляной кислотой. В этом случае резко снижается количество поглощаемого хлористого водорода, поскольку он расходуется только на донасыщение кислоты. Для пропитки сухую древесину заливают кислотой; при этом впитывается 2,5—3,0 весовых части кислоты на одну часть древесины, и с кислотой вносится 1,6÷1,8 весовых частей воды. На рис. 1 приведено количество тепла абсорбции хлористого водорода в зависимости от концентрации соляной кислоты, примененной для пропитки древесины, и количества воды, содержащейся в соляной кислоте. Как видим, повышение концентрации соляной кислоты дает большой эффект и является наиболее действенным фактором. Весьма важным является то, что при использовании 40%-ной HCl количество тепла абсорбции не зависит от количества кислоты, идущей на пропитку древесины, и составляет 58 ккал на 1 кг абс. сухой древесины. Это показывает, что для пропитки древесины наиболее целесообразно применять 40%-ную соляную кислоту.

При набухании древесины в соляной кислоте (которое предшествует процессам растворения полисахаридов и их гидролиза) кроме тепла абсорбции выделяется тепло набухания в количестве 34 ккал на 1 кг абс. сухой древесины [7]. Таким образом, общее количество тепла, которое нужно отвести от пропитанной 40%-ной соляной кислотой древесины, при насыщении ее хлористым водородом, составит 92 ккал на 1 кг абс. сухой древесины. Хотя это количество тепла во много раз меньше,

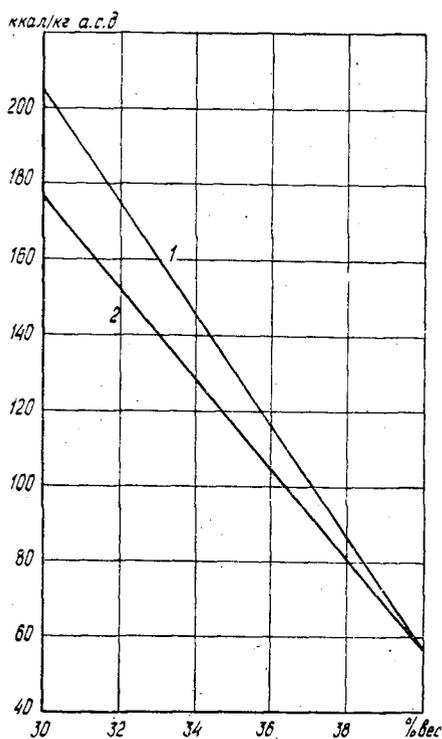


Рис. 1. Количество тепла абсорбции хлористого водорода в зависимости от концентрации соляной кислоты, (применяемой для смачивания сухой древесины), и количества воды, вводимой с соляной кислотой.

1 — 1,8 в. ч.; 2 — 1,6 в. ч.

явления — разложения сахаров. В условиях рециркуляции при прохождении HCl-газа через гидролизатор будет осуществляться его контакт с большой поверхностью измельченной растительной ткани. Поэтому, несмотря на малую теплопроводность растительной ткани, газообразный хлористый водород быстро нагреется. По выходе из гидролизатора он будет охлажден в холодильнике, после чего вновь поступит в гидролизатор. Вследствие поглощения древесиной количества хлористого водорода, циркулирующего через аппарат, будет уменьшаться; поэтому туда должен подводиться хлористый водород до тех пор, пока древесина им не насытится.

Описанный способ внутреннего охлаждения гидролизуемой массы технически просто осуществим и может применяться в аппаратах периодического или непрерывного действия.

#### Опытная установка и методика исследований

На рис. 2 представлена схема опытной установки. Процесс гидролиза осуществлялся в стеклянном гидролизаторе емкостью 24 л. Для замера температур были установлены термометры на входе и выходе хлористого водорода из гидролизатора и внутри гидролизуемого материала по осевой линии аппарата на 1/3 и 2/3 его высоты. Для исследований применялся целлолигнин сосновой щепы, содержащий

чем при насыщении хлористым водородом влажной древесины, все же оно еще велико, и его необходимо отводить.

Для отвода тепла абсорбции хлористого водорода и тепла набухания полисахаридов можно применить ряд способов: охладить кислоту до 15—18° перед пропиткой древесины [5]; использовать различные органические жидкости, инертные к HCl-газу (что, однако, усложняет процесс, так как появляется необходимость регенерации этой жидкости).

По нашему мнению, целесообразно отвод тепла производить с помощью хлористого водорода. Для этого подачу его в начальный период необходимо производить быстро, одновременно осуществляя (с помощью кислотостойкого вентилятора среднего давления) рециркуляцию его через гидролизуемый материал и охлаждение рециркулирующей части в холодильнике [6]. Тепло абсорбции, выделяющееся вследствие поглощения хлористого водорода, обусловит быстрый разогрев гидролизуемой массы. Разогрев в начальной стадии, когда не прошел еще процесс гидролиза полисахаридов, не вызовет нежелательного

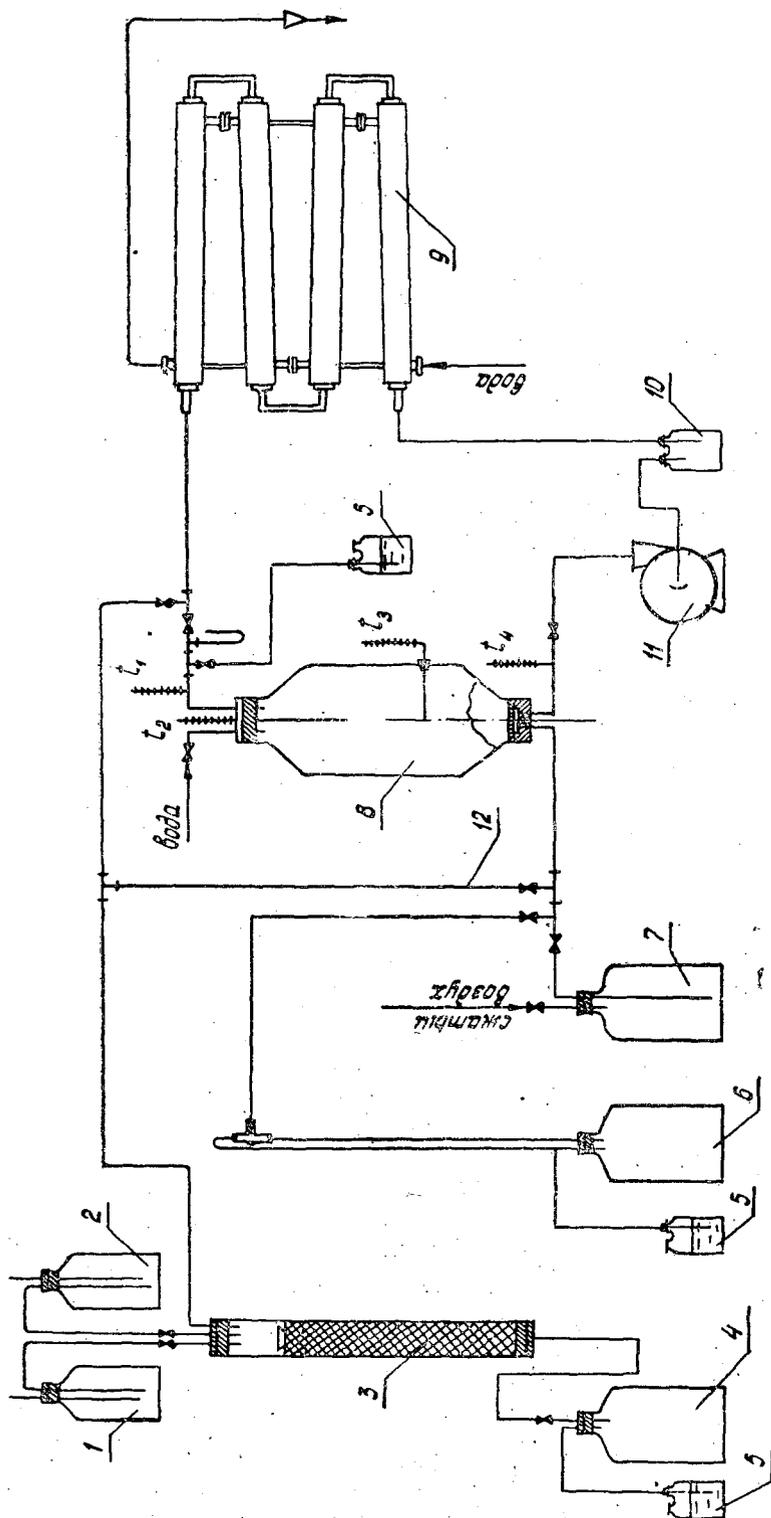


Рис. 2. Схема опытной установки для гидролиза целлюлозы газообразным хлористым водородом с рециркуляцией газа.

1-2 — напорные емкости для серной (1) и соляной (2) кислот; 3 — десорбер; 4 — сборник 75%-ной серной кислоты; 5 — поглотительные склянки; 6 — сборник гидролизата и промывных вод; 7 — емкость для соляной кислоты и сорбной воды; 8 — гидролизатор; 9 — холодильник; 10 — сборник конденсата; 11 — вентилятор; 12 — линия подачи газообразного хлористого водорода.

53,5% полисахаридов. Частицы целлолигнина представляли собой щепочки размерами от  $27 \times 36 \times 3,2$  мм до  $3,6 \times 14,3 \times 1,0$  мм. Наибольшее количество (56,8%) частиц имели размеры  $17 \times 17,3 \times 2,1$  мм.

В гидролизаппарат 8 загружалось около 4 кг целлолигнина влажностью  $4 \div 5\%$ , затем из емкости 7 снизу подавалась соляная кислота. После одного часа настаивания она сливалась, и по разности между количествами залитой в гидролизаппарат и слитой из него, определялось количество соляной кислоты, пошедшей на пропитку целлолигнина. После этого в десорбер 3 начинали подачу 30%-ной соляной кислоты и 93%-ной серной кислоты. При их смешении выделялся хлористый водород, который поступал в систему, а вытекающая из десорбера 3 75%-ная серная кислота собиралась в емкость 4. Подача газообразного хлористого водорода в гидролизаппарат производилась снизу: в опытах без рециркуляции — через линию 12, а в опытах с рециркуляцией (осуществлявшейся керамическим вентилятором 11), — через холодильник 9, состоящий из графитовых трубок.

По окончании опыта рециркуляцию хлористого водорода прекращали, гидролизаппарат отключали от системы, и от прогидролизованной массы отмывали сахара и хлористый водород водой. Промывные воды собирали в емкость 6 и анализировали на содержание хлористого водорода и сахаров. Лигнин выгружали из аппарата и взвешивали, среднюю пробу его анализировали на содержание полисахаридов. По разности между количеством хлористого водорода, отмытого от прогидролизованной массы и удержанного целлолигнином при пропитке его соляной кислотой, определяли количество газообразного хлористого водорода, поглощенного гидролизуемой массой при насыщении.

### Экспериментальные результаты

Полученные экспериментальные результаты суммированы в табл. 1 и на рис. 3—6. Целью первого опыта было определение характера изменения температуры внутри гидролизаппарата в процессе насыщения газообразным хлористым водородом целлолигнина, пропитанного 28,4%-ной соляной кислотой. Рециркуляция хлористого водорода не производилась. Из рис. 3 видно, что в гидролизаппарате происходит послойное поглощение HCl-газа и послойный значительный разогрев гидролизуемого материала. При дальнейшей подаче газа наблюдалось снижение температуры, составившее в среднем  $3^\circ$  в час. Для того чтобы определить влияние естественного охлаждения, через 6 час 45 мин подачу газа прекратили. Снижение температуры в результате естественного охлаждения составило  $6^\circ$  в час.

В процессе работы отдача тепла идет очень медленно, так как потери в окружающую среду незначительны; поэтому необходимо принятие специальных мер для отвода тепла. Максимальная температура, которая может быть достигнута в аппарате, определяется температурой кипения соляной кислоты; для 30%-ной HCl она равна  $83^\circ$ .

Согласно экспериментальным данным температура внутри гидролизаппарата достигла  $82,3^\circ$ . При такой температуре не может образоваться соляная кислота достаточно высокой концентрации, и будет иметь место сильное разрушение сахаров. Данные по первому опыту (табл. 1) показывают, что внутри гидролизуемого материала образовалась соляная кислота концентрацией только 34,1%, а выход сахаров составил всего 20,4% от абс. сухого целлолигнина. Вследствие высокой температуры значительное количество сахаров разложилось. Таким образом, экспериментально доказана полная невозможность осуществ-

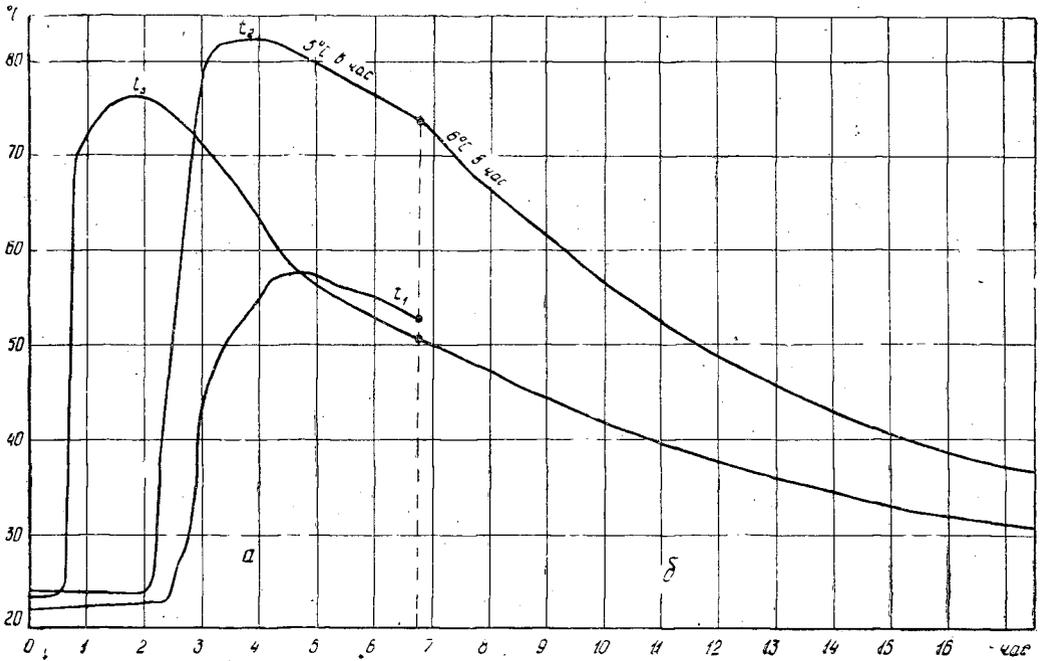


Рис. 3. Изменение температур в гидролизаторе в процессе насыщения HCl-газом целлолигнина, смоченного 28,4%-ной соляной кислотой, без рециркуляции газа, при естественном охлаждении гидролизатора.

*a* — подача HCl-газа без рециркуляции; *b* — рециркуляция без подачи газа.

Таблица 1

## Показатели процесса гидролиза полисахаридов целлолигнина

Показатели	Единицы измерения	Номера опытов			
		1	2	3	4
Концентрация соляной кислоты, поданной на пропитку	%	28,4	28,2	28,6	41,1
Количество соляной кислоты, удержанное абс. сухим целлолигнином	"	213	217	225	301
в том числе: хлористого водорода	"	62,0	62,1	63,6	139,0
воды	"	151,0	154,9	161,9	162,0
Количество хлористого водорода, поглощенное абс. сухим целлолигнином при насыщении	"	15,0	28,3	82,1	5,5
Количество хлористого водорода в прогидролизованном материале после насыщения	"	77,0	90,4	145,7	144,5
Концентрация соляной кислоты, образовавшейся после насыщения	"	34,1	37,3	47,8	42,9
Максимальная температура	°C	82,3	85,5	61,8	33,5
Общая продолжительность гидролиза	час	17,5	9,3	7,2	5,0
Состав гидролизата после гидролиза:					
хлористый водород	%	31,0	32,3	40,9	40,0
сахар	"	8,2	12,3	13,6	15,0
Выход сахаров от абс. сухого целлолигнина	"	20,4	34,4	48,4	54,1
Трудногидролизуемые полисахариды в лигнине	% от целлолигн.	21,5	21,3	2,6	0,9
Разложилось сахаров от абс. сухого целлолигнина	"	17,5	3,7	8,4	4,4

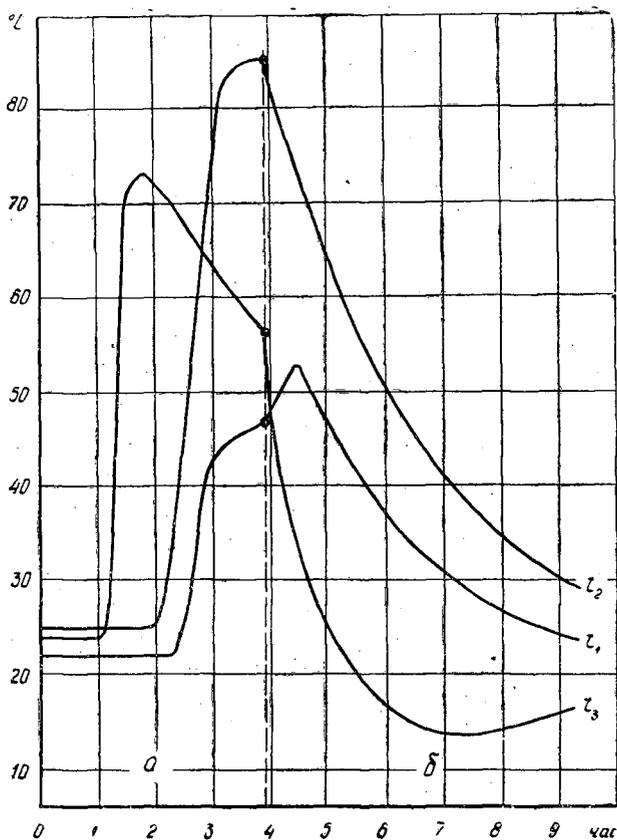


Рис. 4. Изменение температур в гидролизе при насыщении HCl-газом целлолигнина, смоченного 28,2%-ной соляной кислотой.

*a* — подача HCl-газа без рециркуляции;  
*б* — рециркуляция без подачи газа.

вления процесса гидролиза полисахаридов растительной ткани, пропитанной 28—30%-ной соляной кислотой, газообразным хлористым водородом без отвода тепла его абсорбции.

На рис. 4 представлен ход изменения температур внутри гидролизуемого материала при его охлаждении (опыт 2). Первоначально подавался хлористый водород так же, как и в опыте 1. Когда температура внутри гидролизуемого материала достигла максимального значения (85,5°), был включен вентилятор, и через гидролизе аппарат началась рециркуляция газообразного хлористого водорода, который после охлаждения в холодильнике до 20° вновь поступал в аппарат. При этом наблюдалось быстрое охлаждение гидролизуемого материала по всей высоте гидролизатора; падение температуры составило 20° в час. В нижней части температура снижалась еще быстрее и через 5 час достигла 13—14°.

Полученные данные показывают, что с помощью рециркуляции хлористого водорода через гидролизуемую массу можно сравнительно быстро снизить температуру до 20—25°. Введение рециркуляции позволило повысить выход сахаров до 34,4% от абс. сухого целлолигнина и снизить их разложение до 3,7% против 17,5% в первом опыте.

Хотя процесс охлаждения происходит быстро, однако насыщение хлористым водородом идет медленно, а поэтому и процесс гидролиза проходит медленно. В опыте 3 одновременно с подачей газообразного хлористого водорода началась его рециркуляция. В этом случае температура всей гидролизуемой массы поднялась быстро (рис. 5), ее максимальное значение равнялось  $62^{\circ}$ . В течение семи часов температура гидролизуемой массы снизилась до допустимых пределов, что сразу же сказалось на выходе сахаров, который достиг 48,4% от абс. сухого целлолигнина. Этот опыт наглядно показывает полную техническую целесообразность внутреннего охлаждения гидролизуемого материала путем рециркуляции через него хлористого водорода.

Как уже отмечалось, если для пропитки растительной ткани применять 40—41%-ную соляную кислоту, то можно резко снизить количество тепла абсорбции хлористого водорода. Как следует из графика (рис. 1), в данном случае количество тепла абсорбции снижается до 58 ккал на 1 кг абс. сухого целлолигнина. Очевидно, что отвод тепла при этом значительно облегчается.

При использовании 41%-ной соляной кислоты (опыт 4, рис. 6) максимальный подъем температуры составил  $33,5^{\circ}$ , и в течение 5 час процесс гидролиза полисахаридов полностью завершился. Выход сахаров составил 54,1% от абс. сухого целлолигнина, что отвечает 91% от теоретически возможного выхода. Этим экспериментом впервые в условиях крупной опытной установки показана полная возможность гидролиза полисахаридов целлолигнина в течение 5 час, то есть в 7—8 раз быстрее, чем при гидролизе древесины или целлолигнина 41%-ной соляной кислотой в диффузионной батарее. Таким образом, представляется полная техническая возможность значительного ускорения процесса гидролиза, что имеет большое практическое значение. В результате насыщения количество поглощенного хлористого водорода составило всего 5,5% от абс. сухого целлолигнина, а концентрация соляной кислоты в гидролизуемом материале — 42,9%. Хотя ускоряющее действие повышения концентрации соляной кислоты на процесс гидролиза, несомненно, одновременно очевидно и ускоряющее действие повы-

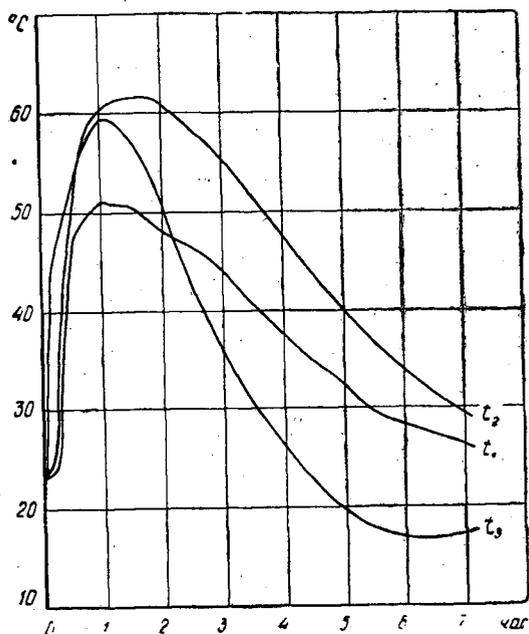


Рис. 5. Изменение температур в гидролиз-аппарате в процессе насыщения HCl-газом целлолигнина, смоченного 28,6%-ной соляной кислотой, при одновременной подаче газа и рециркуляции.

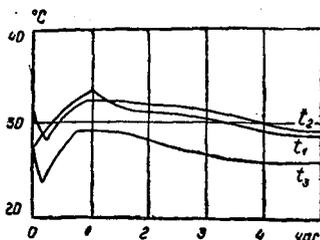


Рис. 6. Изменение температур в гидролиз-аппарате в процессе насыщения HCl-газом целлолигнина, смоченного 41,1%-ной соляной кислотой, при одновременной подаче газа и рециркуляции.

шения температуры. Об ускорении гидролиза 40%-ной HCl при повышении температуры сообщалось ранее [1], [2], однако, этот процесс производился при давлении около 2 ата; в нашем же случае опыты велись при атмосферном давлении.

Полученные нами результаты одновременно указывают на нецелесообразность применения метода пропитки гидролизующего растительного сырья соляной кислотой путем настаивания в течение одного часа. Такой способ требует сравнительно большого расхода соляной кислоты на пропитку. В свете наших исследований целесообразнее гидролизующий материал смешивать с меньшим количеством 40—41%-ной HCl в специальном аппарате и затем насыщать газообразным хлористым водородом. Это позволит уменьшить удельный расход последнего на процесс и сократит эксплуатационные затраты на его регенерацию из гидролизатов.

Полученные нами результаты экспериментально обосновывают техническое осуществление скоростного гидролиза измельченного растительного сырья, смоченного концентрированной соляной кислотой, с применением насыщения его газообразным хлористым водородом. Преодолено основное затруднение — выделение тепла абсорбции HCl-газа. Доказан технически простой способ отвода тепла абсорбции путем внутреннего охлаждения гидролизующего материала с помощью циркуляции через него хлористого водорода. В условиях опытной установки доказана практическая возможность осуществления процесса гидролиза в течение пяти часов. Это открывает новые пути технического осуществления быстрого процесса гидролиза и снижения капиталовложений на гидролизное отделение.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Лебедев, А. А. Банникова, Л. Б. Паасикиви. Сборник трудов НИИГСа, т. IX, 20, 1961. [2]. П. Н. Одинцов, К. В. Кудинов, А. Г. Игнатьев. Труды ИЛП АН Латвийской ССР, вып. 2, 69, 1950. [3]. Н. В. Чалов, О. А. Александрова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» №№ 1, 14, 1959. [4]. Н. В. Чалов, О. А. Александрова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 12, 1959. [5]. Н. В. Чалов, А. Е. Лещук, О. А. Александрова, ЖПХ, XXXIII, № 12, 2743, 1960. [6]. Н. В. Чалов. Авторское свидетельство № 119491, 29.5.1958. [7]. F. Bergius. Ergebnisse angew. phys. Chem. I, 253, 1931. [8]. G. Geoze. Германский патент № 717419, 17.1.1941. [9]. K. Warth. Германский патент № 714144, 30.3.1939. [10]. K. Warth. Германский патент № 735514, 29.5.1941.

Поступила в редакцию  
21 августа 1961 г.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОБ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВЫХ ПАРКОВЫХ ДОРОЖЕК  
ФУРФУРОЛ-АНИЛИНОВЫМИ СМОЛАМИ

Т. Д. СУСЛОВА

Инженер

(Московский лесотехнический институт)

В настоящее время большое внимание уделяется устройству мест отдыха трудящихся (скверов, парков и т. п.). В этих местах необходимы благоустроенные дорожки и дорожки. К последним предъявляются определенные требования, основные из которых: гидрофобность, достаточная прочность, небольшая стоимость, простота технологии работ. В скверах и садах обычно делаются асфальтовые, щебеночные и некоторые другие покрытия дорожек. Они отвечают многим требованиям, но стоимость их очень велика. В лесопарках и больших парках преобладают грунтовые дорожки, основой которых является местный грунт, что значительно удешевляет стоимость строительства. Но отрицательным их качеством является то, что связные грунты, как правило, гидрофильны. Для придания грунтам гидрофобности и некоторого увеличения их прочности, применяются различные стабилизирующие вещества.

В последнее время в дорожном деле начали использовать различные синтетические искусственные смолы, в частности, фурфурол-анилиновые.

Эти смолы образуются в результате взаимодействия фурфурола с анилином в соотношении 1:2. Фурфурол и анилин — жидкие поверхностно-активные реагенты, которые взаимодействуют друг с другом с образованием постепенно загустевающей, темно-красного цвета, смолы.

Смолообразование между фурфуролом и анилином протекает при обычной температуре; реакция экзотермическая с выделением тепла около 49 кк/кг.

Скорость и характер реакции между фурфуролом и анилином зависят от чистоты реагентов и от содержания в них ионов водорода.

При наличии в фурфуроле ионов водорода или при внесении последних в виде кислот ход реакции ускоряется.

В любой среде молекула анилина взаимодействует с молекулой фурфурола с образованием фурфуранила и воды, последующий этап реакции зависит всецело от реакции среды.

В кислой среде молекула фурфуранила взаимодействует с молекулой соли анилина, образуя солеобразный продукт, который назван в честь первого его исследователя — солью Стенхауза. В нейтральной среде молекула фурфуранила взаимодействует с молекулой анилина, образуя основание соли Стенхауза.

Основание соли Стенхауза в результате медленных изменений преобразуется в производные тетрагидропиридина.

Вышеизложенное относится к взаимодействию чистых реагентов. При внесении их в грунт все процессы усложняются, активным участием минералов и воды. Несмотря на эту сложность процессов, конечным оказывается продукт, где преобладает катион соли Стенхауза (при диссоциации в кислой среде), который и является гидрофобизатором, уравновешивающим энергетически-активные центры минеральных частиц грунта [2].

Так как катионы в среде образуются в большом количестве, то для укрепления ФАС (сокращенно — фурфурол-анилиновая смола) следует брать грунты с  $pH < 6,5$ , в крайнем случае нейтральные. Карбонатность грунта не должна превышать 1%. [1], [2].

Поскольку фурфурол и анилин — поверхностно-активные вещества, самопроизвольно растекающиеся в грунте, то количество вводимого вяжущего очень мало. В зависимости от гранулометрического состава грунта это количество принимается от 0,5% (супеси) до 2% (глины).

Надо иметь в виду, что промышленность выпускает фурфурол, полученный при переработке различного пентозансодержащего сырья, в том числе и торфа. Хотя торфяной фурфурол вполне пригоден для укрепления грунта, но дает более низкие показатели и срок смолообразования увеличен [6]. В данной работе использовали гидролизный фурфурол. Был применен метод самопротитки, впервые предложенный Б. И. Кувалдиным и автором статьи. Этот метод заключается в последовательной поливке поверхности дорожек анилином и фурфуролом. Соотношение компонентов то же (1:2). Примерный расход вяжущего материала около 500—550 г на 1 м<sup>2</sup>.

Такой метод целесообразно применять там, где от грунта не требуется большой прочности, но необходимо создать гидрофобный верхний слой дорожки.

При самопротитке поверхность дорожки должна быть тщательно спрофилирована до поливки вяжущим, во избежание его накопления в ямках.

Метод самопротитки требует выполнения одного условия — грунт должен иметь влажность ниже оптимальной по крайней мере на 1—2%, лучше на 3—4%; в противном случае (то есть при влажности оптимальной и выше) образуется только тонкая гидрофобная корочка без протитки нижнего слоя грунта. При влажности ниже оптимальной глубина проникновения фурфурол-анилина около 3 см. ФАС создает хорошую гидрофобность грунта, придает дорожке желто-красный цвет, но долго сохраняет резкий запах — около месяца.

Для выяснения возможности применения фурфурол-анилина методом протитки были проведены работы как в лаборатории МЛТИ, так и на небольших опытных участках, длиной ~ 15 м, в Воре-Богородском лесничестве и на территории Института. Наблюдения над опытными участками выявили интересное обстоятельство.

В то время, как соседние участки заросли высокой травянистой растительностью, опытные участки, стабилизированные вяжущим, совершенно не имели растительности. Это дает основание предполагать, что фурфурол-анилиновая смола предохраняет участки от зарастания и может косвенно выполнять роль гербицида.

О гидрофобности участков на территории Института можно судить по данным сделанных вырубок. Влажность грунта оказалась в верхнем слое дорожке — 4%; под верхним слоем, на глубине 8 см — 8%; на соседних участках, на расстоянии 20 см (в горизонтальном направлении от участка) — 19%.

На полевых вырубках и лабораторных образцах было выяснено, что в вертикальном направлении фурфурол-анилин распространяется недалеко, на глубине 8 см содержалось около 0,5% ФАС (при поливке из расчета 550 г на 1 м<sup>2</sup>). В горизонтальном направлении распространение более интенсивное — на расстоянии 30 см от укрепленного участка содержалось около 0,2% ФАС (от веса грунта) при той же дозировке.

В лаборатории выяснялась зависимость глубины проникновения фурфурол-анилина от влажности грунта, от вводимого процента ФАС. Работы проводились с тремя грунтами — суглинистым, суглинистым пылеватым и супесчаным.

В лабораторных условиях вяжущее проникает на меньшую глубину (около 1 см), чем в полевых условиях (около 3 см), так как использовались образцы с высокой плотностью грунта (1,9—2,0), что значительно выше, чем на наиболее уплотненных естественных дорожках (1,5—1,7).

Кроме того, глубина проникания фурфурол-анилина бралась только по хорошо стабилизированному слою, который имел монолитный вид и большую прочность.

Присутствие фурфурол-анилиновой смолы в нижележащих слоях, которое придает некоторые гидрофобные свойства грунту, не учитывались.

Далее выяснилось, что повышение количества вяжущего на 1 м увеличивает глубину проникания только при уменьшении влажности грунта, следовательно, общее количество вводимого вяжущего и влаги в грунте не должно превышать норму увлажненности грунта при самопротитке, то есть быть на 1—3% ниже оптимальной влажности грунта. При увеличении количества фурфурол-анилина без уменьшения влажности грунта, самопроникновение происходить не будет.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. С. Барвинок. Применение методов физико-химического анализа для исследования фурфурол-анилиновых смол. Труды Военной Академии тыла и транспорта № 41, Л., 1959. [2]. М. Т. Кострико. Вопросы теории гидрофобизации грунтов. ВАТИТ, Л., 1957. [3]. Т. Д. Сулова. Лабораторные исследования по применению торфяного фурфурола для стабилизации грунтов при строительстве лесовозных дорог. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

## СНЕЖНОЕ ШЮТТЕ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА

Е. Н. МАРТЫНОВ

Аспирант

((Ленинградский НИИ лесного хозяйства)

За последние годы в сосновых массивах Советского Союза все больше распространяется снежное шютте, поражающее хвою молодой сосны. Это грибное заболевание наносит существенный урон нашему лесному хозяйству, вызывая интенсивный отпад соснового молодняка, а в ряде случаев даже препятствуя возобновлению леса на вырубках. Наблюдается болезнь и под пологом взрослых средне- и низкopolнотных сосновых насаждений. Наличие снежного шютте под пологом леса не только влечет за собой отмирание подроста, но и создает потенциальную угрозу заражения будущих вырубок.

В настоящей работе приводятся данные о характере распространения снежного шютте под пологом сосновых насаждений в сухом вересково-лишайниковом бору Ленинградской области.

Исследования велись методом пробных площадей. Были заложены две пробные площади в пройденных низовым пожаром участках леса IV класса бонитета, разной полноты. Ширина пробных площадей — 20 м. На каждом десятом метре длины при помощи шнура отбивалась двухметровая лента с разбивкой ее на 10 площадок (2 × 2 м) для сплошного перечеа подроста. Подрост учитывался по группам высот и категориям жизнеспособности. Зараженность отмечалась по степени поражения кроны. Чтобы установить связь между густотой древостоя и зараженностью подроста, все взрослые деревья наносились на план пробной площади.

В столетнем сосняке с полнотой 0,66 при среднем диаметре 19,1 см оказалось свыше 40 тыс. шт. подроста и самосева на 1 га. Снежным шютте поражено 4% общего количества, отпад составляет 1%. Зона поражения грибом по высоте достигает 60—80 см (глубина снежного покрова), поэтому отпад имеется только у мелкого подроста, не превышающего указанной высоты, у более крупного отмирают лишь нижние ветви.

В более редкостойном семидесятилетнем сосновом насаждении с полнотой 0,45 и средним диаметром 18,7 см количество подроста на 1 га достигло почти 70 тыс. шт. Поражение в этом случае составляет 7%. Несколько больше по высоте и зона поражения грибом, так как имеются отдельные полностью пораженные сосенки высотой более 1 м. Отпад равен 2%.

Всходы и мелкий самосев в обоих случаях поражены слабо. То же можно сказать о крупном подросте, который поражается только при наличии низко расположенных охвоенных ветвей. Максимальный процент поражения падает на подрост высотой от 50 до 100 см. В этой же группе высот наблюдается самый интенсивный отпад.

Необходимо отметить, что избирательной способности гриба по отношению к ослабленным экземплярам подроста, растущим при сильном отенении взрослыми деревьями, не обнаружено. Наоборот, хорошо развитые сосенки, растущие в просветах в пологе древостоя, поражаются сильнее. Их более густое охвоенное, образующее необходимое для гриба субстрат, способствует распространению гриба как спорами, так и посредством мицелия. Этим же объясняется очаговый характер заболевания, хорошо заметный в обоих обследованных насаждениях. Очаги болезни располагаются в местах наименьшей густоты древостоя. К этим просветам приурочены наиболее густые участки подроста, в которых гриб распространен особенно интенсивно.

Оптимальные условия для развития гриба находятся в участках подроста высотой 50—100 см, при густоте 12—15 сосенок на 1 м<sup>2</sup>.

В Ленинградской области большую часть сосновых насаждений верескового и смежных с ним типов леса составляют средне- и низкополнотные, в которых обычно, особенно после выборочных рубок и низовых пожаров, имеется значительное количество подроста (часто по несколько десятков тысяч штук на 1 га). Подрост, как показывают наши исследования, с успехом оправляется после внезапного осветления в результате сплошной рубки, образуя молодняки с хорошим приростом по высоте и диаметру. Наличие под пологом насаждений снежного шютте чревато весьма серьезными последствиями для возобновления вырубок. Поэтому, независимо от способа возобновления, борьба с заболеванием необходима при любом количестве подроста под пологом леса и при любой степени его зараженности.

О мерах борьбы со снежным шютте на вырубках уже сообщалось в печати. При наличии болезни под пологом леса борьбу с ней целесообразно вести одновременно с лесозаготовками. Этому благоприятствует очаговый характер заболевания и наиболее распространенный в сухих борах способ огневой очистки вырубок в кучах. Последние нужно располагать на площади очагов заражения (при высоте подроста до 1 м), с тем, чтобы пораженные экземпляры подроста были уничтожены огнем. Отдельные усохшие и пораженные сосенки должны выдергиваться и сжигаться. У крупного подроста надо обрезать и сжигать пораженные ветви. По окончании очистки желательно провести опрыскивание подроста серно-известковой смесью или бордосской жидкостью.

Поступила в редакцию

9 мая 1960 г.

## ОПЫТ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ В ПАШИЙСКОМ ЛЕСПРОМХОЗЕ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. МАРУСОВ

Лесничий

(Вижайское лесничество Пашийского леспромхоза)

Территория бывшего Пашийского лесхоза расположена на западном склоне Среднего Урала. Средняя высота местности — 435 м над уровнем моря. Рельеф сильно всхолмленный. На пологих склонах преобладают суглинистые почвы, более или менее оподзоленные. Средняя мощность почвенного слоя колеблется от 40 до 80 см. Уровень грунтовых вод обнаруживается на глубине 1,5—2,5 м. По вершинам и крутым склонам гор мелкие оподзоленные суглинки нередко переходят в хрящеватые и каменные частей склонов и долин рек — подзолисто-болотные и торфянисто-болотные. Леса в основном представлены елово-пихтовыми насаждениями. Возобновление идет со сменой пород, а около 50% вырубок вообще не возобновляются.

Лесные культуры в прошлом создавались только в виде опыта. Использование опыта лесных культур и одновременно критическая переработка его имеют большое значение для сокращения затрат труда и средств для выращивания высокопродуктивных насаждений.

До революции леса Среднего Урала горнозаводской линии принадлежали наследникам графа Шувалова и князя Голицына. Древесина шла в основном на переработку в древесный уголь. Под влиянием передовых идей главного лесничего Строгановских владений передового лесовода А. Теплоухова лесничие горнозаводских приписных лесов занимались и лесовосстановлением.

Объектом нашего изучения послужили культуры, созданные лесничими И. И. Зандерсоном (Теплогорское лесничество — с 1891 г. по 1911 г.) и П. С. Скудовичем (Бисерское лесничество — с 1891 г. по 1917 г.); учтены также сообщения работника Теплогорского лесничества Т. А. Антонова, который работал здесь с 1897 г. по 1950 г.

Всего было изучено 11 участков культур разных лет, сведения о которых даются в табл. 1. На всех участках почвы суглинистые, культуры сделаны по бывшей гари. Сеянцы выращивались во временных питомниках рядом с лесокультурными площадями. Семена использовались местного сбора, первого класса сортности. Уход за культурами не проводился. В Теплогорском лесничестве имеются и другие культуры, созданные до революции, но они не отличаются от описанных.

Анализируя культуры, созданные до революции в условиях Среднего Урала на территории Бисерского и Теплогорского лесничеств, можно сделать ряд выводов, которые помогут лесоводам в создании высокопродуктивных насаждений.

1) При создании лесных культур нужно учитывать экспозицию склонов. Сосновые насаждения в условиях Среднего Урала лучше создавать на юго-западных, восточных и западных склонах, еловые — на восточных.

2) Культуры, созданные посадкой, продуктивнее посевных. Сажать следует трех- или четырехлетние сеянцы.

3) Чистые культуры сосны продуктивнее смешанных.

4) Первоначальная густота культур должна быть не менее 7000 сеянцев сосны или ели на 1 га.

5) Посев сосны следует производить площадками (1000 шт. на 1 га) размером  $1 \times 1$  м и высевать не менее 400 г семян первого класса. Посев ели нужно производить площадками (не менее 1600 шт. на 1 га) размером  $1 \times 1$  м с расходом семян 700 г на 1 га.

6) При посеве сосны и ели в площадки обязательна подготовка почвы; при посадке по гарям в подготовке почвы нет необходимости.

7) Смешение сосны с елью и лиственницей нельзя признать удачным. Сосна угнетает ель. На влажных почвах вводить лиственницу в состав насаждений нельзя.

8) Уход за посадками и посевом при создании культур по гарям и свежим лесосекам проводить не обязательно.

№ кварта- ла	Год посева, посадки	Пло- щадь, га	Состав насажде- ния	Сред- няя вы- сота, м средний диам- метр, см	Полно- та класс бони- тета	Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	Склон	Живой напочвенный покров	Подрост
<b>Бисерское</b>									
43	1905	13	9С1Е+Б	$\frac{17}{18}$	$\frac{0,6}{II}$	460	Ю	Осоки, злаки, широколиствен- ные травы, мох	Ель средней густоты
	1910	2	10Е	$\frac{12}{10}$	$\frac{1,0}{III}$	220	Ю	отсутствуют	
	1910	1	10Е	$\frac{16}{18}$	$\frac{1,0}{II}$	340	В	отсутствуют	
30	1910	6	10Е	$\frac{12}{14}$	$\frac{0,8}{III}$	190	В	Злаки, кислица, широколиствен- ные травы, папо- ротник	Ель средней густоты
38	1915	20	10С+Б	$\frac{15}{22}$	$\frac{0,7}{II}$	616	В	Злаки, осоки, земляника, кис- лица, зеленые мхи	Ель
38	1915	6	8С2Е+ +Лц	$\frac{15}{C-28;E-10;Лц-12}$	$\frac{1,0}{II}$	420	В	Кислица	отсут
39	1915	50	10С, ед Е, Б	$\frac{20}{22}$	$\frac{0,6}{I}$	540	З	Кислица земля- ника, копытень, мхи	Ель
<b>Теплогорское</b>									
136	1900	3	10С	$\frac{20}{22}$	$\frac{1,0}{I}$	728	ЮЗ	Звездчатка, зеленые мхи	Ель
82	1905	64	5С4Е1Лц +Б	$\frac{15}{20}$	$\frac{1,0}{III}$	400	ЮВ и С	Черника, папорот- ник, орляк, разно- травье, плаун лапчатый	Ель
54	1915	13	8С2Е, ед. Б	$\frac{17}{24}$	$\frac{0,7}{II}$	410	СЗ	Кислица, копы- тень, папоротник	Ель, пихта, кедр
95	1880	15	5С3Е2Б	$\frac{20}{28}$	$\frac{0,7}{III}$	320	С	Кислица, черника, блестящие мхи	Ель, пихта средней густоты

Таблица 1

Подлесок	Тип леса	Способ культур	Примечание
лесничество			
Жимолость, рябина	Сосняк травяной	Весенний посев сосны и ели в площадки $1 \times 1$ м с размещением $2 \times 2$ м. Снятие дернины и рыхление. Смешение чистым рядом (С—1 ряд, Е—2 ряда)	Ель погибла, сосна — по 4-6 шт. в площадке. Очищение от сучьев плохое
	Ельник травяной	Посадка под мотыгу трехлетних сеянцев ели с размещением $1,5 \times 1,5$ м	Рост плохой, много отмерших деревьев
	Ельник травяной	Посадка под кол трехлетних сеянцев ели с размещением $1 \times 1,5$ м; единично введена лиственница европейская — 6600 сеянцев на 1 га	Приживаемость высокая. Хорошие рост и очищение от сучьев
Рябина	Ельник травяной	Посев ели в площадки $1 \times 1$ м с размещением $2 \times 3$ м Снятие дернины	Хорошие рост и очищение от сучьев. В площадках есть отмершие ели
Рябина, жимолость	Сосняк-кисличник	Посев сосны и ели в лунки по бороздам с размещением $0,9 \times 1,5$ м. Смешение чистым рядом (С—1 ряд, Е—2 ряда)	Ель погибла. Рост сосны хороший, очищение от сучьев плохое
ствуют	Сосняк-кисличник	Посадка трехлетних сеянцев сосны, ели и лиственницы под мотыгу — 7260 шт. на 1 га. Смешение: 1 ряд С, 1 ряд Е, 1 ряд Е и Лц (по 50%)	Ель сильно угнетена. Сосна разрослась в сучья. Лиственница в первом ярусе
Рябина	Сосняк-кисличник	Весенний посев сосны в площадки $1 \times 1$ м с размещением $2 \times 5$ м. Снятие дернины.	Хорошие рост и очищение от сучьев
лесничество			
отсутствует	Сосняк-зеленомошник	Посадка трехлетних сеянцев сосны под мотыгу с размещением $1 \times 1,5$ м	Рост очень хороший
Рябина	Сосняк травяной	Посадка трехлетних сеянцев сосны, ели и лиственницы под кол с внесением гумуса и поливкой. Размещение $0,7 \times 1,5$ м. Смешение подеревное: 1 ряд С и Е, 1 ряд—Е, 1 ряд Е и Лц, 1 ряд Е	Приживаемость высокая. Ель сильно угнетена. Лиственница в первом ярусе. Сосна разрослась в сучья
Рябина	Сосняк травяной	Посадка четырехлетних сеянцев сосны, ели и лиственницы с размещением $0,7 \times 2$ м Смешение подеревное: 1 ряд С и Е, 1 ряд С и Лц	Лиственница сохранилась единично. Ель отстает в росте, много усохших стволов. Рост сосны хороший
Рябина, шиповник	Сосняк-кисличник	Посадка трех- и четырехлетних сосны и лиственницы под кол с размещением $0,7 \times 2$ м. Смешение подеревное	Лиственница сохранилась единично. Рост сосны хороший. Ель и береза составили второй ярус

## ИЗ ИСТОРИИ ЛЕСНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

## ПЕРВЫЙ РУССКИЙ УЧЕБНИК ПО ЛЕСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

1858 год вошел в историю лесного образования нашей Родины, как год выхода в свет первого учебника по лесной технологии. Известный профессор Петербургского Лесного института Н. Шелгунов и В. Греве написали книгу «Лесная технология». В предисловии они подчеркивают, что «основанием при изложении предмета служили русские способы и русские опыты». Объем книги — 383 страницы, в тексте 122 рисунка. Учебник состоит из двух отделов. Первый посвящен лесохимии (добыванию из дерева продуктов химической обработки). Во втором отделе рассматривается механическая обработка дерева. Уже в то время авторы учебника выдвинули идею о целесообразности комплексного использования дерева методами химической технологии. Так, например, в разделе «Обугливание дерева» мы читаем: «Соединение обугливания дерева с добыванием посторонних продуктов представляет двойную выгоду — получение смолы и древесной кислоты, которые при обыкновенных способах жжения угля улетают с дымом, и получение угля лучшего качества и на 2% более» (стр. 116). Кроме технологии обугливания дерева, в учебнике подробно разбираются добывание и переработка живицы, получение дегтя, поташа, креозота, сажки и других лесохимикатов.

В книге описываются способы заготовки леса: выкапывание с корнями, рубка топором и валка посредством пилы.

Важная роль отводится заготовке древесины с корнями, позволяющей полу-

чить древесины на 8—12% больше и подготовляющей земельную площадь для быстрого лесовозобновления.

Как отмечают авторы на стр. 230, валка дерева с помощью пилы была введена в России Петром I.

В учебнике подробно описан станок братьев Гучковых для прессовки и связки сучьев в пучки. Прессование отходов лесозаготовок и в наше время является важной технологической задачей, так как в прессованном виде они легко транспортируются и содержат много древесной массы при наименьшем объеме.

Большое место в книге уделено характеристике различных видов леса (домостроительный, лес для подземных сооружений, пильный, корабельный и подельный лес, идущий для изготовления бочек, деталей машин, а также лес для столярных и токарных изделий). Представляет интерес и устройство первых лесопильных мельниц (стр. 261—268). Затронуты также некоторые вопросы сухопутной перевозки леса и сплава его.

Учебник по лесной технологии Н. Шелгунова и В. Греве в свое время сыграл огромную роль в обучении и воспитании специалистов лесного дела. Его с интересом прочитают и в наши дни лесовод и лесомеханик, лесохимик и лесозаготовитель, и все те, кто любит лес и науку о нем.

Д. В. Желтухин.

Доцент  
(Ленинградская лесотехническая академия).

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

## ИССЛЕДОВАНИЕ БУКОВЫХ ЛЕСОВ ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Для лесоводов, интересующихся бук-жом, эта книга представляет несомненный интерес.

На территории Великобритании естественные буковые леса сохранились лишь на немногих неудобных для расчистки участках в южных графствах Англии и (предположительно) в юго-восточном Уэльсе. Отдельными массивами и участками бук в настоящее время распространен по всей Великобритании. Большинство этих лесов связано с лесокультурной деятельностью, которая была особенно интенсивной в период с 1720 по 1850 гг. Многие древостои достигли возраста от 200 до 250 лет. В Шотландии некоторые участки были посажены в середине XVII столетия, а отдельные — еще на 100 лет раньше. Многие насаждения возникли впоследствии путем самосева от этих посадок.

В климатическом отношении территория Великобритании для бука благоприятна повсюду, за исключением крайнего северного побережья. Лучшие условия для роста насаждений имеют южные районы страны, по мере продвижения к северу рост бука становится более тугим. Но даже на 58° северной широты посаженные деревья вырастают до крупных размеров, живут до 150 лет, дают всхожие семена.

В основу классификации буковых лесов взяты почвенные условия. Английские лесоводы выделяют три основных класса буковых лесов:

I. *Fagetum calicosum* — буковые леса на почвах с высоким содержанием  $\text{CaCO}_3$  — на мелах, известняках и т. п., и на известковых породах, если последние подстилаются на малой глубине коренными породами, содержащими кальций;

II. *Fagetum rubosum* — буковые леса на известковых почвах плато, леса на легких почвах, подстилаемых песчаниками; характерная черта — обилие ежевики в покрове;

III. *Fagetum ericetosum* — буковые леса на оподзоленных почвах, которые подстилаются песчаниками и ледниковыми отложениями; общим является вересковый покров.

Дальнейшее разделение делается по характеру почв с учетом живого покрова. Леса первого из указанных классов имеют широкий диапазон почв, начиная от самой неразвитой, очень мелкой почвы до 25 см глубиной, с единственным горизонтом, переполненным щебенкой мела или известняка («сырая рендзина») через «лесную рендзину» и «рендзиноподобную почву» (сохраняющую насыщенность основаниями, но уже лишнюю свободного карбоната кальция) и кончая бурыми лесными почвами, возникшими в результате далеко зашедшего выветривания известняковых пород. Эти почвы рассматриваются как естественный ряд, и их развитие связывается с продолжительностью пребывания леса. Сырые рендины в естественном состоянии покрыты травами и кустарниками, буковые леса на них — результат недавнего закультивирования; лесные рендины образуются после выращивания буковых насаждений первого оборота, и так далее. Бурозем расценивается как продукт длительного воздействия на почвенную среду его обитания. Эрозия иногда производит обратное омоложение почв.

Для известковых почв группировка сделана по механическому составу. Здесь также выделен ряд переходов от бурозема с мягким гумусом до типичного подзола. Большинство буковых насаждений на почвах, лишенных кальция, созданы искусственно, на месте дубовых лесов и пастбищ, где бук ранее не рос. Подзолистые почвы под буковыми лесами автор вообще рассматривает как результат влияния предшествующего типа растительности. Индикаторная роль травянистых видов более высока в тех насаждениях, где почвенные условия уже пришли в соответствие с буковым лесом, и не столь определена в недавно облесенных участках.

Нужно заметить, что в указанной классификации буковых лесов смешаны

\* Реферат книги J. M. V. Brown. «Studies on British beechwood», Forestry commission bulletin, № 20, London, 1953.

экологические и фитоценологические принципы, а также не уделено должного внимания оценке местообитаний по другому определяющему признаку — их влажности.

Разложение подстилки происходит как по типу муллы, так и с образованием грубого гумуса. Направление этого процесса связано со многими условиями, среди которых особенно подчеркивается неблагоприятное влияние ветра, ухудшающего микроклимат и выносящего подстилку из насаждений на ветроудерживаемых позициях. Более обычны грубые гумусы.

Определение таксационных показателей около 200 спелых насаждений дало хороший материал для анализа роста бука в связи с условиями местообитаний. В классе «известняковых букняков» лучшими по производительности и качеству стволов являются насаждения на лесном выщелоченном буроземе. В спелом возрасте высота деревьев достигает здесь от 24 до 35 м. Но и на безизвестняковых плодородных почвах буковые леса обладают прекрасным ростом. Спелые древостои в 100 футов высоты (30,5 м) есть во всех частях Англии и встречаются даже в Шотландии. Худшим ростом — III—IV класса бонитета — обладают букняки на кислых почвах с покровом из вереска и мхов. Но, в целом, автором обоснован вывод о преобладающем влиянии климата (включая микроклимат) на рост бука в Великобритании. Богатством почв определяется развитие низших ярусов растительности букового леса и тип разложения опада. Из климатических факторов особенно крупная роль принадлежит степени защищенности участка от влияния ветров. Исследования также рост молодых (от 5 до 48 лет) насаждений, для чего было заложено 99 пробных площадей. Как правило, хорошим ростом в молодости характеризовались только насаждения, созданные на лесных землях. Наибольший средний прирост по высоте за год отмечен в возрастной группе 25—34 года и составляет 41,5 см.

По составу английские буковые леса представлены насаждениями как чистыми, так и смешанными с хвойными и лиственными породами. Чистые букняки свойственны почвам, богатым известью, где бук имеет высокую конкурентную способность. На кислых почвах в виде обычной примеси часто выступает дуб, но уже при pH, равном 5—6,5 он угнетается буком, а на щелочных почвах сохраняется только по опушкам букового насаждения. Ясень, напротив, легко возобновляется на почвах, богатых основаниями, где выступает обычным компонентом букового леса при суглинистом и глинистом механическом составе мелкозема. На рендзинах ясень к спе-

лому возрасту выпадает, а в молодых насаждениях его много. Широко распространены в буковых лесах Англии, Уэльса и Южной Шотландии явор. Из естественной примеси можно назвать еще ильм, съедобный каштан, черешню, тисс и другие. Искусственные насаждения часто имеют примесь лиственницы, реже сосны (на меловых почвах), если и других пород.

Для естественного возобновления бука в Великобритании имеет значение редкость хороших урожаев семян, наступающих с интервалом в 10 и более лет, в основном, как полагают, вследствие недостатка тепла. Всем семенным годам предшествует более теплое, чем обычно, лето. Отрицательную роль играют также весенние заморозки, побивающие цветы. Мыши и другие животные в годы слабого урожая способны полностью истребить все опавшие орешки. Видимо, в силу этих причин в лесах Англии не привились постепенные семено-лесосечные рубки, хотя удачные примеры их встречаются. Многие участки, изреженные в годы войны, имеют хороший подрост. Выборочные рубки, применявшиеся в течение длительного времени, в основном в районе Чилтерна, также не дали хороших результатов. Групповое возобновление успешно протекает только в окнах малого и среднего размеров, где самосеву не угрожает сорная растительность. Зато техника искусственного разведения бука освоена хорошо. Специалисты различают четыре категории участков по характеру возобновления — сплошные вырубки на лесных землях, заброшенные лесные земли, пониженные участки меловых склонов и спелые насаждения, где можно надеяться на естественное возобновление (при необходимости прибегают к воспроизводительным мероприятиям — рыхлению почвы и уничтожению покрова ежевики). Важным методом в лесоразведении является и посадка бука под защитный полог естественной растительности или специально создаваемый заранее из нетребовательных лесных пород. В посадках бук смешивается полосами с лиственницей, сосной и другими компонентами культуры; хвойные широко применялись и ранее, и теперь.

В годы второй мировой войны из буковых лесов по необходимости были произведены крупные изъятия древесины. Сейчас большинство участков рассматривается как имеющие защитное и эстетическое значение, рубки в таких лесах ведутся только добровольно-выборочные.

По рубкам ухода материалы привнесены небольшие, так как основное внимание уделено исследованию спелых древостоев. Английские лесоводы разделяют известный принцип — начинать уход рано, проводить умеренно. В сме-

шанных посадках бука с хвойными породами последние нередко удаляют в порядке промежуточного пользования. Финансовая спелость бука в лесах Англии наступает около 120 лет, деревья сохраняют здоровое состояние по крайней мере до 200 лет.

В отдельных главах монографии рассмотрены насекомые и грибы, связанные с буком, а также роль некоторых позвоночных животных в жизни букового леса. Наибольший ущерб хозяйству причиняют мыши, затем кролики, зайцы, олени, белки. Мыши предпочитают селиться в насаждениях с муллевым типом гумуса. Они истребляют семена и всходы бука, обгрызают кору молодых деревьев.

Далее излагаются материалы по ассоциациям живого покрова и по влиянию бука на почву. Разложение опавших листьев бука происходит медленнее, чем у других лиственных пород, но быстрее хвой. Здесь снова подчеркнута роль микроклимата и большое значение реакции почвенного раствора.

В будущем развитии лесного хозяйства Великобритании автор положительно расценивает роль бука, как породы, дающей промышленную древесину, применяемую в качестве примеси при культурах других пород, и используемую с успехом в лесах защитного значения и декоративных посадках. Крупные массивы бука целесообразны будут, однако, только в южных районах страны, где климатические условия для него наиболее благоприятны, и в прошлом бук занимал там важное место в природной растительности.

Книга Д. Брауна хорошо иллюстрирована. Прилагается схема расположения основных типов буковых лесов, а также графики высот буковых насаждений. Таблицы приложения содержат в кратком виде характеристику всех изученных участков.

**П. С. Каплуновский.**

*Кандидат сельскохозяйственных наук.  
(Карпатская лесная опытная станция)*

## ВИКТОР ВЛАДИМИРОВИЧ БУВЕРТ

7 июля 1961 г. после продолжительной и тяжелой болезни прервалась жизнь профессора В. В. Буверта.

Многолетняя творческая деятельность Виктора Владимировича была весьма разносторонней. Успешное сочетание инженерной работы с трудом педагога и исследователя создало известность проф. Буверту среди работников лесотехнических и лесохозяйственных вузов, среди широкой общественности лесной промышленности Советского Союза.

В. В. Буверт родился в 1885 году в селе Тростянка, Балашевского уезда, б. Саратовской губернии в семье сельского учителя. Окончив с золотой медалью гимназию, Виктор Владимирович поступил в Петербургский институт инженеров путей сообщения и закончил его в 1912 г.

Еще в период дипломного проектирования и в первый год по окончании института он руководил строительством туннелей под Курским вокзалом в Москве. Последующая инженерная работа в годы первой мировой войны и в первое десятилетие Советской власти в различных районах страны, обогатила В. В. Буверта разносторонним опытом (в частности по изысканиям и строительству дорог).

Первые существенные шаги в области механизации и рационализации лесозаготовок в Советском Союзе, как известно, начали проводиться в 1926/27—1928/29 гг. В их осуществлении, наряду с первыми питомцами лесоинженерных факультетов Московского лесотехнического института и Ленинградской лесотехнической академии, приняла деятельное участие небольшая группа инженеров.

Они принесли в молодое дело механизации лесозаготовительной промышленности Советского Союза богатый инженерный и жизненный опыт, организаторские способности. Среди этих инженеров был и В. В. Буверт.

В лесной промышленности Виктор Владимирович начал работать с 1929 г.

Как один из лучших специалистов он привлекался для экспертизы многих проектов, разработанных Гипролестрансом, Гипролеспромом, а также для работы в Научно-техническом совете Министерства лесной промышленности СССР, ГУУЗе, ЦНИИМЭ и других институтах.

Педагогическая деятельность В. В. Буверта началась в 1930 г. и непрерывно протекала параллельно с его инженерной, научной и большой общественной работой.

В разное время Виктор Владимирович плодотворно работал на кафедрах сухопутного транспорта леса в Пензенском, Белорусском и Архангельском лесотехнических институтах.

В феврале 1941 г. ВАК присудил ему ученое звание профессора.

Больше всего сил В. В. Буверт отдал Московскому лесотехническому институту, где он начал работать с 1946 г. до ухода на пенсию в 1958 г. — заведующим кафедрой сухопутного транспорта леса.

За годы педагогической работы Виктора Владимировича им были подготовлены несколько тысяч инженеров и 18 молодых ученых — кандидатов технических наук. Большинство учеников проф. Буверта работает в лесной промышленности и лесном хозяйстве, в вузах и исследовательских институтах.

Проф. В. В. Бувертом написано свыше 20 печатных трудов общим объемом около 150 авторских листов.

Особо следует отметить оригинальные труды Виктора Владимировича по бревноспускам; эти труды не потеряли своего значения и до сего времени. В число печатных работ входит и недавно вышедший вторым изданием полный учебник по сухопутному транспорту леса для лесотехнических вузов, написанный авторским коллективом под руководством и при участии В. В. Буверта.

Работая над своими книгами и статьями, Виктор Владимирович всегда находил время помогать и другим ав-

торам в разработке специальных вопросов.

В течение всей своей научно-педагогической деятельности профессор В. В. Буверт оказывал существенную помощь производству как руководитель и консультант проектов лесовозных дорог и предприятий (проект Ингурбумстроя и др.). Он являлся консультантом Гипролеспрома, Гипролестранса и НИСа б. Минлеспрома.

Проф. В. В. Буверт одновременно проводил большую общественную работу в качестве члена технического совета б. Министерства лесной промышленности СССР и РСФСР, члена президиума ВНИТОЛеса и НТО лесной промышленности, члена научного совета ЦНИИМЭ. В течение ряда лет Виктор Владимирович руководил Транспортной секцией Московского Дома ученых Академии наук СССР, сменив на этом почетном

посту академика В. Н. Образцова. С 1937 г. проф. В. В. Буверт являлся членом экспертной комиссии ВАКа по лесотехническим вопросам.

Характеристика В. В. Буверта будет явно неполной, если не упомянуть о его человеческих достоинствах. Отличительной чертой Виктора Владимировича была доброжелательная внимательность к собеседнику, постоянная готовность поделиться всем тем, что имел, что знал, — а знал он немало. Широта интересов, большие знания и трудолюбие были основой заслуженного авторитета среди студентов, научных работников и производственников.

Жизненный путь В. В. Буверта окончился. Но светлая память о талантливом инженере, чутком товарище и хорошем человеке надолго сохранится в сердцах тех, кто знал его, кто общался с ним.

Б. Д. Ионов.

*Доцент, кандидат технических наук*

## СОДЕРЖАНИЕ

Ф. И. Коперин. Очередные задачи лесотехнической и лесохозяйственной науки . . . . .	3
И. М. Боховкин, М. В. Ломоносов и некоторые вопросы развития лесохимической промышленности . . . . .	7

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ю. А. Злобин. Особенности возобновительного процесса ели в ельниках майниковых . . . . .	12
Ю. П. Кравчук. Об особенностях строения корневых систем дуба и ореха грецкого в условиях юга Молдавии . . . . .	16
В. Г. Чертовской. Типы моховых вырубок Архангельской области . . . . .	21
А. С. Козобродов. Результаты содействия естественному возобновлению лиственницы в учебно-опытном лесхозе АЛТИ . . . . .	27
В. И. Белоус. Культура бука в лесхозах Винницкой и Хмельницкой областей УССР . . . . .	32
Ф. И. Волков. Особенности фенологических наблюдений в лесном семеноводстве . . . . .	34
А. С. Бабакин. О точности упрощенных способов определения текущего прироста древостоя по запасу . . . . .	38
О. А. Неволин. О некоторых особенностях лесоустройства в колхозах Архангельской области . . . . .	44

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. И. Рахманов. Классификация и режим работы установок для раскряжевки хлыстов . . . . .	48
М. И. Бельмач. Особенности стружкообразования при поперечной распиловке крупномерной древесины пильными цепями . . . . .	59
М. Я. Гурьянов. Режущий орган к роторным сучкорезным станкам . . . . .	67
Ю. Н. Селянин. Усилия в обвязках пучков из бревен при их ударе о воду . . . . .	74
П. А. Новиков. О трении в работе ножевых полотен петлевой сучкорезки . . . . .	84
П. П. Чебота. Статическое и динамическое испытание сваренных стыков на прочность . . . . .	89

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ.

А. П. Курносков. Сушка заготовок стула в контейнерах под прижимом . . . . .	96
Я. Л. Портнов, В. Г. Романов. Дистанционный способ определения влажности в конце сушки . . . . .	103
В. Н. Петри, И. П. Пермикин. Плиты из древесных частиц . . . . .	108
В. П. Маркьянц, В. В. Гущина. К характеристике физико-механических свойств древесины пихты сибирской . . . . .	119
В. Е. Шуйн. Струнный токосъемник для исследования динамических процессов . . . . .	123

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова, И. В. Хазова, Г. Ф. Прокшин. Получение и исследование диметилсульфида и диметилсульфоксида . . . . .	128
--	-----

- Д. В. Тищенко, В. Е. Ковалев. Разработка схемы технологического процесса получения гербицидов ЛТА. Сообщение 1. Исследование реакции конденсации фенолятов фракции 180—210° древесной отстойной смолы с хлоркусуноокислым натром . . . . . 141
- А. А. Соколова. О клеевых смолах и новых материалах на основе промышленных лигнинов . . . . . 147
- Н. В. Чалов, А. Е. Лещук. Отвод тепла абсорбции при гидролизе древесины газообразным хлористым водородом . . . . . 155

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Т. Д. Сулова. Об укреплении грунтовых парковых дорожек фурфуроланилиновыми смолами . . . . . 163
- Е. Н. Мартынов. Снежное шютте под пологом леса . . . . . 165
- А. А. Марусов. Опыт лесоразведения в Пашийском леспромхозе Пермской области . . . . . 167

#### ИЗ ИСТОРИИ ЛЕСНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

- Д. В. Желтухин. Первый русский учебник по лесной технологии . . . . . 170

#### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- П. С. Каплуновский. «Исследование буковых лесов Великобритании» . . . . . 171

**Виктор Владимирович Буверт** . . . . .

174

#### ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

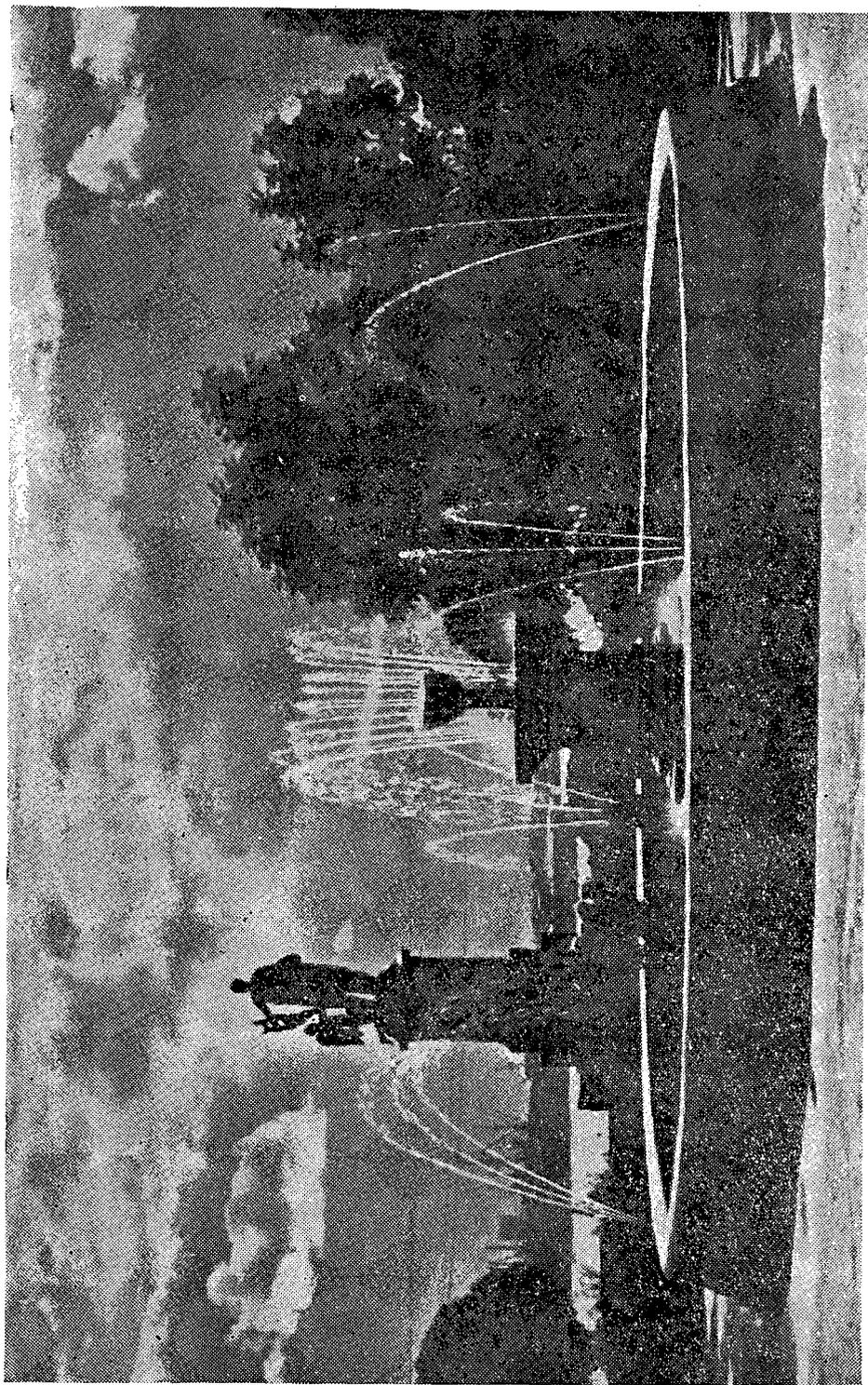
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1.

(Год издания пятый).

Сдан в набор 6/1-62 г. Подписан к печати 16/11 -1962 г. Форм. бум. 70×108/16. Физич. л. 11. Печ. л. 15,07 + 2 вклейки. Уч.-изд. л. 14,4. Тираж 2000. Сл. № 61. Заказ № 26. Цена 1 руб.

Типография им. Склянина, г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

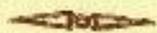
№ пробы	Область, лесхоз, лесничество, квартал	Год посадки	Площадь, га	Первоначальный состав	Размещение	Почва	Обработка почвы	Категория лесокультурной площади	Возраст культур в год учета, лет	Состав насаждения по		Полнота	Запас, м³	Размеры модели		Примечание
										числу стволов	запасу			Н, м	Д, см	
36	Хмельницкая, Ярмолинецкий, Ярмолинецкое, 54	1881	0,35	10Бк	4,0×1,0	Свежие, тяжелосуглинистые, серые лесные суглинки	Частичная	Свежая лесосека	79	4Бк 3Д 1Лп 2Г	7Бк 2Д 1Лп ед. Г	0,70 0,29 0,12 0,05 <u>1,16</u>	277,50 98,30 48,40 13,40 <u>437,60</u>	27,0 25,0 — — —	50,0 37,0 — — —	Средний прирост — 5,5 м³ на 1 га. В 1960 г. и в предыдущие годы был обильный урожай орешков, о чем свидетельствует наличие подроста бука 5—10 лет в местах достаточного бокового освещения
25	Хмельницкая, Могилев-Подольский, Михайловское, 28	1890	60,0	5Д 1Бк 1Яс 3Г	2,0×0,7				70	5Д 1Бк 1Яс 3Г	6Д 2Бк 1Яс 1Г	0,50 0,20 0,13 0,15 0,98	145,90 50,98 22,41 40,66 <u>259,95</u>	20,7 22,5 19,0 16,0	27,8 29,0 25,4 22,3	В 1960 г. был слабый урожай буковых орешков, под пологом — единичные всходы бука
35	Хмельницкая, Ярмолинецкий, Ярмолинецкое, 71	1893	0,30	7Бк 2Г 1Лп	2,0×0,5				67	7Бк 2Г 1Лп	7Бк 2Г 1Лп	0,70 0,23 0,07 1,00	218,20 48,50 19,40 <u>286,10</u>	25,0 21,0 —	27,0 22,0 —	В 1894 г. культуры дополнены грабом и липой. В 1960 г. был первый урожай орешков
24	Винницкая, Могилев-Подольский, Юрковское, 27	1902	0,30	10Бк	2,0×1,0	Темно-серые лесные суглинки	Сплошная	Задеревялая лесосека	58	9Бк 1Д	9Бк 1Д	0,80 0,15 0,95	174,60 15,20 <u>189,80</u>	18,0 18,0	27,0 27,0	Дополнены дубом. Культуры в хорошем состоянии, плодоносят
34	Хмельницкая, Староконстантиновский, Самчиловское, 7	1910	0,15	8Бк 2Яс	1,0×0,7			Поляна	50	8Бк 2Яс	9Бк 1Яс	1,06 0,14 1,20	270,30 41,20 <u>311,50</u>	20,0	24,0	Вдоль тальвега балки — 2 ряда ясеня обыкновенного. Средний прирост — 6,0 м³
16	Винницкая, Жмеринский, Ялтушковское, 36	1938	1,30	3Д 3Бк 1Дк 1Яс 1Чш 1Кл	2,0×0,5			Старопахотная	22	3Д 3Бк 1Дк 1Яс 1Чш 1Кл	4Д 3Бк 1Дк 1Яс 1Чш ед. Кл	0,35 0,20 0,08 0,04 0,05 0,04 0,76	22,70 15,50 3,90 3,50 3,80 1,10 <u>50,50</u>	11,0 9,0 10,2 9,5 11,5 9,0	9,5 7,2 8,1 7,8 8,1 7,5	Культуры созданы на бывшей усадьбе лесника
17	Винницкая, Жмеринский, Ялтушковское, 43	1938	0,80	4Д 3Бк 1Дк 1Яс 1Кл	"			Частичная полосами	22	4Д 3Бк 1Дк 1Яс 1Кл	4Д 3Бк 1Дк 1Яс 1Кл	0,32 0,27 0,11 0,05 0,05 0,80	24,80 18,40 6,60 4,00 6,30 <u>60,10</u>	9,2 9,5 10,0 10,2	8,6 9,0 8,5 8,5	
26	Винницкая, Тульчинский, Шпиковское, 92	1937	24,0	5Д 3Бк 1Яс 1Кл	"	Серые лесные суглинки	Сплошная	Старопахотная	23	5Д 3Бк 1Яс 1Кл	6Д 2Бк 1Яс 1Кл	0,40 0,23 0,09 0,09 0,81	39,00 13,10 6,50 6,50 <u>65,10</u>	10,8 9,8	9,8 7,7	
27	Винницкая, Тульчинский, Шпиковское, 94	1937	0,50	6Бк 3Д 1Яс	"			Частично полосами	23	6Бк 3Д 1Яс	6Бк 3Д 1Яс	0,60 0,28 0,07 0,95	39,40 19,90 7,60 <u>66,90</u>	11,5 10,5	9,0 9,0	
15	Винницкая, Жмеринский, Барское, 60	1937	20,0	5Д 2Бк 1Дк 1Яс 1Бр	"	Темно-серые лесные суглинки	Сплошная	Задеревялая лесосека	23	5Д 2Бк 1Дк 1Яс ед. Яв, Бз	7Д 2Бк 1Дк ед. Яс, Яс, Бз, Бх	0,36 0,22 0,08 0,10 0,03 0,79	48,30 12,70 4,80 3,60 2,50 <u>71,90</u>	10,5 10,0 10,5	13,0 10,8 10,8	Ясень, клен, бархат и берест выпадают из насаждения, хорошо растут дуб черешчатый, дуб красный, бук. Насаждение страдает от пастбища скота и самовольных рубок (особенно бук)



Памятник М. В. Ломоносову в г. Архангельске.

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



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

Цена 1 руб.

**Принимается подписка  
на журнал на 1962 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»  
МИНИСТЕРСТВА 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» и может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960 и 1961 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

## ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ В ОЧНУЮ И ЗАОЧНУЮ АСПИРАНТУРУ на 1962 год

по следующим специальностям:

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Станки и инструменты для обработки древесины.</li><li>2. Автоматизация производственных процессов.</li><li>3. Химическая переработка древесины. (Химия древесины и целлюлозы).</li><li>4. Машины и механизмы лесоразработок и лесного хозяйства.</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>5. Сухопутный транспорт леса.</li><li>6. Водный транспорт леса.</li><li>7. Технология деревообрабатывающих производств.</li><li>8. Технология древесно-волоконистых пластиков и плит.</li><li>9. Лесоустройство и лесная таксация.</li><li>10. Лесные культуры.</li></ol> |
|---|---|

Кроме того, через целевую аспирантуру при ленинградских и московских вузах по специальностям:

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Технология изделий из древесных пластиков и плит.</li><li>2. Машины и аппараты для целлюлозно-бумажной промышленности.</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>3. Архитектура промышленных и гражданских зданий.</li><li>4. Железобетонные конструкции.</li><li>5. Теплопередача и термодинамика.</li><li>6. Промышленные станции.</li></ol> |
|---|---|

В аспирантуру с отрывом от производства принимаются лица не старше 35 лет, имеющие законченное высшее образование по избранной отрасли науки, проявившие способность к научно-исследовательской работе и имеющие стаж работы по специальности не менее двух лет.

Заявления о приеме в аспирантуру подаются на имя ректора с приложением следующих документов в двух экземплярах; нотариальной копии диплома об окончании вуза (с вкладышем), подробной автобиографии, личного листка по учету кадров, характеристики с последнего места работы, фотокарточки размером  $6 \times 9$  см, заверенного списка печатных и рукописных трудов, сведений об изобретениях и отзывах о них, справки о состоянии здоровья, документа об отношении к воинской обязанности.

Все поступающие в аспирантуру проходят приемные испытания по специальной дисциплине, курсу истории КПСС и иностранному языку в объеме программ, утвержденных для вузов.

Кроме того, поступающие в аспирантуру представляют письменный реферат или опубликованную работу по избранной специальности.

Лицам, допущенным к приемным испытаниям в аспирантуру, предоставляется отпуск с сохранением заработной платы по месту работы.

Прием заявлений — до 1 мая 1962 года, приемные экзамены — с 15 мая по 20 июня 1962 года.

**Начало занятий с 1 сентября 1962 года**

Зачисленные в аспирантуру с отрывом от производства получают стипендию в размере 68 рублей в месяц, а поступающие с производства и получающие заработную плату выше указанной стипендии — в размере получаемого оклада, но не выше 100 рублей в месяц.

Срок обучения в аспирантуре с отрывом от производства — 3 года, без отрыва — 4 года.

Для приобретения научной литературы аспиранту выдается ежегодно пособие в размере месячной стипендии.

Адрес института: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17.  
РЕКТОРАТ.