

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

3

1971

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. И. М. Боховкин (отв. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. отв. редактора), доц. С. И. Морозов (зам. отв. редактора), проф. Н. М. Белая, проф. Г. А. Вильке, доц. П. И. Войчалъ, проф. И. В. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. Ф. И. Коперин, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИЛ, проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. В. О. Самуйлло, доц. Г. Я. Трайтельман, проф. В. Н. Худоногов, 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 вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17,
Архангельский лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

(Год издания четырнадцатый)

Сдано в набор 26/III 1971 г. Подписано к печати 13/VIII 1971 г. Форм бум. 70 X 108^{1/16}

Печ. л. 15,4 +1 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,56. Тираж 2200.

Сл. 00152. Заказ № 1910. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ВУЗ И ЭКОНОМИКА

XXIV съезд Коммунистической партии Советского Союза провозгласил рост благосостояния народа высшей целью экономической политики партии. Основное средство решения этой задачи — повышение эффективности общественного производства на основе научно-технического прогресса и более полного использования всех резервов.

Для осуществления этих решений XXIV съезд КПСС наметил широкую программу мероприятий по совершенствованию планирования и управления, по активизации экономической работы во всех звеньях от Госплана и министерств до предприятий и цехов.

Успех в этом большом деле во многом зависит от уровня экономических знаний всех участников производства. В Резолюции XXIV съезда КПСС по отчетному докладу Центрального Комитета партии говорится: «Съезд считает, что на современном этапе коммунистического строительства с его высокими темпами научно-технического прогресса первостепенное значение приобретает экономическое образование всех кадров, широких масс трудящихся». Это налагает большую и почетную ответственность на все вузы, готовящие специалистов для народного хозяйства.

В настоящее время экономические знания студентов лесотехнических вузов, как и всех втузов, формируются при прохождении ими курсов политической экономии, экономики отрасли и организации и планирования предприятий. В эту систему входит также выполнение курсового проекта (или курсовой работы) и экономической части дипломных проектов.

Вузовский курс политической экономии — фундамент всей экономической квалификации будущего инженера. Именно здесь студент должен получить ясное представление об основных экономических категориях и их взаимосвязях, о системе экономических законов. Не меняя конкретную экономику, политическая экономия должна показать живую связь ее категорий и законов с нуждами практики. Очень важно не оставить в стороне ни одного достаточно крупного нерешенного вопроса хозяйственной жизни и разъяснить с точки зрения политической экономии причины возникновения трудностей и пути их преодоления. Это несомненно повысит интерес к курсу и сделает его более действенным.

Центральное место занимает курс экономики отрасли. Основное внимание в этом курсе должно быть сосредоточено на том, чтобы показать влияние современной научно-технической революции на данную отрасль, наиболее перспективные направления технического прогресса, совершенствование управления, усиление экономического стимулирования. Необходимо активизировать курс экономики, предусмотрев в нем семинары по важнейшим темам, составление рефератов и обзоров, практические занятия.

Курс организации и планирования — заключительный в экономической подготовке инженеров — должен вооружить их практическими навыками экономических расчетов, обоснований, анализа. В этом достаточно большом по количеству часов курсе, за счет исключения вся-

кого рода описательного материала, следует полнее осветить вопросы НОТ, новых методов планирования, организации управления, основ экономического анализа. Необходимо создать сборники задач для практических занятий по курсу организации, в которых будущему инженеру были бы предложены для решения достаточно сложные и близкие к реальным хозяйственным ситуации.

Курсовые проекты и экономическая часть дипломных проектов в последние годы разрабатываются более углубленно. Определяются все новые показатели, вошедшие в хозяйственную практику в ходе реформы; квалифицированнее стали расчеты эффективности проектируемых мероприятий. Целесообразно, чтобы темы курсовых и особенно дипломных проектов были достаточно сложными, объективно вынуждая студентов применять для их решения математические методы планирования и управления, сетевые графики и другие современные приемы, а также разнообразную вычислительную технику вплоть до электронной.

Но рамки курсов экономики и организации уже не вмещают всего того, чем следует вооружить будущих командиров производства. Так, в Уральском лесотехническом институте студентам всех специальностей читают курсы «Основы научной организации труда» и «Основы экономического анализа». Этот опыт заслуживает распространения. В Ленинградской лесотехнической академии, Архангельском, Воронежском и Московском лесотехнических институтах для студентов инженерно-экономической специальности введен курс «Научные основы управления производством». По-видимому, целесообразно читать этот курс на всех факультетах: ведь большинство руководителей производства вырастают из инженеров технического профиля. Экономический подход должен пронизывать преподавание всех технологических дисциплин.

Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев в своем докладе на XXIV съезде одним из трех узловых вопросов экономической политики Партии назвал совершенствование системы управления экономикой. Ученые университетов и других вузов СССР немало сделали по разработке теоретических вопросов управления. Теперь нужны конкретные рекомендации по совершенствованию организационных структур управления. Они особенно нужны лесной промышленности, где число ступеней управления наибольшее по сравнению с другими отраслями. Необходимо всесторонне обосновать трехзвенную структуру управления лесной промышленностью, как это предусмотрено Директивами XXIV съезда, и подготовить переход к автоматизированной системе управления отраслью.

Экономические кафедры лесотехнических вузов уже сейчас в состоянии значительно увеличить объем хоздоговорных научно-исследовательских работ по заказам промышленности. При наиболее крупных кафедрах, особенно в многолесных районах страны, целесообразно создать проблемные и отраслевые научно-исследовательские экономические лаборатории. Очень важно привлекать как можно больше студентов к исследовательской работе кафедр экономики.

Преподаватели экономики и организации производства должны быть в первых рядах проводников решений XXIV съезда КПСС в широкие массы трудящихся.

Большой высококвалифицированный отряд советских преподавателей и ученых-лесоэкономистов в едином строю со всей Коммунистической партией, со всем народом будет активно бороться за выполнение задач коммунистического строительства в СССР!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.22

К ПРОБЛЕМЕ ХОЗЯЙСТВА
В ДУБРАВАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

М. С. ЧЕРНОБРОВЦЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Известно, что при наличии под пологом молодняков достаточного количества семенного подростка дуба вполне возможно при помощи своевременной и регулярно проводимых осветлений и прочисток восстановить на вырубках семенной дуб. Рекомендации по уходу за молодняками давно уже вошли в существующие наставления по рубкам ухода. Здесь речь идет о практических возможностях реализации этих рубок в лесхозах в реальных экономических условиях, создавшихся в дубравах в результате более чем столетней истории хозяйства.

Низкое качество порослевых дубрав, их изреженность и кривоствольность снижают выход деловых сортиментов при главной рубке до 25—30% от общего запаса. Это объясняется ослаблением возобновительной способности пней в результате 3—4 оборотов рубки, пастбой скота в лесах и недостаточностью рубок ухода в дубравах.

По данным лесоустройства, в Гослесфонде Центрально-Черноземного экономического района (ЦЧЭР) на 1 января 1966 г. из общей площади лесов 1071 тыс. га числилось 363 тыс. га дубовых низкоствольников и 192 тыс. га так называемых высокоствольников.

В практике лесоустройства к последним обычно относят все наиболее производительные дубовые насаждения I—II классов бонитета, условно считая их семенными, тогда как в действительности участие в них деревьев семенного происхождения в приспевающих и спелых древостоях не превышает 20—25% от общего числа деревьев дуба, а в средневозрастных и молодых еще ниже.

Так, при лесоустройстве Шиповского лесного массива Воронежской области в 1950 г. в дубравах I—II классов бонитета число 41—60-летних деревьев семенного происхождения составило 8%, а 61—80-летних — 2%. На вырубках 2—5-летнего возраста было обнаружено всего 700—800 экземпляров самосева дуба вместе с торчками. Таким образом, происходит так называемое «обездубливание» дубрав. Этот же процесс происходит и в культурах дуба. По данным того же лесоустройства, в Воронежском леспромхозе (Шипов лес) за 70 лет было произведено 2794 га культур дуба, а к 1950 г. сохранилось лишь 459 га.

Поэтому к насаждениям семенного происхождения по существу следует относить только сохранившиеся культуры дуба и весьма незначительную площадь приспевающих и спелых дубовых насаждений семенно-порослевого происхождения, которых насчитывается 8800 га, или 16% общей площади дубрав ЦЧЭР. В ближайшем будущем нет оснований ожидать сокращения площади низкоствольных дубрав. По имеющимся расчетам, к 1980 г. она составит 333 тыс. га, то есть сни-

зится только на 8% *. Поэтому проблема хозяйства в дубравах ЦЧЭР особо актуальна и, в первую очередь, в дубравах порослевого происхождения.

Каковы же основные причины приведенных фактов и почему до сих пор порослевые низкоствольники продолжают оставаться преобладающей категорией дубняков? Основная причина — недостаток рабочей силы в предприятиях лесного хозяйства и большая трудоемкость работ по уходу за лесом, особенно при рубках ухода в молодняках. С другой стороны, надо учесть опромненные площади насаждений, требующих ухода, и недостаточную рентабельность осветлений и прочисток.

Размер расчетной лесосеки главного пользования только по дубовому низкоствольному хозяйству ЦЧЭР в 1970 г. составлял около 2 тыс. га, а к 2000 г. он возрастет до 5 тыс. га в результате поспевания большой группы средневозрастных дубняков. Сверх этого, ежегодно вырубается сплошными лесосеками не менее 3 тыс. га по твердолиственному дубовому и хвойному хозяйствам. Эти вырубки обычно культивируются и, следовательно, потребуют первоочередных осветлений.

Между тем, по данным Министерства лесного хозяйства РСФСР, в 1966 г. в ЦЧЭР было охвачено осветлениями и прочистками около 30 тыс. га, или 6% площади молодняков твердолиственного и хвойного хозяйств. При повторяемости рубок в 5 лет уходом будет обеспечено всего 30% молодняков — 457 тыс. га. Нормы выхода продукции при этих рубках занижены и в среднем не превышают 4—5 м³ с 1 га, то есть в 2—3 раза меньше нормального возможного.

Из сказанного становится ясной причина накопления площади дубовых низкоствольников и исчезновение дубового подроста в молодняках, оставшихся без ухода, а также и гибели культур дуба, зарастающих быстрорастущей порослью дуба и жустарниками. Площадь средневозрастных дубовых и сосновых насаждений ЦЧЭР равна 273 тыс. га, и не менее половины их также нуждаются в рубках ухода.

Таким образом, если на вырубках последних лет хозяйство в основном стало обеспечивать проведение осветлений, то площади рубок прежних лет (1950—1960 гг. и более старых) уже превратились в порослевые дубняки, в которых подрост дуба давно погиб. Отсюда возникает вторая задача ведения хозяйства в дубравах — улучшение товарности 10—30-летних порослевых дубовых насаждений путем проведения прочисток и прореживаний.

Приведем некоторые данные о структуре порослевых низкоствольников, полученные нами на основании анализа 48 пробных площадей, заложенных в этой категории древостоев в разных районах ЦЧЭР (табл. 1).

Таблица 1

Возраст, лет	Среднее число деревьев дуба на 1 га	Процент деревьев дуба				Число деревьев дуба с удовлетворительной формой ствола
		прямоствольных	кривоствольных	вильчатых	мертвых	
10—12	4675	53	38	6	3	2460
25—35	1215	48	43	5	4	585

* И. В. Воронин, В. А. Бугаев. Лесное хозяйство ЦЧЭР за 50 лет Советской власти. Воронеж, 1970.

Из этих данных можно сделать следующие выводы.

1. За период 20 лет (от 10 до 30 лет) общее количество дуба и число стволов с удовлетворительной формой уменьшилось примерно в 4 раза, но процент последних не изменился.

2. В процессе естественного отбора за этот период изреживание дуба протекало с одинаковой интенсивностью как среди деловых, так и дровяных стволов в основном в результате отпада экземпляров с меньшими диаметрами, отставшими в росте в высоту и попавшими под затенение более высокими деревьями главных и сопутствующих пород.

3. Следовательно, естественный отбор, происходящий без вмешательства человека, не создает условий для улучшения качества насаждений, и без лесоводственного ухода за ними формируются древостои, в которых в возрасте спелости выход деловых сортиментов не превышает 20—30%.

4. Своевременными рубками ухода, начиная с прочисток (вырубая кривоствольные, фаутные деревья дуба и затеняющие быстрорастущие деревья малоценных пород), можно значительно повысить участие в молодняках стволов хорошей формы и к возрасту проходной рубки создать древостой, в котором выход деловой древесины может быть доведен до 60—70%. Наличие количество дубков с хорошей формой ствола в молодняках в большинстве случаев вполне достаточно, чтобы выполнить эту задачу.

Такие рубки, помимо своего главного назначения, дадут возможность получить в порядке промежуточного пользования дополнительное количество лесопродукции, рентабельность их может быть значительно увеличена в результате переработки древесины, а производительность труда повышена путем механизации.

Поступила 17 марта 1971 г.

УДК 634.0.44 + 634.0.114

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПОРАЖЕНИЯ ОСИНЫ ТРУТОВИКОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННЫХ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В ПОЧВЕ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Несмотря на небольшое количественное участие, минеральные вещества в древесине играют важную роль. В частности, кальций и магний входят в состав пектиновых веществ клеточных оболочек в виде солей пектиновой кислоты (Са- и Mg-пектаты) [6]. Их присутствие связывают со старением клеток и тканей [9].

Срединные пластинки, с помощью которых клетки соединяются друг с другом [1], [12], и пектиновые вещества, составляющие основу пластинок, определяют прочность соединения клеточных стенок, способность их к набуханию [1], [9]. Некоторые авторы [5] указывают на связь кальция с азотным обменом и образованием протоплазматических структур живых клеток.

Дереворазрушающие грибы, в том числе лигнинразрушающие, к которым относится осиновый трутовик (*Phellinus tremulae* Bond. et Boriss), в первую очередь, разлагают вторичные (внутренние) стенки клеточных оболочек древесины, а затем с меньшей скоростью — пер-

вичные оболочки. Только срединные пластинки, непосредственно прилегающие и связанные с первичными оболочками, как правило, остаются нетронутыми даже в III стадии гниения древесины [9].

Содержание золы в древесине разных пород зависит от возраста и условий местопроизрастания. В стволах осины она составляет около 0,4—1,7% [10], [8]. В зольном остатке ствольной древесины осины наибольшее количество приходится на кальций (~40%), меньшее — на калий и натрий (~20%) и еще меньшее — на магний (около 10%) [8]. Исходя из этого, можно заключить, что кальций и магний в клеточных оболочках осины в какой-то мере определяют устойчивость древесины к ствольной сердцевинной гнили. Если это так, то осина на почвах, богатых кальцием, должна поражаться осиновым трутовиком в меньшей степени. Впервые на это обстоятельство обратили внимание В. Н. Синев и Н. Е. Декатов [11], [4]. Наши исследования показали, что осина меньше поражается сердцевинной гнилью на бескарбонатных почвах, содержащих с глубины 60—80 см не менее 8—9 мг-экв обменного кальция на 100 г сухой почвы, а на богатых карбонатных почвах она, напротив, поражается значительно сильнее [2].

Исследования И. Н. Рахтеенко [7] свидетельствуют, что основная масса (87%) преимущественно скелетных корней осины сосредоточена в верхнем 30—40-сантиметровом слое почвы, а отдельные питающие корни осины 50-летнего возраста проникают на глубину 3—3,5 м. Следовательно, разные слои почвенной толщи неравноценны в обеспечении осины веществами минерального питания. Поэтому определенный интерес представляет последовательное установление с помощью статистических методов степени и характера связи между содержанием обменного кальция и магния в почве и поражением осины трутовиком.

Необходимые вычисления проделаны нами для дерново-подзолистых почв 10 пробных площадей* в осинниках 45—52-летнего возраста кислично-черничного типа леса. Содержание обменного кальция и магния в генетических горизонтах почвенного профиля определяли трилонометрическим методом. Фаутность стволов осины на каждой пробной площади устанавливали по числу деревьев с плодовыми телами осинового трутовика.

Между наличием обменного кальция в почве и степенью поражения стволов осины трутовиком существует обратная корреляционная зависимость, наиболее надежно определяемая по содержанию кальция на глубине 60—80 см. Коэффициент регрессии для той же глубины показывает, что при увеличении содержания обменного кальция в почве на 0,309 мг-экв фаутность осины уменьшается в среднем на 1%.

Обменному кальцию в почве всегда сопутствует обменный магний. Между содержанием их в почве на глубине 60—80 см существует прямая корреляционная зависимость. Связь же между ними и фауностью осины по данным тех же 10 пробных площадей и разрезов (для глубины 60—80 см), выраженная сводным коэффициентом множественной корреляции, оказалась величиной незначительной. Это может быть объяснено нелинейным характером зависимости между рассматриваемыми признаками. Частный коэффициент корреляции между содержанием обменного магния на глубине 60—80 см и фауностью осины при постоянном значении обменного кальция оказался величиной положительной. Вполне возможно, что сильное поражение осины гнилью в некоторых случаях на карбонатных и бескарбонатных почвах объясняется повышенным содержанием в почве магния (в составе карбонатов и обменной форме). В этом направлении необходимо провести дополнительные специальные исследования.

* Подробная характеристика некоторых из них дана ранее [2]. Кроме того, в работе использованы данные (трех пробных площадей) других исследователей [3].

В заключение приводим данные о поражении осины сердцевинной гнилью на почвах, содержащих различное количество обменных Са⁺⁺ и Mg⁺⁺ (табл. 1).

Таблица 1

Содержание обменных оснований на глубине 60–80 см, мг-экв на 100 г сухой почвы		Средний возраст осины, лет	Процент стволов осины, имеющих плодовые тела	Максимальное распространение сердцевинной гнили в модельных деревьях 16–24-сантиметровых ступеней толщины (средние значения)	
Са ⁺⁺	Mg ⁺⁺			по высоте, м	по диаметру, см
8,50	13,42	50	17,6	4,5	7,5
5,31	5,66	52	30,2	7,4	6,4
3,68	0,70	47	19,1	8,2	8,6
3,61	1,81	46	32,5	9,3	7,7

Из этих данных следует, что при разном содержании Са⁺⁺ и Mg⁺⁺ в почве различна не только степень поражения стволов осины трутовиком, но и степень развития гнили по диаметру и особенно по высоте стволов. Она наименьшая в древостоях с повышенным содержанием поглощенного кальция и магния в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Г. Александров. Анатомия растений, Изд. 4, М., 1966. [2]. В. А. Алексеев. К вопросу производительности и фауны осины на карбонатных почвах. Материалы к научно-технической конференции ЛХФ ЛТА, Л., 1969. [3]. Н. А. Взмуждаев, О. В. Шахова, В. И. Стукалова, Н. А. Черемисинов. Комплексное изучение природы осинников с учетом формового разнообразия осины. Сборник статей Лаборатории лесоведения, М., 1969. [4]. Н. Е. Декатов. Выращивание деловой осины для спичечного производства. Труды ЦНИИЛХ, бюлл. 16, Л., 1941. [5]. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений. М., 1963. [6]. Н. И. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. М.—Л., 1962. [7]. И. Н. Рахтеенко. Рост и взаимоотношение корневых систем древесных пород. АН БССР, Минск, 1963. [8]. Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в осинниках. Журн. «Почвоведение» № 8, 1953. [9]. В. Рипачек. Биология дереворазрушающих грибов (перевод с чешского), М., 1967. [10]. А. Г. Рычкова. О химическом составе гнилой древесины березы и осины. ЖПХ, т. 31, № 2, 1958. [11]. В. Н. Синев. Некоторые лесоводственные особенности осины в связи с вопросом о методах ее выращивания. Труды ЛТА, № 58, 1940. [12]. К. Эсау. Анатомия растений (перевод). М., 1969.

Поступила 23 ноября 1970 г.

УДК 634.0.165.5 : 674.032.475.542

ФОРМЫ ЕЛИ В ЛЕСАХ ПРИКАМЬЯ

П. П. ПОПОВ

Уральский лесотехнический институт

Вопросу изучения формового разнообразия древесных пород посвящено много работ [1], [3]—[6], [8], [11]. Все они освещают вопрос о формах ели обыкновенной. Несколько работ [7], [11] относится к изучению внутривидовой изменчивости ели сибирской.

Формовое разнообразие ели района соприкосновения ареалов в Прикамье практически не изучено. Наши исследования охватывают район Пермского Прикамья. Ель здесь представлена совместно произрастающими видами *Picea obovata* Ldb., в меньшей степени *P. exelsa*

Link. и большим разнообразием их естественных гибридов. Совместное произрастание видов ели, многообразие естественнoисторических условий Пермского Прикамья обуславливают наличие столь же большого разнообразия форм ели внутри ее видов.

Видовую и внутривидовую изменчивость ели изучали в подзоне средней и южной тайги, а также в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Исследованием охвачены типы ельников: кисличник, черничник, разнотравно-зеленомошниковый, крупнопоротниковый, липняковый, приручьевый, долгомошник. На 31 пробной площади описано 11068 деревьев ели II—VIII классов возраста в древостоях с участием ели от 70 до 85%.

Исследования проводили в основном на лесосеках главного пользования во время рубки с целью наиболее точного установления возраста деревьев и насаждения. Работу на пробных площадях выполняли по общепринятой методике лесоводственных исследований с учетом особенностей рассматриваемого вопроса.

При обследовании ельников и биометрической характеристике модельных деревьев выделяли устойчивые, легко различимые признаки: размеры шишек и характер семенных чешуй, внешний вид коры, тип ветвления, форму кроны, цвет молодых женских шишек; отражали таксационную характеристику деревьев. При определении форм ели пользовались уже принятыми названиями [1], [4], [10].

Полученный материал позволил выделить следующие виды ели:

а) сибирскую (*P. obovata* Ldb.), широко (до 90—95%) распространенную во всех типах леса подзоны средней и северо-восточной частей южной тайги;

б) промежуточную — переходную (*P. exelsa* var. *medioxima* Nyl.), наиболее (66—74%) часто встречающуюся в подзоне южной тайги. По размерам шишек (7,5—8,0 см), форме чешуй, энергии прорастания и всхожести семян ель промежуточной формы ближе к ели сибирской (средняя длина шишек 6,64 см), чем к ели европейской, шишки которой в условиях Пермского Прикамья имеют длину 10—13 см. Поэтому промежуточную форму правильнее определить как *Picea obovata* var. *uralensis*. Последнее также отмечено для условий центральной части Среднего Урала [7]. Промежуточные формы шишек подзоны хвойно-широколиственных лесов исследуемого района по своим размерам (8,5—9,5 см) и другим биологическим особенностям ближе к ели европейской и соответствуют определению *P. exelsa* var. *uralensis* Terl. [11];

в) европейскую, единично встречающуюся в подзоне южной тайги и до 6% в подзоне хвойно-широколиственных лесов.

Внутривидовая изменчивость ели выражена следующими морфологическими формами.

По типу строения коры

Гладкокорая ель имеет гладкую, как у пихты, или слабошероховатую кору от 1,5 м и выше по стволу. Кора тонкая, чаще с красновато-бурым оттенком.

Чешуйчатокорая форма характеризуется корой, разделенной на мелкие (до 2—3 см) чешуйки квадратной, неправильно округлой, угловатой формы, часто легко отслаивающиеся. Кора средней толщины, обычно серо-пепельного цвета.

Трещиноватокорая ель. Кора разделена на глубокие (0,5—1,2 см) продольные бороздки-трещины. Кора толстая, не отслаивается. Цвет серый или с буроватым оттенком.

Пластинчатокорая ель имеет сравнительно тонкую кору, разделенную неглубокими (0,3—0,5 см), широкими (1—2,5 см), продольно направленными трещинами. Расчлененная таким образом кора имеет вид прерывистых довольно крупных пластин (4—6 см²), обычно серого цвета. Пластины легко отслаиваются. Проглядывающая в трещинах кора часто имеет красновато-бурый цвет.

При выделении форм ели по ветвлению использовали описание их, данное В. Н. Сукачевым [10].

По форме кроны

Узкокронная, чаще колоновидная форма характеризуется короткими (1—1,5 м), тонкими (до 2 см) ветвями, отходящими от ствола горизонтально или вниз. Стволы хорошо очищены. Крона имеет цилиндрическую, реже узкоконусовидную форму. Для данной формы характерен чаще всего щетковидный тип ветвления. В насаждении встречается единично. Описана С. Н. Багаевым [2] для условий Верхней Волги как наиболее перспективная в лесохозяйственном отношении форма.

Обычная, среднеконусовидная или несколько овальная, наиболее часто встречающаяся форма кроны. Ветви средней длины и толщины отходят от ствола под различными углами. Этой форме свойственны все выделенные типы ветвления.

Ширококронная ель характеризуется длинными, толстыми ветвями, отходящими от ствола горизонтально или несколько вниз. Деревья чаще всего толстые, сильно сбежистые. Прирост в высоту, как правило, слабый или средний.

По цвету шишек

Красношишечная ель. Шишки красно-бурого цвета, часто с фиолетовым оттенком различных тонов.

Зеленошишечная ель. Шишки серовато-зеленой или светлой чисто-зеленой окраски.

Промежуточная — гибридная форма, по мнению многих исследователей, имеет шишки смешанной окраски.

Распространение форм ели

Распространение различных форм ели изучали в зависимости от типа леса. В условиях Пермского Прикамья во всех типах леса наиболее распространена ель по типу ветвления — щетковидная (37—51,5%) и плосковетвистая (33—43%); по типу строения коры — чешуйчатокорая (42—68%); по цвету шишек — промежуточная (48%). Реже встречается ель с гребенчатым ветвлением (3—10%), гладkokорая (3—10%), зеленошишечная (21%); узкокронная и ширококронная — единично. Приуроченность их к определенным условиям местопроизрастания не установлена.

Встречаемость различных форм ели по типам леса показана в табл. 1. С улучшением условий местопроизрастания увеличивается доля участия в популяции ели с гладкой и трещиноватой корой и гребенчатым ветвлением, а с чешуйчатой корой, щетковидным и плоским ветвлением — уменьшается. Встречаемость ели с пластинчатой корой, неправильно гребенчатым ветвлением близка к среднему значению по всем типам леса.

Закономерность доли участия выделенных групп деревьев ели по типам ветвления и характеру строения поверхности коры приведена в табл. 2 (количество деревьев 4795 принято за 100%). Из данных таблицы видно, что наименее распространена ель гребенчатая с корой всех типов. В группе гладkokорых деревьев чаще встречается плосковетвистая ель (45,6%); среди чешуйчатокорых — ель щетковидная (43,5%) и плосковетвистая (43,0%). Трещиноватокорая ель чаще (60,1%) имеет

Таблица 1

Типы ельников	Число деревьев	Распределение количества деревьев по формам, %							
		по коре				по ветвлению			
		гладко-корая	чешуйчатокорая	трещиноватокорая	пластинчатокорая	гребенчатая	неправильно гребенчатая	щетковидная	плосковетвистая
Кисличник	841	85	42	41	8,5	10	17	37	36
Липняковский	874	10	43	18	29	7,5	14	42,5	36
Черничник	456	8	49	23	20	6	11,5	46	36,5
Разнотравно-зелено-мошниковый	1876	8	54	20	18	3,5	8	45	43,5
Крупнопоротниковый	231	5	61	27	7	5	12	42	41
Приручевый	206	6	57	15	22	4	11	51,5	33,5
Долгомошниковый	311	3	68	18	11	3	13	44	40
Среднее		7,9	50,8	23,6	17,7	5,7	11,6	43,3	39,4

Таблица 2

Группы деревьев	Гладкокорая	Чешуйчатокорая	Трещиноватокорая	Пластинчатокорая	Итого, %
Гребенчатая	1,0 ± 0,1	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,2 ± 0,1	5,7
Неправильно гребенчатая	1,2 ± 0,1	4,8 ± 0,3	3,0 ± 0,3	2,6 ± 0,2	11,6
Щетковидная	2,1 ± 0,2	22,2 ± 0,6	14,5 ± 0,4	4,5 ± 0,3	43,3
Плосковетвистая	3,6 ± 0,3	21,9 ± 0,6	4,5 ± 0,3	9,4 ± 0,4	39,4
Итого, %	7,9	50,8	23,7	17,7	100

щетковидное ветвление. Пластинчатокорая ель более распространена (52,6%) в сочетании с плоским ветвлением.

Между выделенными морфологическими признаками не обнаружено корреляционной связи, что говорит об обособленности этих форм. Последнее подтверждает вывод, полученный М. С. Некрасовым [7] для условий центральной части Среднего Урала.

Общие закономерности распространения форм ели соответствуют данным других исследователей [5] — [7], [9] для иных условий.

При оценке лесоводственно-таксационных особенностей различных форм ели [8] установлено, что наиболее производительна гладкокорая ель с гребенчатым и щетковидным ветвлением, медленно растет ель плосковетвистая. Различие по запасу между ними достигает 83% в 70-летних культурах из семян местного происхождения ельника разнотравного. Чешуйчатокорая и трещиноватокорая ель с гребенчатым, неправильно гребенчатым и щетковидным ветвлением также растет лучше (до 45% по запасу), чем ель плосковетвистая.

Пластинчатокорая ель наиболее производительна только в случае щетковидного ветвления. Различие по запасу в том же насаждении между быстрорастущей формой (наибольший показатель) и гребенчатой, неправильно гребенчатой, плосковетвистой составляет соответственно 37, 72, 129%.

Наши данные с теми или иными отклонениями подтверждаются выводами других исследователей [1], [3], [4], [6], [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Альбенский. Методы улучшения древесных пород. Гослесбумиздат, 1954. [2]. С. Н. Багаев. Перспективная форма ели для отбора и разведения. Верхне-Волжский межотраслевой центр НТИ, 1969. [3]. П. И. Войчалъ. Культуры внутри-

видовых форм ели. Труды Архангельского лесотехнического института, т. 14, 1965. [4]. В. П. Гаврисъ. Многоформенность лесных пород и практическое использование ценных форм сосны и ели. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1938. [5]. Д. С. Голод. Некоторые закономерности в распределении форм ели обыкновенной по типам леса. Сборник ботанических работ, вып. 3, Минск, 1961. [6]. Л. И. Милютин. Формы ели Брянской области, их лесоводственное и хозяйственное значение. Кандидатская диссертация, Брянск, 1962. [7]. М. С. Некрасов. К изучению формового разнообразия ели на Среднем Урале. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [8]. П. П. Попов, А. В. Полова. Основные таксационные показатели и ход роста выделенных форм ели в Прикамье. Сборник тезисов докладов, Йошкар-Ола, 1970. [9]. В. И. Пчелин. Лесоводственные особенности и технические свойства древесины различных форм ели в ельниках МАССР. Йошкар-Ола, 1958. [10]. В. Н. Сукачев. Дендрология с основами лесной геоботаники. М., 1938. [11]. Ф. А. Теплоухов. О сибирской ели. «Лесной журнал», вып. 6, 1872.

Поступила, 16 ноября 1970 г.

УДК 634.0.411

О ГЛУБИННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ГРИБА *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem.

В. В. МАРТЫНЕНКО

Марийский политехнический институт

Широкое и часто неосмотрительное применение инсектицидов вызывает ряд нежелательных последствий, одним из которых является разрушение биоценозов. Поэтому в последние годы большое внимание уделяется биологическому методу борьбы с вредителями леса. Однако этот метод применяется в ограниченных масштабах вследствие неосвоенности производства биопрепаратов, в том числе наименее изученных грибных.

В сельском хозяйстве грибной препарат боверин в опытно-производственных условиях применяется уже широко [17], [8], [9], [10], [3], [4]; [2]. В лесном хозяйстве недостаточная изученность вопросов культивирования мускардинного гриба *Beauveria tenella*, паразитирующего на восточном майском хруще *Melolontha hippocastani* F., не позволяет получать боверин, что препятствует широкой постановке опытов. Поэтому нашей целью было найти способы массового выращивания этого гриба.

Выращиванием и испытанием его на майских хрущах занимались многие исследователи ([11]—[16] и др.). Они применяли, в основном, плотные среды, преимущественно из семян и корнеплодов (фасоль, картофель, свекла и др.), а также жидкие питательные среды в стационарной культуре. Большинство этих сред позволяет получать хорошие результаты. Они обеспечивают высокую вирулентность и большое накопление биомассы гриба, однако не всегда приемлемы для массового выращивания.

В нашей литературе сравнительно мало сведений о питательных средах для массового выращивания энтомопатогенных грибов [7], [1], [2].

Группой украинских ученых под руководством Н. А. Теленги разработан двухэтапный метод массового выращивания гриба *Beauveria bassiana* ([17], [8], [5], [6] и др.) на жидких питательных средах. Разработка этого перспективного метода дает большие возможности получения препарата боверина, что и послужило причиной выбора этого метода при выращивании гриба *Beauveria tenella*.

Известно, что гриб *B. tenella* в покоящейся культуре растет медленнее, чем *B. bassiana*. Задачей работы было испытать глубинный метод выращивания *B. tenella* (при котором гриб не образует воздушного мицелия на поверхности субстрата, мицелий развивается в жидкой питательной среде, образуя мицелиальную хлопьевидную массу) и проследить накопление биомассы гриба и изменение прироста гиф во времени.

С этой целью была испытана жидкая питательная среда, применявшаяся для выращивания *B. bassiana* в УНИИЗР. В ее состав входили: кукурузный экстракт (сухой остаток 45%) — 32 г по техническому весу, глюкоза техническая (церероза) — 27 г,

фосфорнокислый калий однозамещенный — 2,1 г, сернокислый магний — 0,53 г, пеногаситель масло подсолнечное — 4,3 мл, рН питательной среды до стерилизации — 6,2, вода водопроводная — 1000 мл.

Работу проводили в лесобинологической лаборатории Марийского политехнического института под руководством проф. И. С. Аверкиева. Опыты ставили в двух повторностях в колбах Эрленмейера емкостью 750 мл с 150 мл питательной среды; затем выращивание вели в алюминиевых бидонах; заканчивался глубинный этап в ферментере емкостью 250 л. Исходным материалом для выращивания гриба была споровая культура *B. tenella* на пшене, выделенная из пораженной личинки восточного майского хруща. В работе использовали штамм гриба, отличавшийся обильным спорообразованием. Посев проводили сухими спорами, по 10—15 зерен пшеницы в колбу. Засеянные колбы для набухания спор выдерживали в термостате при температуре 26°C в течение 24 час. Для выращивания использовали подвешенный циркулярный шуттель-аппарат при режиме работы 210 об/мин в термостатированной комнате при температуре 26°C. Через 8 час в каждой партии колб учитывали рост гриба по сухому весу мицелия в виде мицелиальной массы из погруженной культуры. Отфильтрованный и промытый мицелий высушивали на ранее взвешенном фильтре при 80°C до постоянного веса.

Данные о накоплении биомассы гриба приведены в табл. 1.

Таблица 1

Продолжительность шуттелирования, час	Количество колб в партии, шт.	n	Вес сухого мицелия на 25 мл культуральной жидкости, мг					
			M	$\pm\sigma$	$\pm m_x$	V, %	P, %	t
8	12	12	144,9	26	7	17,9	4,8	20,7
16	15	14	155,6	89	24	57,2	15,5	6,5
24	15	15	305,3	42	18	13,8	5,9	16,9
32	8	8	396,6	63	22	15,8	5,6	18,0

Примечание. n — число наблюдений; M — среднее значение признака; $\pm\sigma$ — среднее квадратическое отклонение; $\pm m_x$ — основная ошибка среднего значения; V — коэффициент изменчивости; P — показатель точности опыта; t — достоверность вывода.

Из данных таблицы видно, что накопление биомассы гриба находится в прямой зависимости от времени. Форма зависимости в промежутке времени шуттелирования от 16 до 32 час близка к прямой. Анализируя статистические показатели обработки, можно прийти к выводу, что степень рассеивания показателей накопления биомассы незначительна. Лишь при продолжительности шуттелирования 16 час точность опыта составила 15,5%. Объясняется это, вероятно, тем, что в условиях предварительного опыта дозировка спор при посеве строго не выдерживалась.

Прирост концов гиф, как видно из рис. 1, неравномерен. Достигая максимального значения в промежутке времени около 24 час шуттелирования, прирост гиф к 32 час заметно падает. Выяснение причин этого явления имеет важное значение для разработки метода получения первичной раскладки гриба (матриц) и посевной мицелия, а также на втором этапе выращивания, который заключается в получении конидий гриба в нестерильных условиях на поверхности культуральной жидкости. В опытах использовали также различные недорогие среды: кукурузно-крахмальную, кукурузно-мелассную и др., основным компонентом которых является кукурузный экстракт — дешевый продукт переработки кукурузы. Накопление биомассы гриба на этих средах происходит также интенсивно, но содержание конидий в 1 г пленки (титр) ниже, что обусловлено многими еще не выясненными причинами.

Таким образом, в результате предварительных опытов можно сделать вывод, что гриб *B. tenella*, вызывающий местами сильные очаги

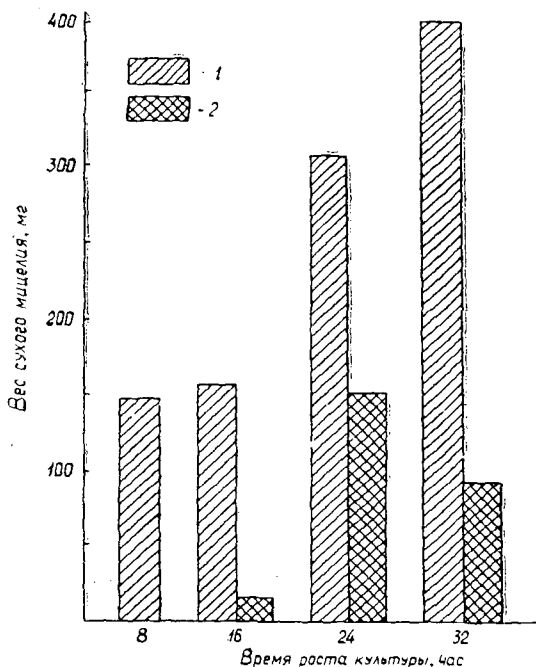


Рис. 1. Рост гриба *Beauveria tenella* в погруженной культуре в 150 мл питательной среды с глюкозой и кукурузным экстрактом при температуре 26°C.

1 — вес сухой биомассы мицелия;
2 — прирост гиф мицелия.

мускардиноза восточного майского хруща, можно выращивать глубинным методом в больших количествах за короткий срок. Этот метод имеет также большие преимущества при получении конидий гриба в нестерильных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Евлахова, Л. П. Толстухина. К вопросу массового накопления зеленой мускардины для применения в борьбе с сельскохозяйственными вредителями. Изд. ВИЗР, Л., 1937. [2]. А. А. Евлахова, Д. М. Пайкин, Л. Г. Тарасов. Массовое выращивание энтомопатогенного гриба *B. bassiana* Vuill. в нестерильных условиях. Журн. «Микология и фитопатология» № 2, 1968. [3]. А. А. Евлахова. Массовое выращивание энтомопатогенных грибов. Журн. «Защита растений» № 11, 1966. [4]. А. А. Евлахова. Опыт применения химических и микробиологических препаратов для уничтожения вредной черепашки в период уборки урожая. Доклады ВАСХНИЛ, № 8, 1966. [5]. Н. Л. Захарченко. Технологический режим выращивания гриба белой мускардины [*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill] в полувзаводских условиях комбинированным методом. Защита растений, Республиканский межведомственный тематический научный сборник, вып. 4, 1967. [6]. З. Корецкая, З. Крячко. Метод массового размножения белой мускардины. Журн. «Защита растений» № 6, 1966. [7]. И. М. Красильщик. О фабричном производстве заразных грибов с целью распространения их у вредных насекомых. Труды VI энтомологического съезда, Одесса, 1886. [8]. Н. А. Теленга, Н. П. Дядечко, Г. Н. Жигаев, К. М. Федорова. Применение гриба белой мускардины (*Beauveria bassiana* Bals.) для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. Научные труды Украинского института защиты растений, т. VIII, 1959. [9]. Н. А. Теленга, В. П. Приставко. Современное состояние биологического метода борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур и пути дальнейшего его развития. V совещание Всесоюзного энтомологического общества, тезисы докладов, 1963. [10]. Н. А. Теленга, М. П. Дядечко, А. И. Сикура. Новый перспективный метод борьбы с колорадским жуком за допомогою мускардинных грибов. Колорадський жук та нові методи боротьби з ним, Киев, 1963. [11]. Г. Г. Эрская. О массовом размножении мускардинного гриба ботритис тенелла, паразитирующего на восточном майском хруще, в лабораторных условиях. Тезисы докладов Поволжского лесотехнического института, 1967. [12]. Н. Вилк. Natürliche Feinde und biologische Bekämpfung der Maikäfer englerlinge. Zeitschr. f. Pflanzen krankheiten u. Pflanzenschutz. Band. 49, Heft 5, 338—381, 1939.

[13]. P. Ferron. Etude au laboratoire de facteurs determinant la mycose a *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. chez les larves de *Melolontha melolontha* L. Ann. Soc. ent. Fr. (N. S.), I (3), 1965, p. 619 a 625. [14]. I. I. Karpinski. Proby Walki z chrabaszczem (*Melolontha* sp.) za pomoca grzyba (*Beauveria densa*). Polnisch, Deutsche Zusammenfassung. Roczn Nauk, 41, 383—386, 1937. [15]. Le Mout. Le parasite du hanneton Comt. Rend. Ac. Sc. CXI, 1890, p. 656—657, CXII, 1891, p. 272, 1081—1083. [16]. V. Schaerffenberg. Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mycosen. Anzeiger für Schädlingskunde XXV, Heft 11, S, 1952. [17]. N. A. Telenga. The use of Entomophagous Fungi together with Insecticides in Insect Control. Transactions of the First International Conf. Insect Pathology and Biological Control, Praha, 1958.

Поступила 18 июня 1970 г.

УДК 634.0.81

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СМОЛЯНЫХ ХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ СТВОЛА И КОРНЕЙ КЕДРА КОРЕЙСКОГО

В. Г. ПОЛЫНСКИЙ, А. Д. ШЕВЧЕНКО

Приморский сельскохозяйственный институт

В литературе до сих пор отсутствуют данные об анатомическом строении смолоносного аппарата кедр корейского — весьма перспективной породы для подсочного производства на Дальнем Востоке.

Для изучения этого вопроса в Чугуевском лесхозе Приморского края были заложены две пробные площади и отобраны модельные деревья согласно методике, изложенной в ГОСТе 11483—65. В табл. 1 приведена таксационная характеристика пробных площадей.

На каждой пробной площади было спилено по шесть модельных деревьев. Образцы древесины выпиливали из заболонной части ствола на высотах 0,3; 2; 4; 6; 8; 10; 12 и 14 м от шейки корня с четырех сторон дерева, ориентированных по странам света. Всего взято 380 образцов длиной по окружности годичного слоя 3 см, высотой 2 см и шириной в пределах 15—20 годичных слоев. Для изучения смоляных ходов в древесине корней у каждого модельного дерева выкапывали типичный, средний по величине корень, из которого выпиливали образцы в виде кружков. Все образцы древесины ствола и корней фиксировали в смеси спирта, глицерина и воды в соотношении 1:2:3. Результаты измерений обработаны с применением методов вариационной статистики.

Таблица 1

Показатели	Пробная площадь	
	№ 1	№ 2
Экспозиция склона	Южный крутизной 8°	Юго-восточный крутизной 10°
Тип леса	Мшисто-лещинный кедрово-еловый	Лещинный кедровник с липой
Состав	3К2Е2Лп1Д1Т.м1Ос+Б.б, ед.П.б,И,К.м.	8К2Лп+Кл,ед.П.б
Класс бонитета	III	III
Полнота	0,8	0,8
Средний возраст, лет	120	120
Средний диаметр, см	28	28
Средняя высота, м	26	20
Запас, м ³	260	272
Почвы	Пойменно-бурые влажные суглинистые	Бурые горно-лесные свежие суглинистые средней мощности

Анатомическое строение вертикальных и горизонтальных смоляных ходов в древесине ствола кедра корейского в основном сходно с их

строением в древесине сосны обыкновенной, сосны крымской [2], [4] и кедра сибирского [1], [3]. Эпителиальные клетки (4—6 шт.), выстилающие канал смоляного хода, имеют тонкие целлюлозные оболочки, густую протоплазму с крупным ядром и многочисленными зернами запасных веществ. Форма и размеры зерен непостоянны и зависят от количества живицы в канале (рис. 1). Вокруг эпителиальных клеток располагаются мертвые, заполненные воздухом клетки (5—8 шт.) с тонкими одревесневшими оболочками. Они не образуют сплошного кольца вокруг клеток эпителия, и в местах разрыва эпителий непосредственно соприкасается с паренхимными клетками (12—18 шт.), расположенными в 1—2 ряда вокруг канала смоляного хода. Содержимое этих клеток состоит из густой плазмы с включением капель масла и зерен крахмала.

В поздней зоне годичного слоя вертикальные смолоходы имеют форму эллипса, в переходной — округлую. Диаметры смоляных ходов, расположенных в переходной зоне годичного слоя, несколько больше, чем в поздней (соответственно 176 и 167 мк). Средний диаметр каналов вертикальных ходов равен 84 мк. Наибольшие диаметры вертикальных смолоходов наблюдаются на высоте 0,3 м от шейки корня — 185 мк, затем они уменьшаются до 161 мк на высоте 14 м. Горизонтальные смоляные ходы располагаются в сердцевинных лучах и состоят из клеток эпителия, не полностью окруженных мертвыми клетками и паренхимой сердцевинных лучей (рис. 2). Средний диаметр их равен 59,4 мк. Страны света и условия местопроизрастания не оказывают влияния на размеры вертикальных и горизонтальных смоляных ходов.

В древесине корней кедра корейского, помимо вертикальных и горизонтальных смоляных ходов, расположенных во вторичной древесине, имеется 3—4 крупных, диаметром от 251 до 268 мк, центральных

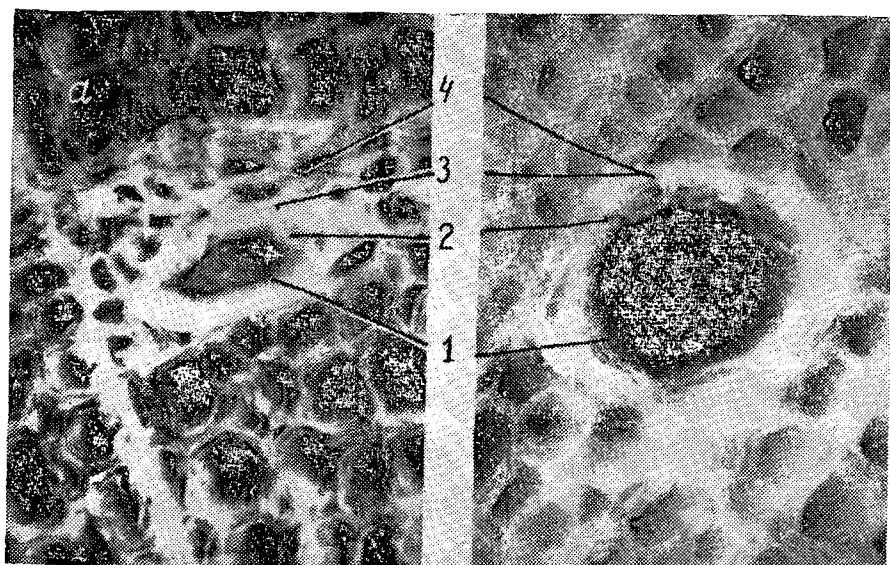


Рис. 1. Поперечный разрез вертикальных смоляных ходов древесины ствола кедра корейского.

a — вертикальный смоляной ход в поздней зоне годичного слоя: 1 — эпителиальные клетки; 2 — мертвые клетки; 3 — клетки сопровождающей паренхимы; 4 — трахеиды (увелич. в 120 раз); *б* — вертикальный смоляной ход в переходной зоне годичного слоя (увелич. в 187 раз).



Рис. 2. Строение горизонтального смоляного хода (увелич. в 200 раз).

- 1 — эпителиальные клетки; 2 — мертвые клетки;
3 — клетки паренхимы сердцевинного луча;
4 — трахеиды сердцевинного луча;
5 — трахеиды древесины.

смолохода, расположенных по одному против каждого луча первичной древесины (рис. 3). Канал центрального смоляного хода окружен 1—2 рядами тонкостенных эпителиальных клеток (6—10 шт.), наполненных прозрачной протоплазмой с запасными питательными веществами. За слоем эпителиальных клеток следуют трахеиды. Мертвые и паренхимные клетки отсутствуют. Форма центральных смолоходов эллиптическая, большая ось эллипса соответствует направлению луча первичной древесины. Анатомическое строение вертикальных и гори-

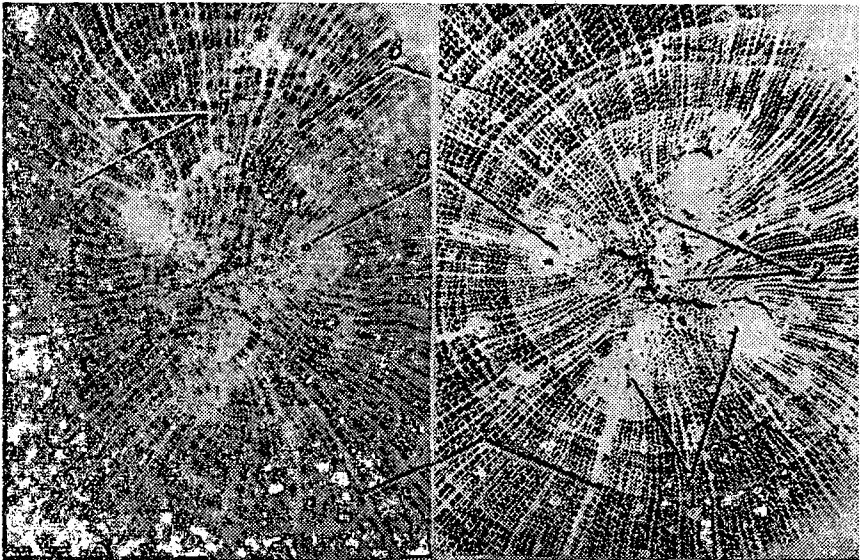


Рис. 3. Поперечный разрез древесины корня кедра корейского (увелич. в 27 раз).

- a* — центральные смоляные ходы в первичной древесине: 1 — клетки эпителия; 2 — трахеиды первичной древесины; 3 — вертикальные смоляные ходы во вторичной древесине; 4 — трахеиды вторичной древесины; 5 — сердцевинные лучи.

Таблица 2

Показатели	Мшисто-лещинный кедрово-еловый тип	Лещинный кедровник с липой	Среднее
Ширина годичного слоя, мм	2,0	2,2	2,1 ± 0,4
Число вертикальных ходов на 10 см годичного слоя	116	132	124 ± 28
Густота вертикальных ходов	56	64	60 ± 8
„ горизонтальных „	35	41	38 ± 8
Число ходов в 1 см ³	91	105	98 ± 9
Число пересечений	168	192	180 ± 26
Диаметры вертикальных ходов, мк			
в поздней зоне	152,8	152,6	152,7
в переходной зоне	158,4	152,6	155,5
среднее	155,6	152,6	154,1 ± 12,6
Диаметры горизонтальных ходов, мк			
„ центральных „	59	59	59 ± 5,8
„ „	260	268	264 ± 11,8

горизонтальных смоляных ходов вторичной древесины корня сходно со строением смолоходов древесины ствола. Результаты измерений смоляных ходов в древесине корней и их количество приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, условия местопроизрастания не оказывают влияния на размеры смоляных ходов, одинаковы они и в разных зонах годичного слоя. Средний диаметр вертикальных смолоходов составляет 154,1 мк, то есть несколько меньше, чем в древесине ствола. Размеры горизонтальных смоляных ходов в древесине корней и ствола одинаковы.

В пределах годичного слоя древесины корней вертикальные смоляные ходы распределяются равномерно — 52% в поздней и 48% в переходной зоне. Средняя густота ходов — 60. Густота горизонтальных ходов составляет 38 ходов на 1 см² тангенциальной поверхности. В 1 см³ древесины корней насчитывается от 91 до 105 ходов, а число пересечений вертикальных ходов горизонтальными достигает 180 (табл. 2).

Между шириной годичного слоя и числом вертикальных смоляных ходов в древесине корней наблюдается прямолинейная зависимость (коэффициент корреляции + 0,76), выражаемая уравнением вида

$$n = 4b + 4,4,$$

где n — число смоляных ходов на 1 см длины годичного слоя;

b — ширина годичного слоя, мм.

С увеличением ширины годичного слоя густота смоляных ходов пропорционально уменьшается

$$d = 40 + \frac{44}{b},$$

где d — число смоляных ходов на 1 см² поперечного среза древесины (рис. 4).

На количество вертикальных и горизонтальных смолоходов древесины корней некоторое влияние оказывают условия местопроизрастания. В лещинном кедровнике их количество выше, чем в мшисто-лещинном кедрово-еловом типе леса (в первом — 64 и 41, во втором — 52 и 35 ходов).

В табл. 3 приведена сравнительная характеристика размеров смоляных ходов древесины ствола и корней сосны обыкновенной, кедровника сибирского и кедровника корейского.

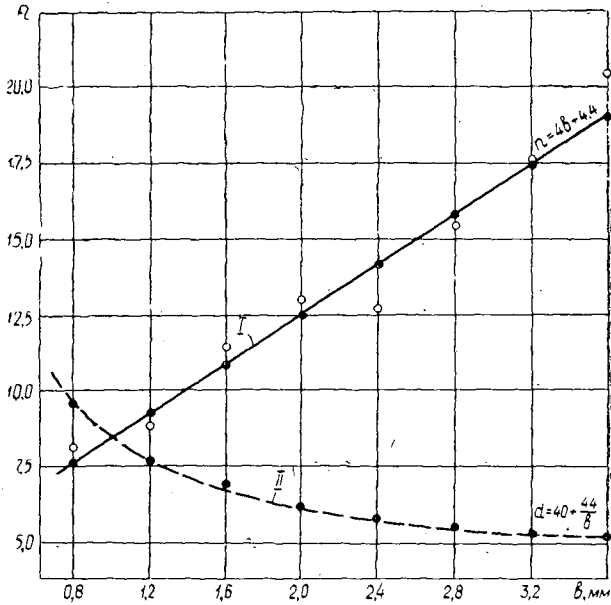


Рис. 4.

I — число ходов на 1 см длины годичного слоя;
 II — на 1 см² поперечного среза.

Таблица 3

Порода	Диаметр ходов, мк		
	вертикаль-ных	горизон-тальных	центральных
Сосна обыкновенная [4]	94	38,5	—
	88	—	166
Кедр сибирский [1], [3]	135	31	—
	—	—	200—3 00
Кедр корейский	171	59,4	—
	154,1	59,0	264

Примечание. В числителе данные для древесины ствола; в знаменателе — корней.

Данные таблицы показывают, что древесина ствола и корней кедр корейского имеет более крупные смоляные ходы, чем древесина сосны обыкновенной и кедр сибирского.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Э. И. Адамович. Кедр сибирский как дерево декоративное, плодовое и смолистое. Труды Пермского СХИ, т. XII, 1948. [2]. А. С. Казанский, А. Н. Пономарев. К анатомии смоляных ходов уральской сосны, ели и лиственницы. Гослестехиздат, Свердловск, 1933. [3]. В. Д. Мамонтова. Смоляной аппарат кедр сибирского. Труды СибЛТИ, сб. XI, вып. 2, 1955. [4]. А. Н. Шатерникова. Сосна крымская. Анатомо-физиологические исследования. ЦНИИЛХ, Л., 1956.

УДК 634.0.11

О СВЯЗИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С РЕЛЬЕФОМ И ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ПОДКАМЕННОЙ ТУНГУСКИ

А. М. БЕРЕЗИН, А. А. ГРИГОРЬЕВ

Ленинградский государственный университет

В 1966 г. авторы в составе экспедиции Лаборатории аэрометодов Министерства геологии СССР проводили исследования в бассейне среднего течения р. Подкаменной Тунгуски (район п. Ванавара), в результате которых были получены некоторые данные о взаимосвязи лесной растительности с рельефом и горными породами. В литературе этот вопрос освещен слабо [1]—[3].

Район исследования представляет собой низкое (350—450 м, реже 500 м над уровнем моря), неглубоко расчлененное плато с плоским и пологоволнистым рельефом. В строении рельефа участвуют осадочные, почти горизонтально залегающие (главным образом песчаники), вулканогенные (туфы) и интрузивные (долериты) горные породы. Рыхлый четвертичный покров развит повсеместно, имеет весьма незначительную мощность и представлен элювиально-делювиальными, реже аллювиальными и болотными отложениями.

Почвенный покров довольно однообразен. Преобладают подзолистые почвы суглинного состава различной степени оподзоленности и примитивно-аккумулятивные суглинисто-щебнистые и щебнистые почвы.

Район исследования расположен в южной части подзоны тайги. Здесь господствуют лиственничные и основные леса с примесью кедра, ели, пихты, березы и осины, преимущественно V—IV классов бонитета.

Незначительное разнообразие в составе и невысокая производительность древостоев обусловлены довольно суровыми климатическими условиями (резко континентальный климат) и широким («островного» характера) распространением многолетней мерзлоты.

Исследования проводили вблизи долины крупнейшей в районе р. Подкаменной Тунгуски с максимальным удалением от нее до 70 км. Полевые работы сопровождались дешифрированием аэрофотоснимков масштаба 1 : 10 000—1 : 30 000.

С грядами, сложенными долеритами, связан своеобразный комплекс типов леса. На вершинах, верхних частях склонов гряд и на крутосклонных участках средних частей гряд, где распространены элювиально-делювиальные отложения: щебень, дресва и глыбы долеритов, иногда с покровом маломощных суглинков со щебнем (до 0,1 м), доминируют сосняки бруснично-лишайниковые в комплексе с сосняками лишайниково-мшистыми, развитые на примитивно-аккумулятивных почвах на элювии долеритов. Средний состав древостоев сосняков брусничниково-лишайниковых 9С1Л. Средняя высота 17—19 м, полнота 0,7—0,9, класс бонитета IV—V. Подрост высотой 0,5—3 м в количестве 10 000 экземпляров на 1 га формирует материнское насаждение. Подлесок средней густоты из ольховника, можжевельника, шиповника. Напочвенный покров при общем покрытии почвы 0,8 распределен по площади равномерно. Фоновые виды — кустистые лишайники, брусника, зеленые мхи.

Состав насаждений сосняков лишайниково-мшистых смешанный, резко отличающийся от предыдущего типа леса — 4С3ЛЗК+Е, Б*. Средняя высота 15 м, полнота 0,6, класс бонитета V. Характерная осо-

* В районе исследования доминирует лиственница сибирская.

бенность насаждений данного типа леса — большая примесь кедра. Листвяги бруснично-мшистые чаще распространены по средним и нижним частям склонов гряд. Насаждения двухъярусные: I ярус — 8Л1С1Е + Ос, средняя высота 20 м, полнота 0,4—0,7; II ярус — 3К3Е2Л1С1Б, ед. П, высота 15 м, полнота 0,3. Производительность листовничных древостоев в одних и тех же условиях местопроизрастания выше сосновых и характеризуется IV классом бонитета. Иногда по бровкам и крутым участкам склонов гряд встречаются листвяги кустарничково-мшистые. Средний состав древостоев 8Л2С, полнота 0,7, класс бонитета V.

На более мощных (до 1,0 м) элювиально-делювиальных суглинисто-щебнистых отложениях, развитых на долеритах, по крупным массивным грядам с плоскими вершинами, а также верхним пологим частям склонов этих гряд создаются условия, более благоприятные для произрастания смешанных древостоев с преобладанием листовницы III—IV классов бонитета. Здесь встречаются листвяги мшисто-разнотравные, на дерново-слабоподзолистых суглинистых почвах, распространенных пятнами, в комплексе со слабоподзолистыми суглинисто-щебнистыми почвами на элювии долеритов. Насаждения двухъярусные: I ярус — 8Л1С1Ос + Б, средняя высота 23—26 м, полнота 0,8—1,0, класс бонитета III, реже IV; II ярус — 5К3Е1Б1С, высота 16 м, полнота 0,3—0,4. В подросте редкие экземпляры листовницы, сосны, ели. В подлеске ольховник, можжевельник, шиповник, рябина. Напочвенный покров при общем покрытии почвы 0,7 распределен неравномерно. Фоновые виды — грушанка, герань, вейник, хвощ, седмичник, зеленые мхи.

В комплексе с листвягами мшисто-разнотравными произрастают сосняки мшисто-брусничные, развитые на слабоподзолистых суглинистых почвах, подстилаемых элювием долеритов. Средний состав древостоев: 7С3Л + Ос, К, высота 20 м, полнота 0,8, класс бонитета IV. Из подроста формируется материнское насаждение. В подлеске можжевельник, шиповник. В напочвенном покрове преобладают брусника, зеленые мхи, костяника.

Отличительная особенность лесов, распространенных на долеритах — богатство флористического состава, повышенная производительность древостоев (IV—III классы бонитета), хорошо развитый подлесок, в котором доминируют ольховник и можжевельник. Широко распространенная в покрове брусника обильно плодоносит.

В противоположность комплексам типов леса, приуроченных к долеритам, на плато, сложенном туфами, доминируют сосновые леса низкой производительности (V класса бонитета) с меньшей сомкнутостью фитоценозов, что объясняется, в частности, неблагоприятным для произрастания лесной растительности водно-воздушным режимом и плитчатой структурой почв, препятствующей нормальному развитию корневой системы деревьев; и лишь иногда встречаются насаждения с преобладанием листовницы. Сосняки лишайниковые доминируют на грядах с плоской или пологоволнистой поверхностью вершин, менее крутосклонных по сравнению с грядами, выработанными в долеритах, на элювиально-делювиальных отложениях: суглинках с включением обломков туфов на вершинах и верхних частях склонов. Почвы слабо- и среднеподзолистые суглинистые на элювии туфов. Средний состав насаждений 9С1Л, высота 16—18 м, полнота 0,3—0,7, класс бонитета V. Характерная особенность сосняков, произрастающих на туфах, — их редкостойность, вследствие чего сквозь разреженный полог резко выделяются белые пятна кустистых лишайников и зеленых мхов.

По средним и нижним частям склонов гряд встречаются сосняки голубично-мшистые. Средний состав насаждений 6С3Л1К, высота 17 м,

полнота 0,7, класс бонитета V. В редком подросте ель, сосна, кедр, в подлеске шиповник, можжевельник, рябина. В напочвенном покрове зеленые мхи, голубика, брусника.

На большой площади исследованного района развиты песчаники, обычно перекрытые элювиально-делювиальными суглинистыми отложениями со щебнем (мощностью свыше 0,8 м). Этими породами сложены пологосклонные гряды с плоскими и пологоволнистыми вершинами. Почвенный покров представлен сильно и среднеподзолистыми суглинистыми почвами, подстилаемыми элювием песчаников, с многолетним мерзлотным слоем на глубине 0,3—0,8 м. В подобных условиях наиболее характерный тип леса — листвяги голубично-мшистые, которые произрастают по средним, верхним частям склонов и вершинам гряд. Средний состав насаждений 8Л1Б1Е, высота 17 м, реже 19 м, полнота 0,7, класс бонитета преимущественно V, реже IV. В подлеске жимолость, можжевельник, ерник, в травяно-кустарничковом ярусе преобладает голубика. Моховой покров представлен зелеными и болотными мхами. Производные типы леса, возникшие после пожаров, представлены березняками мшисто-голубичными с составом насаждений 7Б2Л1С, ед. К, с полнотой 0,8, класс бонитета Va. На нижних пологих частях склонов, в понижениях между грядами, на торфянисто-глеевых почвах с мерзлотным слоем на глубине 0,4—1,0 м, встречаются листвяги багульниково-сфагновые. Состав древостоев 8Л1Б1Е, средняя высота 8 м, полнота 0,5, класс бонитета Va.

Значительно меняется характер древесной растительности на известковистых песчаниках и известняках, островками встречающихся среди неизвестковистых песчаников. Здесь на дерново-карбонатных суглинистых почвах, наиболее богатых элементами питания и обладающих лучшим водно-воздушным режимом, распространены листвяги мшисто-брусничные. Насаждения чаще двухъярусные, состав I яруса 10Л, ед. Б, С, средняя высота 20—25 м, класс бонитета IV—III, полнота 1,0—0,8; II ярус 4Л4Б2С, высота 12—14 м, полнота 0,2. В подросте лиственница, кедр, сосна, ель, береза высотой 1—4 м, количество 5 тыс. экземпляров на 1 га. В подлеске ольховник, шиповник, рябина, жимолость, можжевельник. Фоновые виды в напочвенном покрове — брусника, зеленые мхи, лишайники, грушанка, осока. На известковистых песчаниках и долеритах в первом ярусе господствует лиственница III—IV классов бонитета. Однако на песчаниках совершенно отсутствует примесь осины, которая на долеритах составляет 10—20% запаса, а также нет кедра и ели во втором ярусе. По-видимому, данная особенность связана с химизмом почвообразующих пород.

Весьма специфична лесная растительность, развитая на аллювиальных отложениях. К первой надпойменной террасе р. Подкаменной Тунгуски и ее притоков, сложенной супесями и песками, приурочен комплекс листвягов травяно-хвощовых и багульниково-сфагновых. Листвяги травяно-хвощовые распространены на относительно повышенных и более дренированных участках террасы. Здесь развиваются дерново-аллювиальные супесчаные почвы в комплексе со слабоподзолистыми супесчаными почвами на аллювиальных песках с мерзлотным слоем. Насаждения двухъярусные: I ярус — 8Л1С1Е+Б, средняя высота 20—24 м, полнота 0,7, класс бонитета III—IV; II ярус — 5Е4Б1К, средняя высота 12 м, полнота 0,3. Подрост редкий из ели, кедра и лиственницы. В подлеске шиповник, можжевельник, рябина, дерен, ива, смородина красная, ольховник. Фоновые виды в напочвенном покрове — хвощ, вейник, грушанка, герань, майник и др.

По плоским пониженным участкам центральной части надпойменной террасы, сложенной песками, перекрытыми супесчано-суглинистыми

отложениями (мощностью до 1,0 м), местами с пятнами маломощных (до 0,3 м) торфяных отложений, распространены листовяги багульниково-сфагновые. Почвы иловато-болотные мерзлотные. Состав насаждений 8Л2Е+К, средняя высота 7—8 м, полнота 0,4, класс бонитета Va. В подросте единичные чахлые экземпляры ели, лиственницы и кедра, в подлеске карликовая береза, ольховник, ива, смородина красная. Основной фон в напочвенном покрове составляет сфагнум, багульник, осока, касандра, зеленые мхи. Такая низкая производительность древостоев, их изреженность и угнетенное состояние объясняются наличием слоя многолетней мерзлоты на глубине 15—40 см.

В пределах II надпойменной террасы, сложенной преимущественно мощными (свыше 3 м) песками с прослойками супеси и с более глубоким залеганием мерзлотного слоя (свыше 1,0 м), доминируют сосняки травяно-брусничные. Среди почв преобладают слабопodzолистые супесчаные на аллювиальных песках с мерзлотным слоем. Средний состав насаждений 8С2Л, высота 16—18 м, класс бонитета V, полнота 0,9. Подрост густой из сосны, лиственницы и ели, в редком подлеске ольховник, можжевельник, шиповник, жимолость, спирея. В напочвенном покрове фоновые виды — брусника, вероника, линнея, чина, грушанка.

На узких днищах логов доминируют разнотравные листовяги с елью, развивающиеся на перегнойно-подзолистых суглинистых почвах на щебнистых суглинках, реже супесях (мощностью до 0,8 м). Насаждения двухъярусные: I ярус — 6Л3Е1К+Б, полнота 0,8, класс бонитета III, II ярус — 7Е2К1Б, полнота 0,3.

Среди болот, как правило безлесных, встречаются минеральные островки, сложенные песчаниками с покровом элювиальных суглинков, к которым приурочены лиственничные насаждения; на островках же, сложенных торфами, — реликтовых буграх пучения — распространены куртины чистых низкопроизводительных березняков.

Приведенные данные показывают, что характер и распределение лесной растительности в районе среднего течения р. Подкаменной Тунгуски в значительной мере определяются различием форм рельефа и литологическим составом горных пород. Выявление закономерных взаимосвязей лесной растительности с рельефом и горными породами было бы невозможно без учета всего комплекса региональных природных условий (в том числе почв, наличия или отсутствия многолетне-мерзлых грунтов и т. д.). Изучение подобных закономерностей — необходимое звено в освоении природных ресурсов таежных земель.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Л. Загребина. О связи растительности с геоморфологическим и геологическим строением в бассейне среднего течения р. Далдын. Труды ЛАЭМ, т. IX, изд. АН СССР, М.—Л., 1960. [2]. Н. Л. Загребина. Дешифрирование на аэроснимках растительности в алмазонасных районах Северо-Западной Якутии. Сб. «Применение аэрометодов при поисках коренных месторождений алмазов», Изд. АН СССР, М.—Л., 1960. [3]. А. Н. Лукичева. Растительность Северо-Запада Якутии и ее связь с геологическим строением местности. Изд. АН СССР, М., 1963.

УДК 634.05

К ВОПРОСУ О СОСТАВЛЕНИИ ТАБЛИЦ ВЕСА КРОН И ХВОИ

В. М. ГОРБАТЕНКО, В. В. ПРОТОПОПОВ

Институт леса и древесины СО АН СССР

Учет фитомассы кроны и хвои при исследованиях биологической продуктивности лесных фитоценозов — одна из самых трудоемких операций. Установлению корреляционной связи между этими элементами и таксационными показателями (диаметр, высота и т. д.) дерева были посвящены многие работы [16], [6], [12], [2], [10], [14], [15].

Используя фактические данные об изменении веса кроны, хвои и древесной зелени сосны в связи с диаметром ствола [3], [4], [11], [13], [9], [10], [5], мы проанализировали связи между этими показателями, но вместо D^2 , как предлагал в свое время Д. Китредж [6], использовали абсолютные значения диаметра ствола на высоте 1,3 м. Связь между весом кроны, хвои, древесной зелени и диаметром ствола оказалась довольно тесной и характеризуется уравнением степенной кривой типа $y = ax^b$. Наряду с этим, фитомасса кроны и хвои в значительной мере зависит от полноты древостоя. С увеличением последней вес кроны снижается.

Нами была предпринята попытка учесть влияние этого важного фактора косвенным путем. Исследования проводили на территории Красноярского края и Тувинской АССР в 40—180-летних сосняках бруснично-зеленомошных и лишайниковых (район Нижней и Подкаменной Тунгусок), в 20—70-летних сосняках разнотравной и зеленомошной групп типов леса (Красноярская лесостепь), в 70—90-летних сосняках разнотравной и остепненной групп типов леса (Минусинская котловина) и 20—160-летних сосняках остепненных—мертвопокровных (Улуг-Хемская котловина).

При анализе данных 611 модельных деревьев было обнаружено, что вес кроны (в том числе хвои) * тесно связан с их объемом. Следовательно, в 1 м^3 пространства, занятого кроной, заключена относительно постоянная величина ее фитомассы. Этот показатель был назван объемным весом кроны [12].

С увеличением диаметра ствола объемный вес кроны изменяется незначительно. С уменьшением производительности и возраста древостоев этот показатель повышается. Если объемный вес кроны при определенном возрасте и производительности древостоя — величина постоянная, то вес кроны у хвои зависит только от объема кроны, а следовательно, и от таких объемообразующих показателей, как поперечник (диаметр) и протяженность кроны. Но так как поперечник и протяженность кроны связаны с диаметром ствола, последний показатель также коррелирует с весом кроны и хвои, что было ранее обнаружено А. С. Яблоковым [16] и др. Одновременно, как установили В. И. Кравченко [7], [8], С. Б. Байзаков [1] и др., поперечник и протяженность кроны связаны с полнотой или густотой древостоя, с увеличением которой эти показатели, а следовательно, и фитомасса кроны и хвои снижаются.

Ранее было отмечено, что связь веса кроны и хвои с диаметром дерева выражается уравнением степенной кривой. Аналогичные зави-

* При анализе фитомассы хвои использовано 438 модельных деревьев.

симости для исследованных сосновых древостоев Средней Сибири были установлены между весом кроны и хвои и их поперечником, протяженностью и диаметром ствола. Связь между этими показателями оказалась довольно тесной. Между диаметром ствола и весом кроны и хвои она характеризуется соответственно корреляционными отношениями η 0,93—0,98 и 0,89—0,94; между поперечником и весом кроны и хвои 0,82—0,88 и 0,78—0,86; между протяженностью и весом кроны и хвои 0,87—0,93 и 0,85—0,92.

На основании полученных зависимостей были рассчитаны общие уравнения связи веса кроны и хвои с диаметром ствола, поперечником и протяженностью кроны следующего вида:

$$\lg P_{\text{кр (хв)}} = a \lg D_{\text{ст}} + b \lg l_{\text{кр}} + c \lg D_{\text{кр}} - e, \quad (1)$$

где $\lg P_{\text{кр (хв)}}$, $\lg l_{\text{кр}}$, $\lg D_{\text{кр}}$, $\lg D_{\text{ст}}$ — соответственно логарифмическое значение свежесрубленного веса кроны или хвои, кг, протяженности и поперечника кроны, м, и диаметра ствола, см.

Числовые значения коэффициентов a , b , c , e уравнений связи приведены в табл. 1.

Таблица 1

Элементы фитомассы дерева	Кoeffициент	Кoeffициенты уравнений связи веса кроны и хвои с диаметром ствола, протяженностью и поперечником кроны						
		Нижняя Тунгуска	Подкаменная Тунгуска	Красноярская лесостепь	Минусинская котловина	Улуг-Хемская котловина		
		возраст древостоев, лет						
		50—180	70—160	20—30	60—70	70—90	20—30	50—160
Крона	a	0,876	0,8	0,7	0,83	0,858	0,654	0,884
	b	1,35	1,45	0,95	1,33	0,925	1,165	1,444
	c	1,04	0,96	0,857	1,02	1,04	0,903	0,773
	e	1,4	1,26	0,951	1,36	1,13	0,532	1,534
Хвоя	a	0,68	0,73	0,682	0,734	—	0,61	0,704
	b	1,042	1,328	0,922	1,18	—	1,087	1,321
	c	0,825	0,868	0,83	0,905	—	0,843	0,915
	e	1,198	1,474	0,835	1,522	—	0,701	1,527

Анализируя полученные уравнения, нетрудно заметить незначительные различия в соответствующих константах близких по возрасту древостоев, что указывает на небольшое варьирование средних абсолютных значений фитомассы кроны (при равных диаметрах ствола) сосны, произрастающей в некоторых районах Средней Сибири.

Для проверки точности полученных уравнений мы отбирали ряд модельных деревьев с близкими диаметрами ствола и максимальными отклонениями фитомассы кроны от средних ее значений. Максимальные отклонения рассчитанного по уравнениям веса кроны деревьев от фактического не превышают +15,6—23%. На основании данных 611 модельных деревьев было выявлено, что в подавляющем большинстве случаев эти отклонения находятся в пределах $\pm 10\%$. Для хвои они оказались несколько выше — в среднем $\pm 15,0\%$.

Следовательно, в районах исследований фитомассу кроны деревьев без их валки в большинстве случаев можно определить с точностью $\pm 10\%$, хвои $\pm 15\%$.

Полученные зависимости могут быть положены в основу составления специальных таблиц веса крон и хвои, которые найдут широкое применение как в производстве, так и при исследованиях биологической продуктивности лесов.

В дальнейшем, при накоплении фактического материала можно составить более удобные таблицы фитомассы крон и хвои с двумя входами: диаметром (поперечником) и протяженностью кроны. Аналогичные показатели (диаметр и высоту ствола) используют в таксации для определения объема стволов.

Кроме этого, таблицы фитомассы крон и хвои на первой фазе их составления должны быть дифференцированы по классам бонитета и возраста деревьев. По содержанию они, по-видимому, будут аналогичны таблицам объема стволов, получившим широкое применение в таксации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Б. Байзаков. Некоторые закономерности накопления древесной зелени в основных лесах Казахстана и перспективы ее промышленного использования. Автореферат кандидатской диссертации, Алма-Ата, 1969. [2]. В. М. Горбатенко. Элементы биологической продуктивности сосняков Нижней Тунгуски. Сб. «Исследования в лесах Сибири», ч. I, Красноярск, 1968. [3]. Б. Д. Жилкин. Опыт изучения типов леса БССР, Минск, 1957. [4]. Б. Д. Жилкин. Классификация деревьев по продуктивности. Изд-во «Лесная промышленность», 1965. [5]. В. С. Золотухин. Запасы кроновой массы в сосняках Прииртышья. В книге «Реферативные доклады научной конференции по вопросам интенсификации лесного хозяйства в Казахстане», изд-во «Кайнар», Алма-Ата, 1965. [6]. Д. Китредж. Влияние леса на климат почвы и водный режим. М., 1951. [7]. В. И. Кравченко. Исследование густоты древостоев ельника черничного в связи с лесоводственно-таксационными показателями и некоторыми эколого-физиологическими факторами как условия их продуктивности. Автореферат кандидатской диссертации, Красноярск, 1963. [8]. В. И. Кравченко. Размеры и вес надземной и подземной частей деревьев ели в древостоях различной густоты. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1964. [9]. Л. К. Поздняков. Элементы биологической продуктивности светлохвойных лесов Якутии. Журн. «Лесоведение» № 6, 1967. [10]. Л. К. Поздняков, В. В. Протопопов, В. М. Горбатенко. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск, 1969. [11]. Н. П. Поликарпов. Формирование основных молодняков на концентрированных вырубках. Изд-во АН СССР, М., 1962. [12]. В. В. Протопопов, В. М. Горбатенко. Биологическая продуктивность и биометрические показатели некоторых типов основных древостоев Средней Сибири. Сб. «Географические аспекты горного лесоведения и лесоводства», Чита, 1967. [13]. Р. И. Томчук, Г. Н. Томчук. Древесная зелень и ее использование. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [14]. А. И. Уткин. Лесная наука и исследования по международной биологической программе (МБП). Растительные ресурсы. т. 3, вып. 4, 1967. [15]. А. И. Уткин. Основные направления в исследованиях по биологической продуктивности лесных фитоценозов за рубежом. Журн. «Лесоведение» № 1, 1969. [16]. А. С. Яблоков. Культуры лиственницы и уход за насаждениями. Гослестехиздат, М., 1934.

Поступила 21 декабря 1970 г.

УДК 674.032.475.4(477.9)

РОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ПРИСИВАШЬЕ

Ф. Н. ЧЕШКО, Г. А. МОЖЕЙКО

Присивашская агролесомелiorативная опытная станция УкрНИИЛХА

В естественных условиях Левобережной части Херсонской области на глинистых почвах сосна обыкновенная не произрастает.

Климат в районе исследований засушливый. Среднегодовое количество осадков 270—380 мм. Отношение осадков к испаряемости за вегетационный период (апрель—октябрь) равно 0,18—0,25. Среднегодовая температура воздуха 9,5°, максимальная 33—34°, длительность вегетационного периода 225—228 дней. Почвы темно-каштановые и каштановые солонцеватые пылевато-глинистые.

В этих условиях на Присивашской агролесомелиоративной опытной станции 4—6 апреля 1962 г. на темно-каштановых глубокозасоленных остаточносолонцеватых почвах на площади 1,5 га были заложены культуры сосны обыкновенной однолетними сеянцами под лопату, размещение посадочных мест $3,0 \times 0,5$ м. Почва подготовлена по системе черного пара, основная вспашка плантажная на 50—60 см. Сеянцы сосны обыкновенной получены из Каховского лесхоззага, где питомники расположены на супесчаных почвах. В культурах до 5 лет выполняли ручной уход в рядах, механизированный в междурядьях производят и в настоящее время.

В 1966 г. механизированным способом была заложена полезащитная лесная полоса на площади 1,3 га, на которой 25 апреля посажены сеянцы сосны обыкновенной, полученные из Нижнеднепровской научно-исследовательской станции освоения песков и виноградарства на песках. Размещение посадочных мест $3,3 \times 0,5$ м.

На четвертом году жизни культуры посадки 1962 и 1966 гг. сомкнулись в ряду, а на седьмом году в культурах 1962 г. и между рядами.

В первые два года прирост по высоте был очень мал (7—15 см), а в последующие годы быстро увеличился. По интенсивности роста сосна обыкновенная на темно-каштановых глубокозасоленных почвах Присивашья не уступает сосне, произрастающей в более северных широтах. В условиях Днепровской области [1] рост культур сосны в раннем возрасте (размещение посадочных мест $2,5 \times 0,5$ м) даже несколько замедлен по сравнению с ростом ее в условиях Присивашья.

В среднем сосна обыкновенная в подопытных культурах начинает вегетировать в конце второй — начале третьей декады апреля. Наибольший прирост по высоте — в первой декаде мая и составляет 29,4%, а прекращается во второй декаде июня. Майский прирост составляет 72,1% годового. В течение мая 1967 г. ход роста сосны в высоту был относительно плавным, но в первой половине июня резко притупился и совершенно прекратился в конце июля. Во второй половине мая наблюдалось заметное снижение прироста, что можно объяснить длительным отсутствием осадков (со второй декады апреля до третьей декады мая). При выпадении 75 мм осадков в третьей декаде мая прирост в высоту увеличился.

Развитие хвои заканчивается на 10—15 дней позже прекращения прироста по высоте. Хвоя начинает опадать с середины октября. В естественных ареалах сосны она сохраняется на дереве в среднем три года, у старых деревьев в Крыму — два года [2]. В наших подопытных культурах, по состоянию на декабрь, на осевых побегах двухлетней хвоя сохранилась в количестве 10—15%, а трехлетняя — в незначительном количестве и только на единичных деревьях. На боковых ветвях (ближе к вершине) остается 80—90% двухлетней хвои и 40—50% — трехлетней. На ветвях мутовок, образовавшихся на 2—4-м году роста, трехлетней хвои несколько больше. Встречаются экземпляры, на боковых и на осевом побегах которых хвоя только однолетняя.

В культурах посадки 1962 г. на седьмом году некоторые экземпляры сосны (5—7% от общего количества) начали плодоносить.

Семена из шишек, собранных нами в разные сроки, имели различную всхожесть, но по весу разница была незначительной. Так, семена сбора 25 октября и 25 декабря имели всхожесть соответственно 35 и 95% при весе 1000 семян 8,9 и 8,8 г. Вес семян январского сбора 9,2—9,5 г. Повышенную всхожесть семян декабрьского сбора отмечает и О. Г. Каппер.

Небольшое количество местных семян урожая 1968 г. высевали в холодном парнике под полиэтиленовой пленкой, одновременно с семенами сосны обыкновенной меловой формы из Шебекинского лесхоззага и сосны крымской из Цюрупинска. Данные учета в конце вегетации показали, что сеянцы из семян местного сбора имеют высоту 5 см, сосны крымской — 6 см и сосны обыкновенной меловой формы — 6 см. Все сеянцы имели вполне сформировавшуюся верхушечную почку.

Наряду с наблюдениями за ростом сосны, ее развитием и плодоношением, мы изучали почвенные условия и взаимодействие растений с почвами. Почва участка культур 1962 г. обладает значительной емкостью поглощения. В иллювиальном горизонте (солонцовом) емкость значительно выше, чем в элювии. Обменный кальций составляет в среднем 48—60% от суммы оснований, натрий — 8—11%, что свидетельствует о солонцеватости этих почв. Учитывая, что количество обменного магния колеблется в пределах 25—40% и что профиль почвы очень четко расчленен на гумусо-элювиальный и мощный иллювиальный горизонт с очень большой плотностью и резко выраженной ореховатой (с переходом в мелкопризматическую) структурой, эти почвы можно отнести к среднеостаточно-солонцеватым.

Результаты анализов водных вытяжек показали, что почвы участка практически не засолены водорастворимыми солями. Только на глубине 280—300 см в периоды наиболее интенсивного восходящего тока влаги появляются заметные количества сульфата натрия. Однако под сосной наблюдается несколько повышенное содержание двууглекислых солей, которое примерно в 1,5—2 раза выше содержания их под травянистой растительностью и, особенно, на полях, занятых сельскохозяйственными растениями. При пересчете на гипотетические соли оказалось, что примерно 70% содержания иона HCO_3^- связано с натрием и образует двууглекислую соду, соль токсичную по своему действию, хотя содержание соды ниже порога токсичности.

Исследования показали, что наибольшее количество двууглекислой соды накапливается под кронами деревьев. В междурядьях, где почва не покрыта опадом сосны, содержание ее, особенно в верхних горизонтах, меньше. Содержание двууглекислой соды возрастает с глубиной, и максимальное количество ее находится на глубине 2,5—2,6 м, то есть совпадает с глубиной промачивания почвы в весенний период [4].

Известно, что сосна обыкновенная успешно произрастает при наличии карбонатов в почве, однако очень мало данных о том, что сосна обыкновенная может выдерживать повышенные концентрации соды в почвенном растворе. Увеличение содержания соды в почвах под лесными насаждениями на темно-каштановых почвах отмечалось и ранее [3], [4], однако причины этого явления не были установлены.

Весной 1967 г. был поставлен следующий опыт. Металлическими оцинкованными коробками, изолированными полиэтиленовыми пленками и имеющими площадь 62 см², вырезали подстилку сосны со свежим опадом и оставляли в нетронутом состоянии в коробках. В дне коробки делали отверстие. В другую партию коробок помещали монолиты почвы толщиной 4 см и сверху располагали подстилку. Затем подстилку и подстилку с почвой промывали дистиллированной водой из расчета 50 мм (310 мл на коробку). После этого образцы оставляли открытыми для просыхания и через месяц промывали таким же количеством воды. За шесть промывок было подано в пересчете на 1 га 300 мм воды, примерно годовая норма осадков. Промывные воды сразу анализировали на содержание водорастворимых солей. Первая промывка проведена 31 марта, последняя — 21 сентября. Опыт поставлен 19 марта, когда снег только начал таять и слой его в сосновом массиве составлял 6—8 см. Почва была мерзлой.

Рассмотрим содержание ионов, перешедших в промывные воды в пересчете на 1 га соснового насаждения. Из подстилки может быть вымыто до 130 кг минеральных солей, а из подстилки с верхним 4-сантиметровым слоем почвы — около 180 кг, то есть при сильных увлажнениях (около 50 мм осадков) из самого верхнего опресненного слоя почвы способно вымываться еще довольно значительное количество солей. При этом такие ионы, как хлор, натрий, магний, вымываются в основном из подстилки, кальций, калий, сульфаты, гидрокарбонаты — не только из подстилки, но и из самого верхнего слоя почвы. Таким образом, в результате промывок почвы происходит обеднение ее поверх-

ностного слоя. При меньших осадках может наблюдаться и аккумуляция вымытых из подстилки солей в поверхностном горизонте почвы. В промывных водах больше всего (в среднем 50% от вымытых солей) оказывается иона НСО_3 , в связи с поглощением водой большого количества углекислого газа, образующегося в результате жизнедеятельности бактерий и дыхания. Промываясь в более глубокие слои почвы, он накапливается там, образуя как бикарбонаты кальция и магния, так и двууглекислую соду.

Таким образом, подстилка сосны и сосновый опад, по-видимому, являются ощутимым фактором накопления двууглекислой соды на солонцеватых почвах, верхние горизонты которых содержат до 10—11% обменного натрия и, кроме того, водорастворимый натрий по всему профилю преобладает в катионной части.

Дальнейшее накопление двууглекислой соды в почвах под культурами сосны может привести к образованию угнетающих и токсических концентраций в почвенном растворе и, как следствие, к угнетению и гибели сосны. Поэтому при выращивании сосновых культур и лесных полос необходимо обращать особое внимание на приемы, повышающие активность кальция в почвенном растворе. К ним могут быть отнесены мелиоративная плантажная вспашка с вовлечением в пахотный слой карбонатов кальция, внесение кальцийсодержащих удобрений и мелиорантов (суперфосфата, гипса, хлористого кальция, навоза и др.).

В культурах сосны посадки 1962 г. в осенний период 1968 г. (третья декада октября и первая декада ноября), когда осадки по месяцам составляли 40—45 мм, появились маслята. Они оказались в 2,0—2,5 раза крупнее, чем в борах северной части Украины. На следующий год грибы не появились из-за сухой осени (осадков выпало в 4 раза меньше по сравнению с этим же периодом предыдущего года).

Опыты по интродукции сосны обыкновенной и данные наблюдений за ростом культур в течение восьми лет показали, что в засушливых степях Украины на темно-каштановых глубокозасоленных остаточносолонцеватых глинистых почвах сосна обыкновенная в раннем возрасте обладает хорошей энергией роста и по высоте на 25—30% превосходит сосну, произрастающую в ее естественном ареале.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Т. Жеребцов. Изреживание сосновых насаждений в степи. Вісник сільськогосподарської науки № 10, 1968. [2]. О. Г. Каппер. Хвойные породы. Гослесбумиздат, М.—Л., 1954. [3]. Г. А. Можейко. Про напрямок змін деяких властивостей темно-каштанових ґрунтів півдня УРСР під впливом лісових насаджень. Сб. «Лісове господарство та агролісомеліорація», наукові праці, вип. XXIV, Київ, 1963. [4]. М. В. Можейко. Рассоляющее действие лесных полос на темно-каштановых почвах юга УССР. Автореферат диссертации, Харьков, 1968.

Поступила 27 февраля 1970 г.

УДК 634.0.5

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВОСТОЕВ НОРМАЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

М. П. РАГОЗИН

Воронежское управление эксплуатации мелиоративных систем

Абсолютные величины таксационных показателей в таблицах хода роста в ряде случаев оказываются непригодными для теоретических и

практических расчетов. В данной статье предложена методика определения относительных величин таксационных показателей древостоев нормальных насаждений и их применение в лесохозяйственной науке и практике.

Методика заключается в том, что взятые в таблицах хода роста абсолютные величины по ступеням возраста выражают в долях от величины в первой ступени. Полученные данные по крупномасштабному графику можно проинтерполировать с градацией через год. Для этой цели могут быть использованы и другие методы интерполяции (линейная, квадратичная, параболическая). Таким образом можно найти относительные величины высот K_h , средних диаметров K_d , сумм площадей оснований K_G , запасов K_M , числа стволов K_N , текущих K_Z и средних приростов K_Δ в разрезе древесных пород по классам бонитета.

Например, для сосны Iа класса бонитета (по Тюрину) в возрасте 20, 30, 40 лет величины K_h и K_M следующие:

$$K_{h_{20}} = \frac{h_{20}}{h_{20}} = \frac{9,6 \text{ м}}{9,6 \text{ м}} = 1,00; \quad K_{h_{30}} = \frac{h_{30}}{h_{20}} = \frac{14,3 \text{ м}}{9,6 \text{ м}} = 1,49;$$

$$K_{h_{40}} = \frac{h_{40}}{h_{20}} = \frac{18,4 \text{ м}}{9,6 \text{ м}} = 1,92; \quad K_{M_{20}} = \frac{M_{20}}{M_{20}} = \frac{112 \text{ м}^3}{112 \text{ м}^3} = 1,00;$$

$$K_{M_{30}} = \frac{M_{30}}{M_{20}} = \frac{224 \text{ м}^3}{112 \text{ м}^3} = 2,00; \quad K_{M_{40}} = \frac{M_{40}}{M_{20}} = \frac{339 \text{ м}^3}{112 \text{ м}^3} = 3,03.$$

Аналогично можно найти величины K и для остальных ступеней возраста, а также для других таксационных показателей.

Из приведенного примера нетрудно заметить, что

$$h_{20} = \frac{h_{30}}{K_{h_{30}}} = \frac{h_{40}}{K_{h_{40}}} = \frac{h_{50}}{K_{h_{50}}} = \dots = \frac{h_x}{K_{h_x}}; \quad (1)$$

$$M_{20} = \frac{M_{30}}{K_{M_{30}}} = \frac{M_{40}}{K_{M_{40}}} = \frac{M_{50}}{K_{M_{50}}} = \dots = \frac{M_x}{K_{M_x}}. \quad (2)$$

Используя формулы (1) и (2), можно написать

$$\frac{h_A}{K_{h_A}} = \frac{h_x}{K_{h_x}},$$

откуда

$$h_x = \frac{h_A \cdot K_{h_x}}{K_{h_A}}; \quad (3)$$

$$\frac{M_A}{K_{M_A}} = \frac{M_x}{K_{M_x}},$$

откуда

$$M_x = \frac{M_A \cdot K_{M_x}}{K_{M_A}}, \quad (4)$$

где h_A и h_x , M_A и M_x — абсолютные величины средних высот и запасов в возрасте A и x лет;

K_{h_A} и K_{h_x} , K_{M_A} и K_{M_x} — относительные величины h и M в возрасте A и x лет.

Формулы для нахождения величин a_x , d_x , N_x , Z_x , Δ_x можно вывести аналогичным способом.

Если относительная полнота в возрасте A лет равна P_A , а в возрасте x лет — P_x , то формула (4) примет вид

$$M_x = \frac{M_A \cdot P_x \cdot K_{Mx}}{P_A \cdot K_{MA}}$$

Известно, что вырубаемое при рубках ухода количество древесины ΔM прямо пропорционально запасу древесины до рубки M , величине понижения относительной полноты в результате рубки ΔP и обратно пропорционально относительной полноте до рубки P . Исходя из этого, можно написать

$$\Delta M = \frac{M \cdot \Delta P}{P}$$

Для древостоев нормальных насаждений, где величина $P = 1,0$, данное выражение примет вид

$$\Delta M = \frac{M \cdot \Delta P}{1,0} = M \cdot \Delta P \quad (5)$$

Обозначим для древостоя нормальных насаждений средний периодический отпад древесины за период a лет через $Z_{пр}$, а среднее периодическое приращение относительной полноты — K_P . Тогда величины ΔM и ΔP формулы (5) можно выразить

$$\Delta M = Z_{пр} \cdot a \quad \text{и} \quad \Delta P = K_P \cdot a$$

Подставив в формулу (5) вместо ΔM и ΔP их значения, получим

$$Z_{пр} \cdot a = M \cdot K_P \cdot a$$

откуда

$$K_P = \frac{Z_{пр} \cdot a}{M \cdot a} = \frac{Z_{пр}}{M} \quad (6)$$

В древостоях нормальных насаждений величина K_P постоянно ликвидируется за счет выбираемой древесины (отпада), а величина P остается постоянной (1,0).

Относительную величину K_{N_x} можно также выразить аналитически

$$K_{N_x} = \frac{a}{x^b} = ax^{-b} \quad (7)$$

где a и b — параметры, определенные для каждой древесной породы и класса бонитета;

x — возраст.

Используя формулы (5) и (6), выведем формулу для установления среднего периодического изменения (накопления) запаса чистого одно-возрастного древостоя насаждения, а также составляющих частей смешанного насаждения за период в 3 года (Z_{MA}). Формулу можно вывести следующим образом:

$$Z_{MA} = \frac{1}{3} (M_{A+1} - M_{A-2}) = \frac{1}{3} \left(\frac{M_A \cdot P_{A+1} \cdot K_{MA+1}}{P_A \cdot K_{MA}} - \frac{M_A \cdot P_{A-2} \cdot K_{MA-2}}{P_A \cdot K_{MA}} \right) = \frac{M_A}{3 \cdot P_A \cdot K_{MA}} (K_{MA+1} \cdot P_{A+1} - K_{A-2} \cdot P_{A-2}) \quad (8)$$

В формуле (8) неизвестными величинами остаются относительные полноты древостоя в возрасте $A + 1$ (P_{A+1}) и в возрасте $A - 2$ (P_{A-2}) лет. Выразим их через известные величины P_A и K_P :

$$P_{A+1} = P_A + P_A \cdot K_{P_{A+1}} = P_A (1 + K_{P_{A+1}});$$

$$P_{A-2} = P_A - P_A (K_{P_A} + K_{P_{A-1}}) = P_A [1 - (K_{P_A} + K_{P_{A-1}})].$$

Во всех случаях $P_{A-2} < P_A < P_{A+1}$, $K_{P_{A+1}} < K_{P_A} < K_{P_{A-1}}$. Подставив в формулу (8) вместо P_{A+1} и P_{A-2} их найденные значения и произведя преобразования, получим

$$Z_{M_A} = \frac{M_A}{3K_{M_A}} \cdot \left\{ K_{M_{A+1}} \cdot (1 + K_{P_{A+1}}) - K_{M_{A-2}} [1 - (K_{P_A} + K_{P_{A-1}})] \right\}. \quad (9)$$

Для пользования формулой (9) необходимо иметь данные относительных величин K_M и K_P по годам, а также запас M_A чистого древостоя насаждения на год обследования.

Относительную полноту чистых лесных культур молодого возраста P_A с достаточной точностью можно определить по формуле:

$$P_A = \frac{N_A}{N_{нА}}, \quad (10)$$

где N_A — количество сохранившихся растений на 1 га к возрасту A лет;

$N_{нА}$ — количество стволов в соответствующем древостое нормального насаждения того же возраста. Обычно величины N_n в таблицах хода роста приводят, начиная с 20- или 30-летнего возраста (иногда с 10-летнего) по ступеням возраста.

Для определения величины N_n в более молодых насаждениях используем формулу (7). Можно написать

$$N_{нА} = \frac{N_{нx} \cdot K_{N_A}}{K_{N_x}} = \frac{N_{нx} \cdot a \cdot A^{-b}}{a \cdot x^{-b}} = \frac{N_{нx} \cdot x^b}{A^b}. \quad (11)$$

Подставив в формулу (10) вместо $N_{нА}$ его найденное значение по формуле (11), получим

$$P_A = \frac{N_A \cdot A^b}{N_{нx} \cdot x^b} = \frac{N_A}{N_{нx}} \left(\frac{A}{x} \right)^b. \quad (12)$$

Из формулы (12) имеем

$$A = x \sqrt[b]{\frac{P_A \cdot N_{нx}}{N_A}}, \quad (13)$$

откуда

$$N_A = \frac{P_A \cdot N_{нx} \cdot x^b}{A^b} = N_{нx} \cdot P_A \left(\frac{x}{A} \right)^2. \quad (14)$$

Для наглядности приведем примеры практического использования предлагаемых относительных величин.

Пример 1. По данным натурного обследования имеем: состав 7С3Ос, запас — 96 м/га²; относительную полноту: общую — 0,8, сосны — 0,5, осины — 0,3; возраст: сосны — 30 лет, осины — 20 лет; класс бонитета сосны и осины — II.

Требуется определить расчетное текущее годовичное изменение запаса древостоя насаждения сосны за период с 28 до 31 года и осины с 18 до 21 года, а также насаждения в целом.

Решение. Используем формулу (9). Относительные величины K_M и K_P имеем: для сосны II класса бонитета — $K_{M_{28}} = 1,71$; $K_{M_{31}} = 1,94$; $K_{M_{30}} = 2,06$; $K_{P_{29}} = 0,0262$; $K_{P_{30}} = 0,0254$; $K_{P_{31}} = 0,0247$; для осины II класса бонитета — $K_{M_{18}} = 0,86$; $K_{M_{20}} = 1,00$; $K_{M_{21}} = 1,07$; $K_{P_{19}} = 0,0358$; $K_{P_{20}} = 0,0344$; $K_{P_{21}} = 0,0332$. Запас для сосны $M_{30} = \frac{96 \cdot 30}{10} = 288 \text{ м}^3$; для осины $M_{20} = \frac{96 \cdot 20}{10} = 192 \text{ м}^3$.

Величина $Z_{M_{30}}$ для сосны

$$Z_{M_{30}} = \frac{67}{3 \cdot 1,94} \left\{ 2,06 (1 + 0,0247) - 1,71 [1 - (0,0254 + 0,0262)] \right\} = 5,6 \text{ м}^3/\text{га};$$

для осины

$$Z_{M_{20}} = \frac{29}{3 \cdot 1,00} \left\{ 1,07 (1 + 0,0332) - 0,86 [1 - (0,0344 + 0,0358)] \right\} = 3,0 \text{ м}^3/\text{га}.$$

$$Z_{M_{30}} + Z_{M_{20}} = 5,6 + 3,0 = 8,6 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Пример 2. Лесные культуры созданы посадкой 2-летних семян сосны и имеют после отпада густоту N_A 10 000 шт./га. Нужно узнать, через сколько лет после посадки они достигнут относительной полноты 0,5 при разных классах бонитета.

Решение. Используем формулу (13). Найденные по способу наименьших квадратов параметры b для сосны оказались следующими: для Ia—II классов бонитета — 1,306, для III—V — 1,389. Из таблицы хода роста (по Тюрину) для $A = 30$ лет значения N_H для Ia, I—V классов бонитета равны 2050, 2400, 2800, 3650, 4860, 6650. Для Ia класса бонитета

$$A_{Ia} = 30 \sqrt[1,306]{\frac{0,5 \cdot 2050}{10000}} \approx 5 \text{ лет}$$

или через $5 - 2 = 3$ года после посадки. Аналогичным способом можно определить величину A и для остальных классов бонитета: соответственно 6, 7, 9, 11, 14 лет, или через 4, 5, 7, 9, 12 лет после посадки полнота культур составит 0,5.

Пример 3. При какой расчетной густоте сохранившихся семян лесные культуры сосны разных классов бонитета, созданные посадкой 2-летних семян, достигнут полноты 0,5 в возрасте 7 лет (через $7 - 2 = 5$ лет после посадки)?

Решение. Используем формулу (14), а также указанные выше значения величин b и N_H .

$$N_{Ia} = \frac{0,5 \cdot 2050 \cdot 30^{1,306}}{7} = 6860 \text{ шт./га}.$$

Аналогично найденные значения N для остальных классов бонитета оказались соответственно равны 8030, 9370, 13780, 18350, 25100 шт./га.

Приведенные примеры не исчерпывают всех возможностей применения относительных величин. Рассмотренный метод может быть использован при установлении возраста количественной, хозяйственной и технической спелостей леса, при определении годовичных текущих приростов, при перспективном планировании рубок ухода за лесом*.

* М. П. Рагозин. Перспективное планирование рубок ухода. Журн. «Лесное хозяйство» № 8, 1968.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 674.023

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ СИЛ ОТЖИМА И ЗАТЯГИВАНИЯ
ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В. Г. НЕСТЕРЕНКО

Уральский лесотехнический институт

Согласно существующим представлениям, направление сил отжима (затягивания) определяется в основном величиной угла резания и коэффициента трения на передней грани резца. Как показывают опыты, это положение справедливо только для изотропных тел.

Для древесины, которая относится к анизотропным материалам, решающее влияние на направление сил отжима (затягивания) оказывает угол между траекторией резания и волокнами древесины. Несомненно, что здесь сказывается различие в сопротивлении резанию древесины в основных направлениях. Однако аналитический учет этого фактора представляет серьезные трудности. Дело в том, что процесс резания, являющийся частным случаем разрушения материала, не может быть полностью объяснен только законами классической механики.

С подобным явлением мы столкнулись при опытах по срезанию сучьев цилиндрическими резцами. Исследованиями было установлено, что при срезании сосновых сучьев с углом вставания 60° , независимо от величины угла резания, всегда наблюдался только эффект отжима [2], [3], в то время как можно было ожидать эффект затягивания.

В целях более подробного исследования этого явления были проведены дополнительные опыты по срезанию сучьев цилиндрическими резцами. В этих резцах образцы, диаметр которых в верхнем срезе всегда был несколько меньше диаметра резца, имели три степени свободы, что позволяло визуально наблюдать как эффект отжима, так и эффект затягивания. Резцы имели следующие угловые параметры: 1) угол резания $\delta = 85^\circ$ и задний угол $\alpha = 0$; 2) угол резания $\delta = 30^\circ$ и задний угол $\alpha = 5^\circ$.

При срезании сосновых сучьев по-прежнему наблюдался только эффект отжима. При срезании вторым резцом еловых сучьев с углом вставания 90° и 110° ясно наблюдался эффект затягивания.

При силовом срезании сучьев ствол дерева всегда охватывается резцами кругом. Заднюю грань цилиндрического резца, которая в данный момент участвует в срезании сучка, будем называть активной, а диаметрально противоположную — пассивной.

На рис. 1 показан профиль среза елового сучка. При срезании сучка примерно на первых $2/3$ диаметра наблюдается затягивание резца, а на последней $1/3$ — отжим. При затягивании у задней пассивной грани образуется зазор 1—1,5 мм, исчезающий при срезе последней $1/3$ сучка.

Такое двойственное поведение резца объясняется тем, что направление его движения в начальной стадии определяется угловыми параметрами. В конечной же стадии, как это видно из рис. 2, сучок подгибается, и изменяется направление резания по отношению к волокнам.

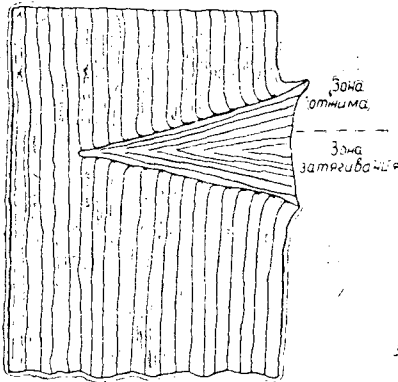


Рис. 1. Профиль среза елового сучка (угол резания 30° , задний угол 5°).

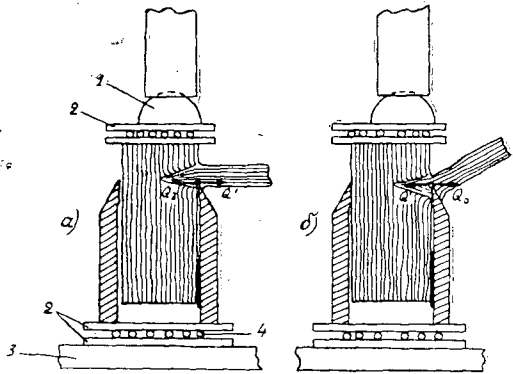


Рис. 2. Положение реза по отношению к волокнам в начальной и конечной стадиях перерезания (угол резания 30° , задний угол 5°).

a — затягивание реза; *б* — отжим; 1 — полусферическая самоустанавливающаяся опора; 2 — стальные плиты; 3 — опорная подушка; 4 — шарики.

Модуль силы отжима (затягивания) Q приблизительно может быть определен по известной формуле

$$Q = |P (\cos \delta - f_1 \sin \delta)|, \quad (1)$$

где P — нормальная сила, действующая на сучок со стороны передней грани реза;

δ — угол резания;

f_1 — коэффициент трения на передней грани реза.

В этой формуле исключены как ничтожно малые силы упруго-пластического контакта, действующие на задней грани реза.

Одно из замечательных свойств цилиндрического реза состоит в том, что силы отжима и затягивания являются внутренними силами системы, состоящей из реза и отрезка ствола дерева с сучком. Это объективно подтверждается следующим фактом. При опытах между силовой штангой с полусферической самоустанавливающейся опорой и отрезком ствола, а также между основанием цилиндрического реза и опорной подушкой испытательной машины были установлены по две стальные плиты с шлифованными поверхностями (рис. 2). Между этими плитами размещены шарики в сепараторах от упорных шариковых подшипников. Ни в одном из опытов не наблюдалось горизонтальных смещений. Следовательно, силы отжима и затягивания, приложенные к резу, уравновешиваются равными и противоположно направленными силами Q' , приложенными к отрезку ствола дерева (рис. 2).

Таким образом, силы на задней грани реза при затягивании полностью зависят от сил, действующих на передней грани, и равны их проекции на плоскость, перпендикулярную оси ствола.

Исследованиями С. С. Рудника [5], Н. Н. Зорева [1], А. М. Розенберга [4] установлено, что силы на задней грани реза не зависят от толщины среза и угла резания и являются величиной постоянной. Тщательность и разносторонность проведенных экспериментов не оставляют никаких сомнений в достоверности этого вывода. Между тем, некоторые исследователи считают, что в ряде случаев силы на задней грани зависят и от толщины среза и угла резания. Выполненные нами исследования позволяют утверждать, что правы и те и другие.

С. С. Рудник, Н. Н. Зорев, А. М. Розенберг и др. проводили свои опыты в условиях отжима реза в сторону снимаемой стружки. Как известно, при резании металлов эффект затягивания встречается сравнительно редко. Однако в тех случаях, когда процесс резания сопровождается эффектом затягивания, силы на задней грани реза становятся переменной величиной и зависят от сил, действующих на передней грани.

Задние грани резцов поочередно становятся активными и пассивными. Резцы имеют одни и те же угловые параметры. При большой длине сучьев (толщине стружки) силы упруго-пластического контакта на задней (активной) грани реза при эффекте отжима становятся ничтожно малыми по сравнению с силой отжима, и ими можно пренебречь. Поэтому расчет сил резания как при отжиме, так и при затягивании можно вести по одним и тем же формулам.

На рис. 3 показана зависимость усилий резания от диаметра сосновых сучьев с углом вращаения 60°, а на рис. 4 такая же зависимость для еловых сучьев с углами вращаения 90° и 110°.

В одной из работ автора [2] было показано, что сила резания R может быть определена по формуле

$$R = P \{ (1 - f_1 f_3) \sin \delta + (f_1 + f_3) \cos \delta \}, \quad (2)$$

где f_3 — коэффициент трения на задней пассивной грани реза.

Когда направление волокон сучка совпадает с нормалью к передней грани реза или образует с ней небольшие углы, опытные данные хорошо согласуются с результатами, полученными по формуле (2). Если же угол между нормалью и волокнами сучка равняется 30° (для сосны при угле резания $\delta = 60^\circ$ и угле вращаения сучьев $\psi = 60^\circ$, а для ели при $\delta = 30^\circ$ и $\psi = 90^\circ$), то усилия резания, как показывают опыты, увеличиваются в 1,5 раза и могут быть определены по формуле

$$R = 1,5P \{ (1 - f_1 f_3) \sin \delta + (f_1 + f_3) \cos \delta \}. \quad (3)$$

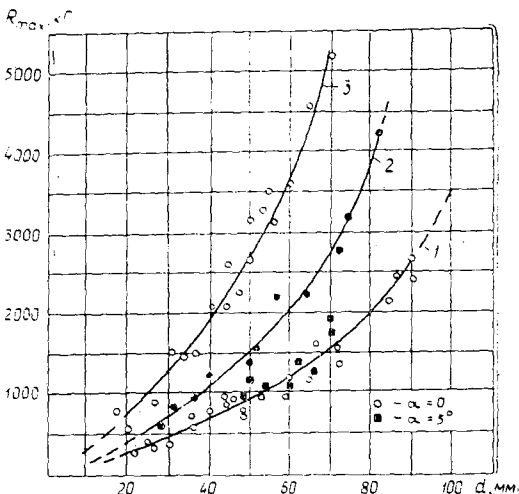


Рис. 3.

1 — угол резания 30°; 2 — 60°; 3 — 85°.

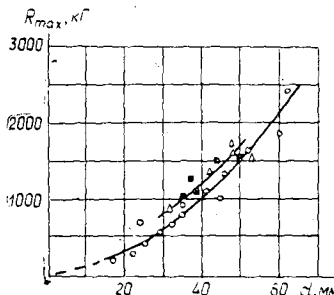


Рис. 4.

Опыт	Угол реза или δ	Угол вращаения сучья ψ
○	30°	90°
■	30°	5°
△	30°	110°

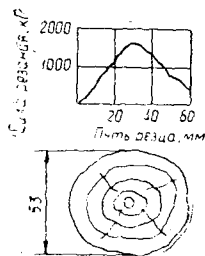


Рис. 5.

Диаграмма силы резания елового сучка, приведенная на рис. 5, носит такой же характер, как и при резании сосновых сучьев. Но процесс резания сопровождается эффектом затягивания. Несмотря на это, максимальные усилия резания, определенные по формуле (3), вполне удовлетворительно, как это видно из табл. 1, совпадают с опытными данными (угол резания 30°).

Таблица 1

Диаметр еловых сучьев, см	Опытные данные, кг	Расчет, кг	Расчетное усилие резания, % от опытного
4	1000	908	90,8
5	1490	1412	95,0
6	2110	2040	96,8

На рис. 4 показана зависимость максимальных усилий от диаметра сучьев для резца с углом резания 30° и задним углом 5° . Из рисунка видно, что усилия при наличии заднего угла несколько выше, чем в его отсутствии. Это объясняется тем, что затягиванию резца препятствует часть задних граней, непосредственно прилегающих к обеим сторонам сучка. При этом происходит зарезание пробкового слоя коры ствола. В результате усилия резания возрастают.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Н. Зорев. Исследование элементов механики процесса резания. ЦНИИТМАШ, кн. 48, Машгиз, 1952. [2]. В. Г. Нестеренко. О силовом резании сучьев. Журн. «Лесная промышленность» № 9, 1967. [3]. В. Г. Нестеренко. Особенности силового резания сучьев жесткими и гибкими шарнирными резцами. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969. [4]. А. М. Розенберг, А. И. Еремин. Элементы теории процесса резания металлов. Машгиз, 1956. [5]. С. С. Рудник. Теория резания металлов. Машбудвидав, 1932.

Поступила 15 декабря 1970 г.

В статье В. Г. Нестеренко «Особенности силового резания сучьев жесткими и гибкими шарнирными резцами», опубликованной в «Лесном журнале» № 4 за 1969 г., автором допущены следующие ошибки

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
37	3 снизу	$2t$	$2T$
38	6 сверху	$Z = \frac{Z}{k}$	$t_z = \frac{Z}{k}$
38	Табл. 1, графа 7	8,4 8,4 2,6 4,2 2,0 0,2	8,4 8,4 2,6 — — —

УДК 629.11.011.11

О ЖЕСТКОСТИ РАМ АВТОЛЕСОВОЗОВ ПРИ КРУЧЕНИИ

Б. Д. ВАСИЛЬЕВ-КОЗЛОВ, П. Ф. МАРЧЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Кручение рамы автолесовоза обычно вызывается различными динамическими нагрузками. Наиболее интенсивное кручение рамы в эксплуатационных условиях возможно при переезде через глубокие неров-

ности, а максимальный перекося — при провисании одного из колес. В этих тяжелых условиях автолесовоз движется с малыми скоростями, и характер кручения рамы очень близок к статическому, то есть нагрузки, действующие на раму, можно определять с помощью уравнений статики.

При наезде одного из колес на препятствие вертикальные реакции на колеса автолесовоза перераспределяются. Вследствие изменения вертикальных реакций возникает момент M_k , закручивающий раму. В случае переезда впадины правым передним колесом

$$M_k = (z_{1л} - z_{1п}) \cdot \frac{B}{2}, \quad (1)$$

где $z_{1л}$, $z_{1п}$ — вертикальные реакции на передние колеса;
 B — ширина колеи автолесовоза.

Над задними колесами при этом возникает реактивный момент той же величины, но противоположного направления.

Предельное значение M_k будет при провисании одного из передних колес

$$M_k = G_1 \cdot \frac{B}{2}, \quad (2)$$

здесь G_1 — вес автолесовоза с грузом, приходящийся на передние колеса.

Деформации подвески и рамы под действием M_k вызовут поворот отдельных участков рамы вокруг продольной оси. Если α_1 — угол поворота рамы над передними колесами, а α_2 — над задними, то угол закручивания рамы α определяется разностью этих углов. Зависимость между M_k и α можно выразить через угловую жесткость рамы при кручении C_p , то есть

$$\alpha = \frac{M_k}{C_p}, \quad (3)$$

где C_p — угловая жесткость рамы, $кГм/град$.

В настоящей статье приведены результаты лабораторных и дорожных испытаний рам автолесовозов Т-60М и Т-80 на кручение.

В лабораторных условиях испытывали рамы автолесовозов на кручение путем вывешивания одного из колес при полной нагрузке (пакет пиломатериалов весом 5000 кг).

Величины закручивания рамы измеряли линейками от базовой поверхности. Измеряли высоту угловых точек рамы над базовой поверхностью, то есть поворот передней стенки передней поперечины относительно задней стенки задней поперечины. Углы закручивания измеряли не менее трех раз. Кроме того, у автолесовоза Т-60М определяли перераспределение веса пакета на штанги грузоподъемного механизма. Для этого перед испытанием рамы на кручение между колодками пакета и шпорами грузоподъемного механизма против штанг подвешивали балочные весы.

Результаты лабораторных испытаний рам автолесовозов Т-60М и Т-80 на кручение приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что угол закручивания рам автолесовозов с полной нагрузкой при провисании одного из колес составил для Т-60М — $0^\circ 31'$, а для Т-80 — $0^\circ 43'$. Перераспределение веса пакета на диагонально расположенные штанги при максимальном угле закручивания составило 320—340 кг, а увеличение усилия от веса пакета на одну штангу при этом — на 6,8%.

В табл. 2 приведены сравнительные данные жесткости и максимальных углов закручивания рам автолесовозов, грузовых автомобилей и кузовов автобусов. Жесткость подсчитана по формуле (3). Эти сравнения показывают, что углы закручивания и жесткость рам автолесо-

Таблица 1

		Т-60М		Т-80	
$z_{1п}-z_{1л}$, кг	α , мин	перераспределение веса на штангах, кг		$z_{1п}-z_{1л}$, кг	α , мин
		$P_{1п}+P_{2л}$	$P_{1л}+P_{2п}$		
5750	31	2670	2330	5200	43
5000	29	2660	2340	5000	42
4000	24	2620	2380	4000	36
3000	19	2590	2410	3000	27
2000	12	2550	2450	2000	18
1000	6	2530	2470	1000	9
0	0	2500	2500	0	0
1000	7	2470	2530	1000	9
2000	14	2440	2560	2000	18
3000	20	2420	2580	3000	27
4000	25	2390	2610	4000	36
5000	31	2350	2650	5000	42
5750	34	2340	2660	5200	43

Примечание. $P_{1п}$, $P_{1л}$, $P_{2п}$, $P_{2л}$ — вес, приходящийся на передние (1) и задние (2) штанги грузоподъемного механизма.

Таблица 2

Марка автолесовоза, автобуса и грузового автомобиля	Полный угол закру- чивания	Длина рамы, м	Относи- тельный угол закру- чивания, мин/м	Жесткость, кг/м/град
Автолесовозы				
Т-60М	0°31'	3,80	8,20	8760
Т-80	0°43'	3,65	11,80	6711
Автобусы [1], [2]				
ПАЗ-652	0°31'	7,10	4,40	4350
ПАЗ-652А	0°44'	7,10	6,20	—
ЗИЛ-158В	0°50'	9,03	5,50	5300
ЛАЗ-695Б	0°30'	9,22	3,30	7450
Магirus-03500	0°38'	9,26	4,10	—
Грузовые автомобили [3]				
ГАЗ-51	7°50'	5,40	87,00	163*
ЗИЛ-150	13°00'	6,50	120,00	141*

* Подсчитано для автомобиля с полной нагрузкой. Жесткость рамы ГАЗ-51 35,0 кг/м/град, а ЗИЛ-150 — 28,3 кг/м/град.

возов соизмеримы с углами закручивания и жесткостью кузовов автобусов. Углы закручивания рам автолесовозов в 10—14 раз меньше углов закручивания рам грузовых автомобилей в сборе, а жесткость — в 40—60 раз больше.

Дорожные испытания проводили на лесобирже лесопильного завода «Красный Октябрь» (г. Архангельск) и на дорогах общего пользования.

Кручение рамы в эксплуатационных условиях обычно вызывается динамическими нагрузками. При дорожных испытаниях автолесовоза Т-80 замеряли максимальные значения $z_{1л}-z_{1п}$. По этим данным определены M_k и α . Результаты замеров и расчета приведены в табл. 3. Из таблицы видно, что наибольший угол закручивания рамы 0°25' был получен при движении автолесовоза по булыжному шоссе очень плохого качества и 0°24' — при съезде на боковую дорогу.

Таблица 3

Дорожные участки	Скорость движения, км/час	$z_{1л} - z_{1п}$, кг	M_k , кгм	α
Движение с грузом 5000 кг				
Деревянная мостовая хорошего качества с повторяющимися препятствиями (доски, брусья) высотой				
50 мм	9—25	1570	1450	0°14'08"
80 мм	5—25	2520	2320	0°22'41"
113 мм	5—25	2470	2280	0°22'14"
выбоина глубиной 80 мм	4—20	2380	2200	0°21'25"
Асфальтированное шоссе				
плохого качества	14—18	1320	1220	0°11'55"
очень плохого качества	5—12	2580	2390	0°23'13"
Деревянная мостовая				
среднего качества	12—28	220	204	0°02'00"
плохого	9—16	540	500	0°04'52"
Булыжное шоссе				
среднего качества	8—17	1010	937	0°09'05"
плохого	10—17	2000	1850	0°18'00"
очень плохого качества	4—16	2780	2570	0°25'00"
Съезд на боковую дорогу	4—7	2660	2460	0°24'00"
Участок с удаленной плитой	8	1940	1795	0°17'28"

Движение без груза

Деревянная мостовая				
среднего качества	12—23	220	205	0°02'00"
плохого	16—17	510	470	0°04'35"
Булыжное шоссе				
плохого качества	13—17	1670	1550	0°15'00"
очень плохого качества	8—16	2380	2200	0°21'25"
Гравийное шоссе				
плохого качества	16—17	1930	1790	0°17'22"
очень плохого качества	8—12	2410	2230	0°21'41"

Выводы

1. Угловая жесткость рам автолесовозов значительно превышает жесткость рам пружинных автомобилей и соизмерима с угловой жесткостью несущих систем автобусов. Однако относительный угол закручивания рам автолесовозов в два раза больше, чем у несущих систем автобусов.

2. Углы закручивания рамы автолесовоза в эксплуатационных условиях не достигают предельного значения.

3. Кручение рамы автолесовоза при полученной угловой жесткости не сказывается на работе грузоподъемного механизма. Перераспределение нагрузки на штангах механизма незначительно, его можно не учитывать при расчете на прочность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. М. Атоян, В. В. Осепчугов. О жесткости и прочности кузова автобуса ЛАЗ-695. Журн. «Автомобильная промышленность» № 5, 1958. [2]. Н. И. Воронцова, Д. Б. Гельфгат и др. Тензометрирование деталей автомобиля. Машгиз, 1962. [3]. Д. Б. Гельфгат, В. А. Ошноков. Рамы грузовых автомобилей. Машгиз, 1959.

УДК 531.8:629.114.2

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОВОРОТУ ТРАКТОРА ТДТ-75

С. А. ВОРУХАЙЛОВ

Уральский лесотехнический институт

Поворот гусеничного трелевочного трактора — наиболее нагруженный режим движения*, так как в этом случае, помимо сопротивления перемещению трактора с погруженным на него пакетом, появляется дополнительное сопротивление развороту относительно грунта и пакета. В практике трелевки деревьев в полупогруженном состоянии применяются два способа погрузки хлыстов на щит трактора: комлями и вершинами. Поэтому сравнительная оценка энергозатрат на поворот при различных способах погрузки хлыстов на трактор представляет практический интерес. В статье изложены результаты экспериментального исследования этого вопроса.

Основной параметр, характеризующий нагруженность трактора на повороте, — результирующий момент сопротивления повороту $M_{рез}$. При установившемся движении

$$M_{рез} = M_{пов} = 0,5B(P_2 - P_1),$$

где $M_{пов}$ — поворачивающий момент, создаваемый механизмом поворота трактора;

B — ширина колеи трактора;

P_2 и P_1 — касательные силы тяги соответственно на забегающей и отстающей гусеницах.

Касательные силы тяги гусениц определяли по величинам крутящих моментов, подводимым к ведущим звездочкам. Эти моменты замеряли с помощью мостов фольговых тензодатчиков, наклеенных на ведомые валы бортовых передач. Усилие натяжения тягового троса трактора регистрировали тензозвеном, которое находилось между тяговым тросом и трелевым пакетом. Осциллограммы записывали с помощью осциллографа Н-004.

Эксперименты проведены на вырубках прошлых лет. Грунт волоков — средний суглинок весовой влажностью 26—29%. Пакеты формировали из сосновых хлыстов средним объемом 1,48 м³.

В результате обработки опытных данных установлена зависимость $M_{рез}$ от радиуса поворота R , нагрузки на трактор Q и способа погрузки хлыстов (рис. 1). Из графиков видно, что в интервале $R = 20 \div 40$ м при поворотах трактора с пакетом $Q = 7,2$ м³ при обоих способах погрузки его на щит и с пакетом $Q = 12,6$ м³, погруженным на щит вершинами, величины результирующего момента сопротивления повороту отличаются незначительно (в среднем на 7,1—9,7%). С увеличением нагрузки на трактор (пакет $Q = 12,6$ м³, погруженный на щит комлями) значение $M_{рез}$ на 17—25% больше, чем при погрузке этого же пакета на щит вершинами.

При поворотах трактора $R < 30—32$ м с хлыстами, погруженными комлями, $M_{рез}$ интенсивно возрастает из-за резкого увеличения момен-

* Г. М. Анисимов. Исследование нагруженности трансмиссии трелевочного трактора ТДТ-55 при работе на лесозаготовках. Автореферат кандидатской диссертации, Л., 1968.

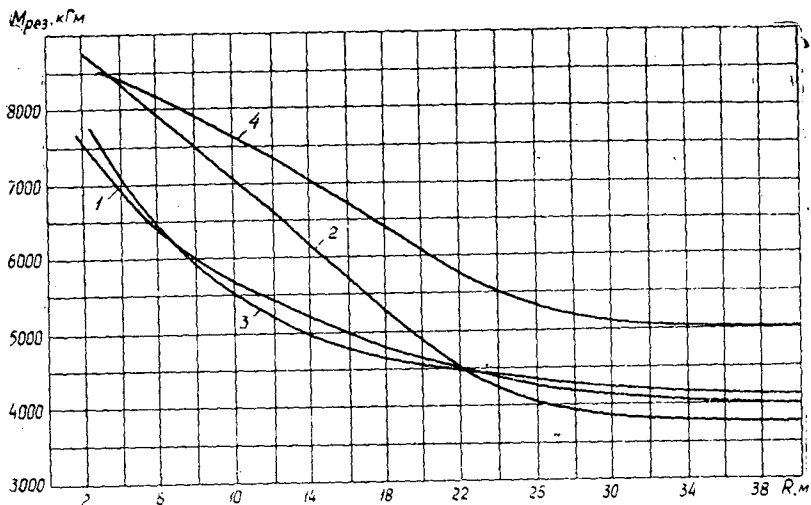


Рис. 1.

1 — $Q = 7,2 \text{ м}^3$ (за вершину); 2 — $Q = 7,2 \text{ м}^3$ (за комли); 3 — $Q = 12,6 \text{ м}^3$ (за вершину);
4 — $Q = 12,6 \text{ м}^3$ (за комли).

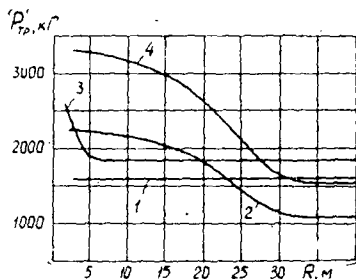


Рис. 2. Обозначения те же.

та сопротивления развороту пакета при упоре его в ограничители щита, что хорошо видно по динамике натяжения тросового трактора с уменьшением радиуса поворота (рис. 2). При плавных поворотах натяжение троса $P'_{тр}$ примерно равно сопротивлению волоочащейся части пакета. Увеличение $P'_{тр}$ при $Q = 12,6 \text{ м}^3$ и погрузке за вершины началось при $R \approx 6 \text{ м}$. В случае зацепки хлыстов за комли, $Q = 7,2 \text{ м}^3$ и $Q = 12,6 \text{ м}^3$ резкое увеличение $P'_{тр}$ происходит уже при $R = 32 \div 33 \text{ м}$.

Из сказанного следует, что при настоящей конструкции погрузочного устройства трелевочного трактора (наличие жестко закрепленных ограничителей) трелевка хлыстов деревьев за вершины более целесообразна с точки зрения уменьшения потерь мощности при поворотах. Значительное снижение результирующего момента сопротивления повороту и улучшение поворотливости трактора может быть достигнуто в результате установки поворотного коника погрузочного устройства.

УДК 625.1

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОЛЕЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Р. Л. КОРОВКИН

Архангельский лесотехнический институт

Исследованию конструкций, лежащих на прунте и работающих в условиях динамических нагрузок, посвящены многие теоретические работы. Однако экспериментально этот вопрос изучен недостаточно. В лаборатории кафедры сухопутного транспорта леса АЛТИ на гидравлическом стенде [1] проведены опыты по определению напряжений в основании и осадок плиты.

Испытывали железобетонную плиту размером $250 \times 100 \times 16$ см, имеющую сплошную опорную и рабочую поверхности со стыковыми соединениями и без них. В пределах лаборатории монтировали колесопровод из трех плит. Все измерения проводили на средней плите.

Основание представлено слоем торфа мощностью 2,5 м, подстилаемым слоем мелкого песка. По результатам лабораторного анализа торф при весовой влажности 530% и степени разложения 50% имеет следующие механические характеристики: коэффициент сцепления $0,07$ кг/см², коэффициент внутреннего трения 0,58, модуль сжатия $1,25-1,64$ кг/см². На торфяное основание отсыпали песчаную подушку. Для этой цели использовали среднезернистый песок с коэффициентом внутреннего трения 0,6 и коэффициентом сцепления $0,1$ кг/см².

Для измерения напряжений использовали плоские месдозы мембранного типа из органического стекла с гидропреобразователем. На рабочую мембрану месдозы приклеивали тензометры на фольговой основе с базой 10 мм и сопротивлением около 100 ом. Показания месдоз фиксировали шлейфовым осциллографом ОТ-24-51 с использованием вибраторов 3-го и 4-го типов. Месдозы тарировали в специальном тарировочном приборе, позволяющем получить одноосное сжатие. Расположение месдоз в плане *a* и по глубине *b* показано на рис. 1.

После закладки месдоз плиту нагружали импульсной нагрузкой. Для исключения случайных ошибок каждое нагружение повторяли 3-4 раза.

В результате опытов получено распределение динамических напряжений по глубине песчаной подушки (рис. 2). При обработке показания месдоз, расположенных симметрично, усредняли.

Распределение реактивных давлений по поперечным сечениям почти всюду имеет параболический характер с концентрацией напряжений на краях плиты. Напряжения перераспределяются с глубиной и примерно на глубине 30 см выравниваются, а на границе раздела песок — торф остаются практически постоянными.

На рис. 2 приведены эпюры распределения напряжений по глубине песчаной подушки для момента максимальной нагрузки ($t = 0,12$ сек) для трех продольных сечений I, II, III. Напряжения под краями плиты (сечение I) с глубиной преимущественно уменьшаются. Напряжения под средними продольными сечениями за редким исключением (в сечениях под нагрузкой) остаются постоянными по глубине или даже несколько увеличиваются, что вызвано передачей в эту область напряжений из зоны повышенных давлений под краями плиты. Затухание напряжений по глубине особенно интенсивно при положении нагрузки на конце плиты. Здесь максимальные напряжения, возникающие на контакте плиты с песчаной подушкой, в 3,3 раза больше со-

ответствующих напряжений на глубине 50 см. Для положения нагрузки в четверти длины плиты это соотношение составляет 2,7, в центре — 2,4.

Результаты исследований в условиях динамического нагружения сопоставляли с данными статического нагружения плиты, при котором нагрузку создавали двумя пятитонными гидравлическими домкратами и фиксировали манометром. Месдозы закладывали в тех же сечениях плиты в плане и по глубине.

Большое значение при эксплуатации железобетонных покрытий лесовозных автомобильных дорог имеет величина напряжений, действующих на грунт земляного полотна, так как эти напряжения в конечном итоге определяют просадки плит, а следовательно, срок службы их и эксплуатационные качества покрытия.

С целью изучения влияния толщины песчаной подушки на напряженное состояние основания опыты проводили при разных значениях толщины песчаного слоя (20, 30 и 50 см). Зависимость напряжений от толщины песчаной подушки на контакте песка с торфом показана на рис. 3. Эти напряжения зависят от толщины слоя песка. Так, при расположении нагрузки на конце плиты (рис. 3, в) отношение максимальных напряжений при слое песка 20 см к аналогичным напряжениям при толщине песка 50 см составляет 3,5. Для нагрузки в четверти длины (рис. 3, б) это отношение равно 2,5 и в центре (рис. 3, а) — 1,7. Особенно интенсивное падение напряжений на контакте песка с торфом наблюдается при увеличении толщины песчаной подушки с 20 до 30 см. При дальнейшем повышении толщины песчаной подушки до 50 см эти напряжения остаются практически постоянными, а под средними продольными сечениями плиты даже несколько возрастают, что объясняется передачей в эту область повышенных давлений под краями плиты, так как параболичность эпюр напряжений по ширине плиты, с концентрацией последних под ее краями, сохраняется до глубины 20—30 см.

Осадки измеряли прогибомерами, деформации фиксировали фольговыми тензодатчиками. Прогибомер одним концом крепили на неподвижную базу, другим в упор из уголкового железа, приклеенный к плите эпоксидной смолой. В качестве неподвижной базы использовали 4-метровые металлические штанги, забитые в минеральный грунт на глубину 0,5 м и соединенные между собой уголковым железом. Прогибомеры тарировали по индикатору часового типа с точностью деления 0,01 мм. Тарировка показала строгую линейную зависимость между отсчетами по прибору и осадкой. Осадки в статике измеряли индикаторами часового типа и одновременно прогибомерами для определения погрешности показаний.

Осадки, измеренные индикаторами, практически не отличались от осадок, измеренных прогибомерами. На рис. 4 сплошными линиями показаны осадки плиты при толщине песчаного слоя 50 см в разные моменты времени нагружения, от 0,02 до 0,12 сек, через каждые 0,02 сек; пунктирными — осадка при разгрузке плиты. На рис. 5 приведена зависимость максимальных осадок W от толщины песчаной подушки H (сплошными линиями — в динамике; пунктирными — в статике).

Анализ измеренных осадок показывает, что вследствие вязкости основания при воздействии импульсной нагрузки максимум осадки отстает от максимума нагрузки тем больше, чем дальше от точки приложения силы расположен прогибомер.

Большое влияние на величину осадки оказывают стыковые соединения. Из рис. 5 следует, что осадка плиты при отсутствии стыковых соединений почти в 2 раза больше, чем при их наличии.

Анализ напряжений и осадок показал, что хотя в динамике максимальные осадки меньше, чем в статике, средние напряжения в этих

сечениях при динамическом нагружении больше. Сказанное иллюстрируется данными табл. 1.

Таблица 1

Положение нагрузки на плиту	Отношение осадок	Отношение напряжений
	максимальных динамических к максимальным статическим	
$H = 20 \text{ см}$		
В центре	0,78	0,94
	0,69	0,97
В четверти длины	0,69	1,23
	0,70	1,26
На конце	0,60	1,28
	0,65	1,28
$H = 30 \text{ см}$		
В центре	0,64	0,86
	0,71	0,82
В четверти длины	0,66	1,30
	0,71	1,25
На конце	0,70	1,36
	0,74	1,40
$H = 50 \text{ см}$		
В центре	0,66	0,85
	0,70	0,88
В четверти длины	0,79	1,33
	0,87	1,34
На конце	0,83	1,43
	0,88	1,60

Примечание. В числителе данные для свободной плиты; в знаменателе — для плиты со стыковыми соединениями.

Таблица 2

Положение нагрузки на плиту	Объем эпюры V , кг	$P-V$, кг	$\frac{P-V}{P}$, 100%
$H = 50 \text{ см}$			
В центре	6200	- 200	- 3
В четверти длины	6060	- 60	- 1
На конце	5720	280	5
$H = 30 \text{ см}$			
В центре	6120	- 120	- 2
В четверти длины	5700	300	5
На конце	5930	70	1
$H = 20 \text{ см}$			
В центре	5700	300	5
В четверти длины	6040	- 40	- 1
На конце	5820	180	3

В качестве примера для сравнения экспериментальных данных с расчетными [2] на рис. 6 приведена зависимость осадки от времени t для плиты, загруженной в центре. Жирной линией обозначена расчет-

ная кривая осадки для коэффициента постели $C = 0,5 \text{ кг/см}^3$ и коэффициента затухания основания $\mu = 0,03 \text{ кг сек/см}^3$, тонкой — реализованная при опыте зависимость нагрузки от времени $P(t)$. Результаты экспериментов показаны точками. Расчетные осадки вполне удовлетворительно согласуются с экспериментальными. Несовпадение теоретических и экспериментальных данных при разгрузке плиты объясняется реологическими свойствами грунта, не учитываемыми расчетной моделью.

Общую погрешность показаний месдоз оценивали по условию равновесия в статике. Для этой цели подсчитывали объем эпюры реактивных давлений V методом трапеций, который затем сравнивали с действующей внешней нагрузкой P , равной 6000 кг. Результаты расчета сведены в табл. 2. Общая погрешность, даваемая месдозами, колеблется в пределах 1—5%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Р. Л. Коровкин. Экспериментальные исследования железобетонных плит при динамическом нагружении. Труды АЛТИ, XXIV, 1971. [2]. Б. В. Уваров, Р. Л. Коровкин. Расчет балок на упругом основании, работающих в условиях динамического нагружения. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1970.

Поступила 10 марта 1971 г.

УДК 621.82

О ХАРАКТЕРЕ ИЗНАШИВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Г. А. ЧЕРНЫШЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Подшипники качения — массовые узлы большинства агрегатов трелевочных тракторов. Сроки службы подшипников весьма малы и зависят, главным образом, от интенсивности изнашивания рабочих поверхностей их деталей. Мы исследовали особенности и характер изнашивания опор качения трелевочных тракторов с целью выявления путей повышения их долговечности.

Объект исследования — подшипники опорных катков и направляющих колес ходовой системы и бортовых передач трансмиссии. Подшипники бортовых передач наименее долговечны по сравнению с остальными опорами трансмиссии. Это было установлено посредством анализа уровня выбраковки подшипников при капитальном ремонте трелевочных тракторов. Результаты наблюдений, проводившихся в течение трех лет, представлены в табл. 1. Максимальным процентом выбраковки (от 51,3 до 75,1%) отличаются подшипники бортовых передач.

Для исследования характера изнашивания было отобрано 350 подшипников качения из узлов бортовых передач, опорных катков и направляющих колес большой партии тракторов, поступивших в капитальный ремонт.

Качественные признаки изнашивания изучали по изменению внешнего вида и микропрофиля поверхности деталей подшипников. Детали просматривали с помощью лупы, микроскопа МИМ-6, фотографировали на макро- и микроустановках фирмы «Рейхерт» и на интерференционном микроскопе МИИ-4. Микропрофиль и шероховатость поверхностей исследовали с помощью оптикомеханического профилографа ИЗП-5.

Были выделены следующие группы подшипников в соответствии с видами изнашивания: I — абразивное изнашивание — 66%; II — абразивное и начальная стадия усталостного изнашивания — 20%; III — интенсивное усталостное изнашивание — 8%; IV — прочие виды — 6%.

Таблица 1

Наименование агрегатов тракторов	Тип подшипников	Количество подшипников, поступающих на дефектовку за год	Количество подшипников, отбракованных за год	Процент выбраковки
Бортовые передачи	222	4824	2474	51,3
	42312	1608	1045	65,1
	220	1608	1206	75,1
Бортовые фрикционы	26216	1608	146	9,0
Главная передача	7315	1608	146	9,1
	7612	1608	315	19,6
Коробка передач	50409	804	172	21,4
	2310	1608	360	22,4
	210	2412	550	22,8
	50213	804	498	62,0
	214	804	297	36,9

Профилограммы поверхностей деталей подшипников с признаками различных видов изнашивания даны на рис. 1, фотографии — на рис. 2. Поверхности деталей подшипников I группы покрыты частыми полосами и рисками от соприкосновения с абразивными частицами. Видны также вмятины от внедрения этих частиц и их осколков, бугорки сдвинутого к концу рисок металла, исчезающие при последующем царапании. Шероховатость поверхностей оценивается девятым классом чистоты. Механизм этого вида изнашивания представляет микрорезание со снятием мельчайшей стружки.

Детали подшипников II группы преимущественно имели признаки абразивного изнашивания и участки начальной стадии усталостного изнашивания в виде мелких углублений от отслоившихся чешуек металла. На роликах это было шелушение характерной ромбической формы с наклонным дном. Кромки и дно зашлифованы абразивными рисками. Чистота поверхности оценивалась восьмым классом. Ограниченное развитие усталостных процессов на поверхностях деталей объясняется интенсивным абразивным изнашиванием, которое не позволяет мелким трещинам проникать в глубину основного металла, удаляет наклепанные участки.

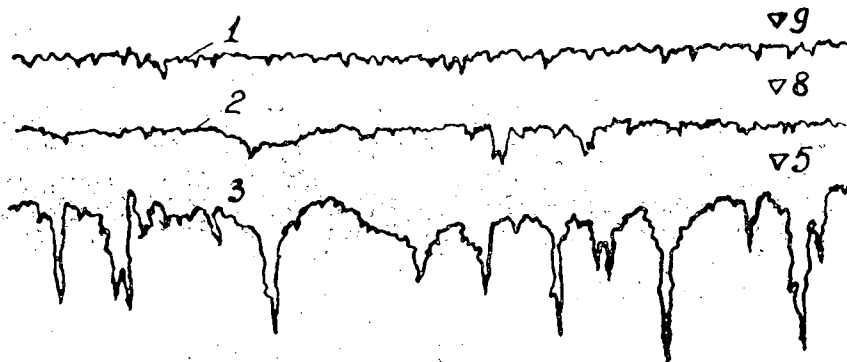


Рис. 1. Профилограммы поверхностей деталей подшипников качения с различными видами изнашивания.

1 — абразивное; 2 — абразивное и усталостное; 3 — интенсивное усталостное (увеличение вертикальное — 1333, горизонтальное — 33).

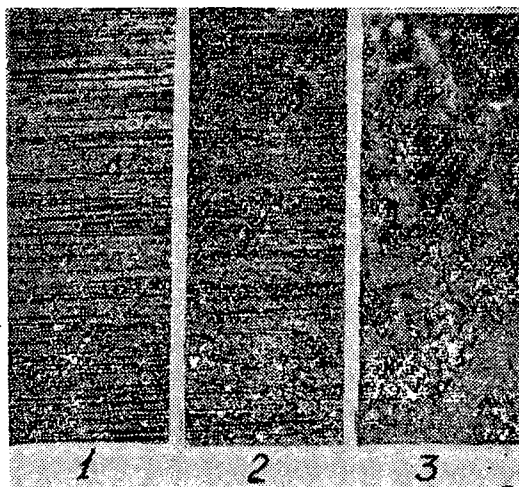


Рис. 2. Внешний вид поверхностей деталей подшипников с признаками различных видов изнашивания (увелич. 75 раз).

1 — абразивное; 2 — абразивное и усталостное; 3 — интенсивное усталостное.

К III группе были отнесены подшипники с признаками интенсивного изнашивания в виде беспорядочно расположенных язв и глубокого отслаивания. На поверхности деталей видны трещины, ограничивающие отдельные участки приподнятого металла. Профиль поверхности характеризуется резко увеличившейся шероховатостью (пятый класс чистоты), участками, ограниченными глубокими впадинами.

Подшипники со следами коррозии, ложного бринелирования, задиров, наволакивания и др. были отнесены к IV группе.

Количественные величины износа определялись методом микрометрирования. Суммарный осевой люфт подшипников измеряли на приспособлении с индикатором часового типа, износ их деталей — с помощью микрометров. Полученные величины обрабатывали методами вариационной статистики, результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тип подшипника	Измеряемый параметр				
	осевой люфт	износ шара	износ внутренней обоймы	износ ролика	радиальный люфт
220	0,65	0,16	—	—	—
	0,60	—	—	—	—
222	0,70	0,15	—	—	—
	0,65	—	—	—	—
42312	—	—	0,26	0,22	—
	—	—	—	—	0,30

Примечание. В числителе среднее арифметическое значение износа подшипников качения бортовых передач, мм; в знаменателе — предельно допустимое значение.

Как видно из таблицы, средние значения осевого люфта подшипников 220 и 222, снятых с тракторов, поступивших в капитальный ремонт, больше допустимых. Средняя величина износа только двух деталей подшипника 42312 (ролика и внутренней обоймы) составляет 0,48 мм, следовательно, среднее значение радиальной игры у исследуемых подшипников значительно превышает допустимые границы.

Характер распределения износов у подшипников 220 и 222 примерно одинаков, кривые полигонов распределения лежат близко друг к

другу. Наибольшей частотью характеризуются такие среднечассовые значения осевых люфтов, как 0,73 мм у подшипников 220 и 0,81 мм у подшипников 222; накопленные частоты подшипников 220 и 222 с люфтами, большими предельных (то есть выше 0,60 и 0,65 мм), составляют 65 и 62%.

Полученные результаты показывают, что абсолютное большинство подшипников качения бортовых передач трансмиссии и ходовой системы трелевочных тракторов выходит из строя вследствие очень интенсивного абразивного изнашивания. Исследование состава смазочных материалов, работавших в узлах трелевочных тракторов, и стендовые испытания подшипников качения на специально загрязненном масле дали возможность заключить, что главная причина абразивного изнашивания — засорение подшипниковых узлов большим количеством твердых неорганических частиц. Пробы масел были отобраны из 15 тракторов ТДТ-55, ТДТ-40М, ТДТ-60, работавших 600—700 час в весенне-летний период в Кондопожском леспромхозе КАССР и 180—230 час на испытательной станции ОТЗ.

Проанализировано 68 проб: 25 из картеров бортовых передач и 43 из ступиц опорных катков ходовой системы.

Математическая обработка результатов анализов загрязненности этих проб масел показывает, что масло в изучаемых узлах тракторов содержит большое количество механических примесей (0,249—1,905%). При увеличении времени работы масла до 600—700 час количество неорганических примесей в нем становится в 2,75—3 раза больше количества примесей органического происхождения.

Состав неорганических примесей ряда проб выясняли спектрохимическим методом эмиссионного количественного анализа (табл. 3).

Полученные результаты говорят о том, что основную часть неорганических механических примесей составляют: а) окись кремния, которая может проникнуть в узел только извне, в виде кварцевого песка

Таблица 3

Время работы трактора, час	Неорганические примеси (суммарные), %	Минеральные частицы (окись кремния), %	Продукты износа (окислы железа), %	Прочие примеси, %
Бортовая передача				
182—230	0,325	0,252	0,067	0,006
	0,435	0,301	0,120	0,014
	0,451	0,243	0,151	0,057
	0,525	0,214	0,186	0,125
600—700	0,317	0,130	0,150	0,037
	0,573	0,304	0,166	0,063
	0,993	0,278	0,515	0,200
	1,495	0,618	0,477	0,400
Опорный каток				
182—230	0,140	0,038	0,070	0,032
	0,248	0,092	0,090	0,066
	0,300	0,090	0,206	0,004
	0,319	0,185	0,122	0,012
600—700	0,387	0,068	0,270	0,049
	0,590	0,203	0,283	0,104
	0,965	0,255	0,701	0,009
	0,855	0,425	0,272	0,158

или пыли; б) окислы железа, являющиеся продуктами износа. Оба эти компонента, содержащиеся в картерном масле в большом количестве, обычно вызывают быстрое абразивное изнашивание трущихся деталей. Исходная причина этого процесса — проникновение в масло кварцевых механических частиц извне, начинающих интенсивно изнашивать поверхности деталей, вследствие чего накапливается большое количество металлических частиц, и затем уже оба компонента действуют вместе, продолжая процесс абразивного изнашивания. Стендовые испытания подтверждают этот вывод.

На стенде подшипники четырех опорных катков испытывали под нагрузкой, применив масло, содержащее искусственно приготовленный абразив и чистое. В качестве абразива использовали мелкоабразивный кварцевый песок из грунтов КАССР, по дисперсному и химическому составу подобный естественной пыли, проникающей в узлы тракторов. Испытания проводили при различной степени загрязненности смазочного масла, условия приближались к производственным.

Изучение качественных признаков износа подшипников после испытаний с загрязненным маслом показало, что они были подвержены абразивному изнашиванию с теми же характерными особенностями, что и при работе в узлах трелевочных тракторов в производственных условиях. Кривые на рис. 3 наглядно показывают огромное влияние абразивных кварцевых частиц на скорость изнашивания подшипников.

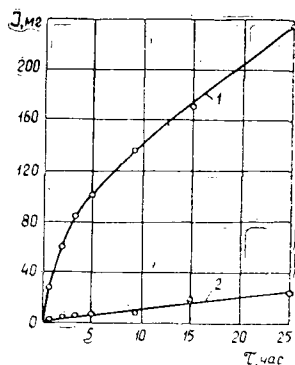


Рис. 3. Износ подшипников I при испытаниях.

1 — на масле с абразивом; 2 — на чистом масле (время работы $\tau = 25$ час, скорость вращения катков стенда — 112 об/мин).

Скорость изнашивания подшипников и динамика накопления продуктов износа при заправке чистым маслом незначительны. При работе на масле с примесью одной порции (0,25%) кварцевых частиц скорость изнашивания в начале испытания больше в 43,6 раза и через 25 час — в 7 раз, чем при работе на чистом масле.

Для увеличения долговечности подшипников качения рассмотренных агрегатов трелевочных тракторов необходимо:

а) во время эксплуатации трактора регулярно проверять состояние уплотнительных устройств и плотность стыков корпусных деталей; при появлении подтеков масла немедленно ставить трактор на ремонт;

б) при техническом обслуживании тракторов обращать особое внимание на своевременную смену масла в подшипниковых узлах, на чистоту заправляемого масла;

в) улучшить порядок хранения и перемещения смазочных материалов, особенно на участках лесосек и верхних складов лесопунктов, не допуская попадания в масло пыли, песка, грязи;

г) конструкторским бюро тракторных заводов необходимо повысить надежность и долговечность уплотнений, увеличить плотность сты-

ков деталей корпусов, при испытании тракторов на заводах одним из параметров оценки качества конструкции узла следует считать динамику нарастания процентного содержания абразива в масле.

Поступила 15 февраля 1971 г.

УДК 634.0.361.7

О РАСЧЕТЕ УГЛА УСТАНОВКИ РЕЗЦА В ОКОРОЧНЫХ СТАНКАХ РОТОРНОГО ТИПА

Е. Ф. ОНЯКОВ

Архангельский лесотехнический институт

В СССР и за рубежом для окорки круглых лесоматериалов и обрезки сучьев широко применяются станки роторного типа. К этой группе станков относятся окорочный станок ОС-35 и сучкорезный СевНИИП-63*. Рабочим органом таких станков служит многолезвийный фрезец, общий вид которого дан на рис. 1, а.

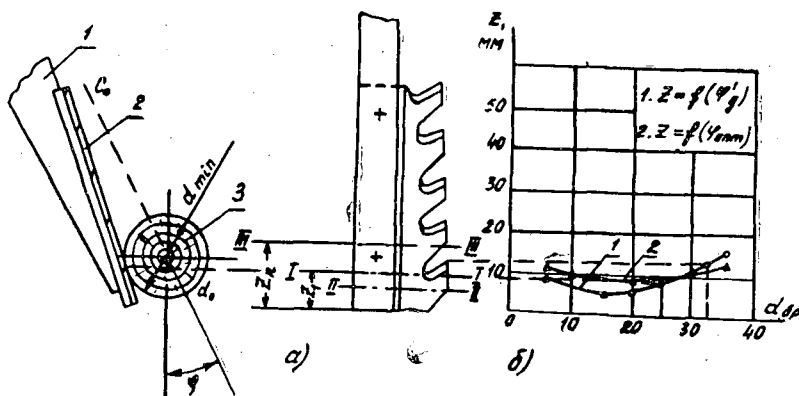


Рис. 1.

1 — резцедержатель; 2 — многолезвийный резец; 3 — бревно. I—I — линия контакта при $d_{бр} = d_{min}$; II—II — линия контакта при $d_{бр} = 16$ см; III—III — линия контакта при $d_{бр} = d_{max}$.

Производственные испытания станка ОС-35 показали, что многолезвийные резцы, предназначенные для снятия слоя коры с древесины и одновременной зачистки пеньков сучьев, работают неудовлетворительно [2], [3].

Существенным недостатком станка СевНИИП-63 является неуправляемость процесса окорки древесины, происходящего в некоторых случаях наряду со срезанием сучьев [1]. Причины такой работы резцов не выяснены.

Мы произвели некоторый анализ работы многолезвийных резцов применительно к окорке древесины и зачистке сучьев, но полученные выводы вполне могут быть использованы и для случая срезания сучьев.

* Станки ОС-35 и СевНИИП-63 разработаны Северным научно-исследовательским институтом промышленности.

Многолезвийный резец закрепляется на резцедержателе станка и при обработке бревна лежит в плоскости, касательной к его поверхности. При окорке бревен разных диаметров положение линии контакта реза с древесиной не постоянно.

На рис. 1, б кривая 1 показывает положение линии контакта бревна с многолезвийным резцом для станка ОС-35 в зависимости от диаметра обрабатываемых бревен. При изменении диаметра бревен от d_{min} до $d = 16$ см линия контакта опускается вниз по телу реза, а при дальнейшем увеличении диаметра до d_{max} поднимается вверх. Линия контакта реза с древесиной при d_{min} расположена на расстоянии z_1 , а при d_{max} — на расстоянии z_n от нижней грани реза. Нижняя точка кривой 1 соответствует линии контакта реза с древесиной при $d = 16$ см.

Таким образом, максимальный разбег линий контакта при данном угле установки реза φ равен $z_{max} = z_n - z_1$. При таком разбеге линий контакта реза в связи с изменением диаметров обрабатываемых бревен лезвие нижнего зуба может производить чистую окорку и зачистку пеньков сучьев заподлицо, как это видно из графика, лишь при $d = 7$ см и в диапазоне диаметров от 25 до 32 см.

При других диаметрах бревен лезвия всех зубьев находятся выше или ниже линий контакта тела реза с древесиной, то есть в диапазоне от d_{min} до d_{max} при данном угле установки реза φ высококачественная окорка древесины невозможна.

Зубья многолезвийного реза, расположенные намного выше линий контакта, в окорке древесины и зачистке сучьев участия не принимают, то есть в данном случае излишни. Для выполнения этих работ необходимо иметь максимум два режущих элемента (зуба); копирующий элемент, роль которого выполняет тело реза, необходимо сохранить.

Путем изменения угла установки реза φ можно уменьшить до минимума разбег линий контакта реза с древесиной и тем самым добиться стабильной окорки бревен всех допустимых диаметров.

На рис. 2 показано положение реза c_2d_2 по отношению к бревну радиуса r . Резец закреплен на резцедержателе, который поворачивается относительно точки A . Радиус поворота Aa равен расстоянию от точки подвески резцедержателя A до оси ротора B станка, то есть $AB = Aa = l$.

Первоначальное положение реза при $r_0 = 0$ соответствует c_0d_0 . φ — угол установки реза. Угол образован плоскостью реза при его нулевом положении и прямой, проходящей через центр ротора станка и точку крепления

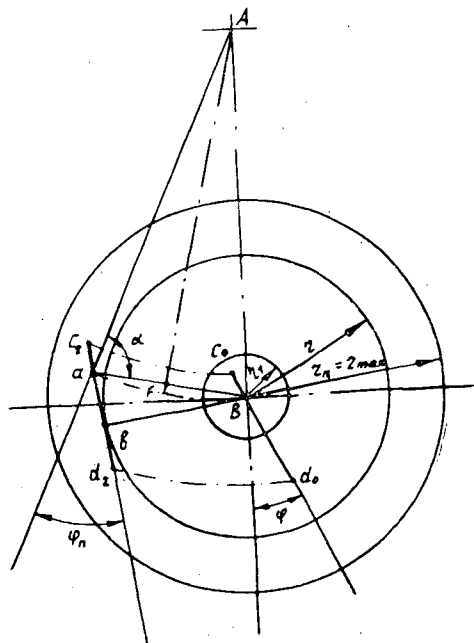


Рис. 2.

рычага короснимателя. Разбег линий контакта резца при изменении радиуса бревна от $r_0 = 0$ до r равен $z = ab$.

Из треугольников AFa и aBb можно записать следующее:

$$aB = 2l \cos \alpha;$$

$$aB = \frac{r}{\sin(180 - \varphi - \alpha)} = \frac{r}{\sin(\varphi + \alpha)},$$

отсюда

$$2l \cos \alpha = \frac{r}{\sin(\varphi + \alpha)}$$

или

$$\cos \alpha \cdot \sin(\varphi + \alpha) = \frac{r}{2l}. \quad (1)$$

Решая уравнение (1) относительно $\cos \alpha$, получим

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{l} \sin \varphi + \cos^2 \varphi\right) \pm \sqrt{\left(\frac{r}{l} \sin \varphi + \cos^2 \varphi\right)^2 - \frac{r^2}{l^2}}}{2}}. \quad (2)$$

Угол α острый, поэтому перед корнем берем знак плюс, а так как угол α близок к 90° , то под корнем берем знак минус.

С учетом знака после некоторых преобразований выражение (2) можно записать

$$\cos \alpha = \sqrt{1 + \sin \varphi \left(\frac{r}{l} - \sin \varphi\right) - \cos \varphi \sqrt{1 - \left(\frac{r}{l} - \sin \varphi\right)^2}}. \quad (3)$$

Обозначим

$$\frac{r}{l} - \sin \varphi = \sin \beta,$$

тогда

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{1 + \sin \varphi \cdot \sin \beta - \cos \varphi \cdot \cos \beta} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{1 - \cos(\varphi + \beta)} = \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{2 \sin^2 \frac{\varphi + \beta}{2}} = \sin \frac{\varphi + \beta}{2} = \sin \frac{\varphi + \arcsin\left(\frac{r}{l} - \sin \varphi\right)}{2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Из рис. 2 следует, что

$$\begin{aligned} z &= \sqrt{aB^2 - bB^2} = \sqrt{4l^2 \cos^2 \alpha - r^2} = \\ &= \sqrt{4l^2 \sin^2 \frac{\varphi + \arcsin\left(\frac{r}{l} - \sin \varphi\right)}{2} - r^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, для разбега линии контакта как для функции радиуса бревна r и угла установки резца φ получим следующее выражение:

$$z = l \sqrt{4 \sin^2 \frac{\varphi + \arcsin\left(\frac{r}{l} - \sin \varphi\right)}{2} - \frac{r^2}{l^2}}. \quad (6)$$

Исследуя функцию (6) на экстремум, получим

$$\sin \varphi = \frac{r}{2l}. \quad (7)$$

Для достижения чистой окорки и высококачественной зачистки пеньков сучьев в пределах всех допустимых диаметров бревен для данного типа станка необходимо, чтобы разбег был минимальным при $r_n = r_{max}$. Тогда

$$\sin \varphi = \frac{r_{max}}{2l}; \quad \varphi = \arcsin \frac{r_{max}}{2l}$$

и

$$z = l \sqrt{4 \sin^2 \frac{\arcsin \frac{r_{max}}{2l} + \arcsin \left(\frac{r}{l} - \frac{r_{max}}{2l} \right)}{2} - \frac{r^2}{l^2}}.$$

После некоторых преобразований подкоренного выражения получим

$$z = \sqrt{2 \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{r_{max}}{2l} \right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r}{l} - \frac{r_{max}}{2l} \right)^2} + \frac{r_{max}}{2l} \left(\frac{r}{l} - \frac{r_{max}}{2l} \right) \right] - \frac{r^2}{l^2}}.$$

При $r = r_{max}$ разбег z должен быть равен нулю. Для дальнейших расчетов введем следующие обозначения: $t = \frac{r}{2l}$; $t_m = \frac{r_{max}}{2l}$, тогда

$$z = l \sqrt{2 \left[1 - \sqrt{1 - t_m^2} \cdot \sqrt{1 - (t_m - 2t)^2} - t_m(t_m - 2t) \right] - 4t^2}.$$

Окончательно после ряда преобразований получим следующее выражение:

$$z = l \left[\sqrt{1 - (t_m - 2t)^2} - \sqrt{1 - t_m^2} \right]. \quad (8)$$

Исследуем это выражение на максимум

$$z' = - \frac{-2(t_m - 2t)(-2)}{2\sqrt{1 - (t_m - 2t)^2}} = 0,$$

отсюда

$$t = \frac{t_m}{2}$$

или

$$r = \frac{r_{max}}{2}.$$

При этом

$$z_{max} = \left(1 - \sqrt{1 - t_m^2} \right) l. \quad (9)$$

Основное уравнение (6) после преобразований можно представить в следующем виде:

$$\left(z + \sqrt{l^2 - \frac{r_{max}^2}{4}} \right)^2 + \left(r - \frac{r_{max}}{2} \right)^2 = l^2. \quad (10)$$

Таким образом, функцией разбега линии контакта является дуга окружности. Это дает возможность графически определить величину разбега (рис. 3). Как видно из рисунка, дуга $0-1-2-r_{max}$, ограниченная снизу осью r , — теоретический разбег линий контакта резца и бревна, то есть от $r_{min} = 0$ до $r_n = r_{max}$.

Практически в роторных станках $r_0 \neq 0$, а несколько больше, во избежание полного смыкания рычагов резцедержателей при отсутствии

димо по формуле (13) вычислить величину t'_1 и сравнить ее с данным t_1 , после чего по одной из формул (11) или (12) определить значение действительного разбега z_{max} , в диапазоне диаметров от r_1 до r_n .

На основе выведенных формул на рис. 1, б нанесен разбег линий контакта резца и древесины (кривая 2) при оптимальном угле установки резца φ , в данном случае для станка ОС-35 при $Aa = AB$ оптимальный угол $\varphi = 18^\circ 40'$.

Как видно из рис. 1, б, при оптимальном угле φ (кривая 2) разбег линий контакта резца уменьшается более чем вдвое против действительного (кривая 1).

Кроме того, весь разбег от r_1 до r_n полностью вписывается в длину лезвия зубца (рис. 1, а), то есть при оптимальном угле φ установки резца будет возможна чистая окорка и зачистка пеньков сучьев на бревнах всех диаметров, допустимых для данного станка.

Выводы

1. Разбег линии касания резца с древесиной минимален при $\varphi = \arcsin \frac{r_{max}}{2l}$.

2. Уменьшение действительного разбега z_{max} , возможно только при увеличении l .

Если разбег не должен превышать определенной величины z_{min} , то необходимое l находят из равенства $z_{max} = z_{min}$.

3. Для производства окорки и зачистки пеньков сучьев вполне достаточно иметь на каждом резцедержателе один-два режущих элемента.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. В. Воробьев, Н. К. Гилев. Сравнительные испытания сучкорезных машин. Реферативная информация ВНИПИЭИлеспрома «Лесозэксплуатация и лесное хозяйство» № 2, 1964. [2]. Отчет по теме: «Исследование и усовершенствование окорочно-зачистных станков конструкции СевНИИП-Д». СевНИИП, Архангельск, 1963. [3]. Отчет по теме: «Исследование, разработка, изготовление и испытания окорочных станков для свежесрубленной, сухой и мерзлой древесины». Т. 1, СевНИИП, Архангельск, 1964.

Поступила 3 марта 1970 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.812

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА
НЕПРЕРЫВНОГО УПЛОТНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

М. С. МОВНИН, А. Г. ЕРМОЛОВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

Уплотненная древесина мягколиственных пород — полноценный заменитель дефицитных твердолиственных.

Цель наших исследований — теоретическая и экспериментальная разработка непрерывного одноосного способа уплотнения древесины, позволяющего разрешить ряд технологических вопросов механизации и автоматизации процесса уплотнения. За основу авторы приняли непрерывное неравномерное уплотнение древесины поперек волокон.

В работе определены распирающие усилия при неравномерном непрерывном уплотнении; найдена сила продвигания непрерывного ковра заготовок через конический приемник; установлен характер поперечной деформации и проведено микроскопическое исследование уплотненной древесины.

Распирающие усилия при неравномерном уплотнении

Для их определения воспользуемся методикой расчета, предложенной П. Н. Хухрянским [3]. Степень уплотнения по длине поперечной щети древесины в уплотняющем коническом приемнике при ширине заготовок, равной единице, изменяется по уравнению $\varepsilon = f(x)$.

Распирающее усилие по длине уплотняемой щети переменное

$$P = \int_0^L \sigma dx; \quad (1)$$

но

$$\sigma = ae^{b\varepsilon}, \quad (2)$$

где σ — напряжение, кгс/см²;

a и b — постоянные величины, зависящие от породы древесины и режима тепловой обработки;

e — основание натуральных логарифмов;

ε — степень уплотнения древесины, %.

Подставляя выражение для σ в формулу (1), получим

$$P = a \int_0^L e^{b\varepsilon} dx. \quad (3)$$

Изменение степени уплотнения по длине конического приемника принято по закону прямой линии

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + kx, \quad (4)$$

тогда

$$P = a \int_0^L e^{b(\epsilon_0 + kx)} dx \quad (5)$$

или после интегрирования

$$P = \frac{a}{bk} (e^{b k L} - 1). \quad (6)$$

Снижение величины распирающих сил на стенки конического приемника можно определить, если вместо равномерного уплотнения древесины в прессформе ($\epsilon_{max} = \text{const}$) применить неравномерное уплотнение при условии, что у входа в конический приемник $\epsilon_0 = 0$, а у выхода, то есть в конце прессования, $\epsilon = \epsilon_{max}$ ($\epsilon = kx$ и $\epsilon_{max} = kL$).

Тогда распирающее усилие при равномерном уплотнении

$$F = aLe^{b\epsilon_{max}}; \quad (7)$$

распирающее усилие при неравномерном уплотнении

$$Q = \frac{a}{kb} (e^{b k L} - 1)$$

или

$$Q = \frac{aL}{b\epsilon_{max}} (e^{b\epsilon_{max}} - 1). \quad (8)$$

Снижение распирающего усилия при замене равномерного уплотнения неравномерным

$$F - Q = F \left(1 - \frac{1}{e^{b\epsilon_{max}}} \right) + \frac{1}{b\epsilon_{max}}. \quad (9)$$

Пусть $F = 10\,000$ кгс; $\epsilon_{max} = 50\%$; $L = 50$ см; $a = 1,19$; $b = 0,07$ (a и b — постоянные для древесины осины, подвергавшейся пропариванию при температуре $95-100^\circ\text{C}$ [3]).

Из формулы (9)

$$Q = F - \left[F \left(1 - \frac{1}{e^{b\epsilon_{max}}} \right) + \frac{aL}{b\epsilon_{max}} \right] = 2843 \text{ кгс.}$$

При этих условиях снижение распирающих усилий на стенки конического приемника

$$P_0 = F - Q = 10000 - 2843 = 7157 \text{ кгс.}$$

Значит, замена равномерного одноосного уплотнения неравномерным (поточным) приводит к значительному уменьшению распирающих усилий.

Анализ осциллограмм (рис. 1) подтверждает выводы [3] о том, что величины распирающих усилий по применяемому нами методу уплотнения зависят также от влажности и температуры уплотняемой древесины.

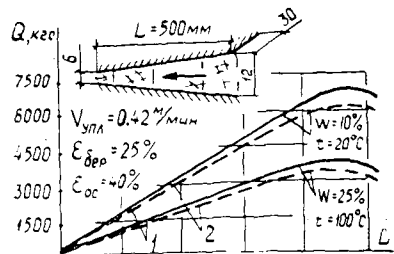


Рис. 1. Осциллограммы распирающих усилий.

1 — береза; 2 — осина.

Определение осевой силы протягивания ковра заготовок
через приемный конус

Заготовки в виде сплошной поперечной щети входят в зону уплотнения и обжимаются с двух сторон, постепенно принимая форму симметричного клина (рис. 2).

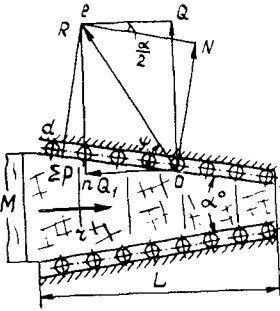


Рис. 2. Схема уплотнения древесины в коническом приемнике.

Распирающие усилия на направляющие неодинаковы по длине клина в связи с различными степенями уплотнения. Силы, действующие на направляющие приемника, рассмотрим только с одной стороны ввиду их симметричного расположения. Равнодействующую всех нормальных сил, действующих на направляющую, обозначим через N . Эта сила приложена в точке O . Кроме силы N , по направляющей действует суммарная сила трения качения роликов Σp .

Если пренебречь сопротивлением перекачиванию от собственного веса роликов [2], то

$$\Sigma p = \frac{kN}{r}, \quad (10)$$

где k — коэффициент трения качения между роликами и опорными поверхностями (качество и физическое состояние опорных поверхностей роликов условно принимаем одинаковыми).

Равнодействующую нормальных сил и сил трения R можно разложить на две составляющие — перпендикулярную плоскости уплотнения Q и параллельную этой плоскости Q_1 . Для создания непрерывного уплотнения древесины в клине осевая сила M должна быть больше $2Q_1$. Чтобы найти эти силы, установим соотношение между Q и Q_1 в зависимости от угла схождения направляющих α° . Коэффициент k считаем постоянным. Из треугольника onl имеем

$$Q_1 = \frac{Q}{\operatorname{tg} \psi}.$$

Величину $\operatorname{tg} \psi$ можно определить из треугольника old , откуда

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \psi \right) = \frac{N}{\Sigma p} = \frac{N}{\frac{kN}{r}} = \frac{r}{k}, \quad (11)$$

но так как

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \psi \right) = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \operatorname{tg} \psi}{1 - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \psi},$$

то

$$\frac{r}{k} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \operatorname{tg} \psi}{1 - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \psi}, \quad (12)$$

откуда имеем

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{r - k \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{k + r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (13)$$

Следовательно,

$$Q_1 = Q \frac{1}{\operatorname{tg} \psi} = Q \frac{k + r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{r - k \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (14)$$

Из формулы (14) видно, что при $Q = \text{const}$ величина силы Q_1 (значит, и силы $M > 2Q_1$) понижается с уменьшением угла схождения направляющих α° .

Пусть $Q = 100\,000$ кгс, $k = 0,2$ см, тогда изменение осевой силы Q_1 от величины угла схождения направляющих выражается графической зависимостью, приведенной на рис. 3.

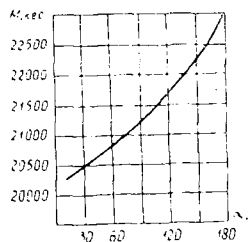


Рис. 3. Влияние угла схождения направляющих конического приемника на усилие проталкивания древесины при уплотнении.

Поперечная деформация заготовок при непрерывном уплотнении

При одноосном уплотнении древесины происходит боковое расширение поперек волокон, зависящее от многих факторов. При уплотнении в прессформах поперечная деформация заготовок ограничивается боковыми упорами. Однако эта деформация приводит к возникновению сил трения древесины о стенки прессформы, в результате чего по величине скорость околостеночных элементов меньше, чем элементов срединных слоев [1]. Из-за различных скоростей перемещения околостеночных и срединных элементов в их связях возникают растягивающие напряжения, которые возрастают с увеличением внешней нагрузки. Когда напряжение достигает критической величины, связь разрывается и появляются микротрещины, вследствие сдвига древесины. Сплошная подача шести заготовок в зону уплотнения (рис. 4) — обязательное условие предотвращения их бокового расширения.

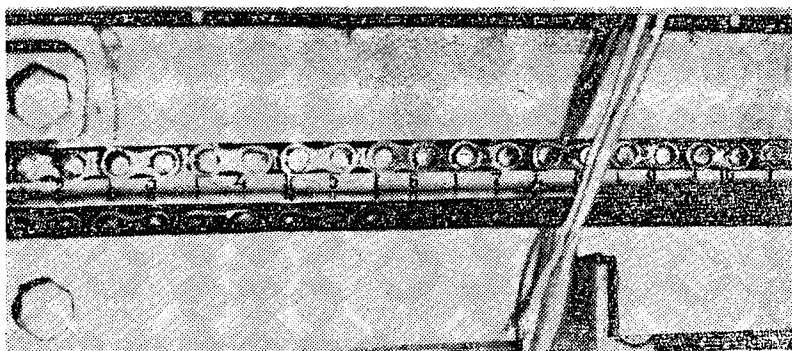


Рис. 4. Уплотнение сплошной шести заготовок из древесины поперек волокон ($\alpha_{\text{конуса}} = 30^\circ$).

Микроскопическое исследование уплотненных образцов

Уплотнение древесины сопровождается изменением объема в результате перемещения элементов при сохранении постоянной массы и происходит вследствие сплющивания клеточных сосудов и полостей либриформ. На рис. 5 показано микроскопическое строение уплотненной древесины осины со степенью уплотнения $\varepsilon = 30\%$ (увеличение в 500 раз). Отчетливо видны клетки сосудов в сплюсненном состоянии.

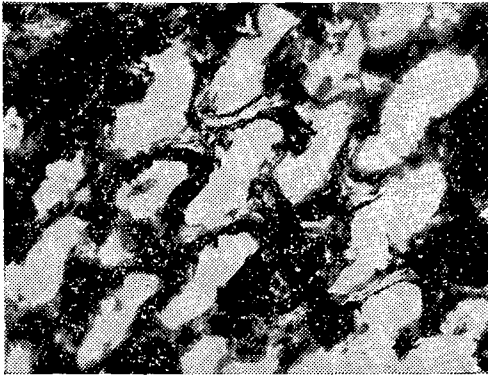


Рис. 5.

Для обнаружения разрывов клеточных оболочек уплотненную древесину вымачивали в воде до полного разбухания, то есть до полного восстановления начальной формы. Анализ микросрезов дает возможность судить о целостности стенок трахеид и сосудов, а также об отсутствии микротрещин и сколов по годичным слоям.

Предложенный метод позволяет полностью механизировать и автоматизировать непрерывный процесс уплотнения древесины. На основе про-

веденных экспериментов ведутся дальнейшие исследования по разработке проекта устройства производственного типа с непрерывным получением паркетной дощечки из уплотненной древесины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. В. Двинянинов. Некоторые вопросы одноосного прессования древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960, стр. 121—130. [2]. Н. И. Колчин, М. С. Мовнин. Теория механизмов и машин. Судпромгиз, Л., 1962. [3]. П. Н. Хухрянский. Прессование древесины. «Лесная промышленность», М., 1964.

Поступила 22 июня 1970 г.

УДК 634.0.812

О ДЕФОРМИРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ НАГРУЖЕНИИ В УСЛОВИЯХ СУШКИ

Б. Н. УГОЛЕВ, Ю. Г. ЛАПШИН

Московский лесотехнический институт

Закономерности деформирования древесины в условиях медленного нагружения при реологических испытаниях были изучены ранее для различных, но стабильных во времени значений температуры и влажности древесины [2], [3]. Показано, что с повышением влажности и температуры механические характеристики древесины существенно снижаются.

Зависимость между напряжениями и деформациями (при скоростях нагружения порядка $0,1 \text{ кг/см}^2 \cdot \text{мин}$) древесины данной влажности поперек волокон [3] удовлетворительно аппроксимируется степенной функцией

$$\sigma = \sigma_B \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_B} \right)^m. \quad (1)$$

Для семейства кривых $\sigma - \varepsilon$ при постоянной температуре наблюдается закономерность, определяемая выражением

$$\sigma = \sigma_0 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right)^m (1 + \beta \Delta w), \quad (2)$$

где σ_0 и ε_0 — напряжения и деформации в фиксированной точке кривой $\sigma = f(\varepsilon)$ при пределе гигроскопичности;

Δw — перепад влажности между пределом гигроскопичности $w_{п.г}$ и текущей влажностью w , %;

m и β — коэффициенты.

Исходя из этих зависимостей, было получено и экспериментально проверено [1], [4] уравнение, связывающее напряжения и деформации при сушке закрепленного стержня из древесины,

$$\sigma = \sigma_0 \left(\frac{\alpha \Delta w}{\varepsilon_0} \right)^m \left(1 + \frac{m}{m+1} \beta \Delta w \right). \quad (3)$$

Для описания процессов деформирования древесины поперек волокон при одноосном напряженном состоянии в условиях сушки можно использовать более общую зависимость

$$\varepsilon = -\alpha W + \int_0^W \frac{\partial \varepsilon(W, \sigma)}{\partial \sigma} \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial W} dW, \quad (4)$$

где

α — коэффициент усушки древесины;

$W = \Delta w$ — перепад гигроскопической влажности;

ε — деформация;

σ — напряжение;

$\varepsilon(W, \sigma)$ — экспериментальная зависимость между деформацией и напряжением при стабильных значениях влажности.

В выражении (4) коэффициент усушки не зависит от влажности. Возможные случаи деформирования древесины можно проследить на графике, показанном на рис. 1. На этом рисунке представлена поверхность $\sigma(\varepsilon, W)$, полученная по результатам реологических испытаний при стабильных значениях влажности. Начало координат соответствует

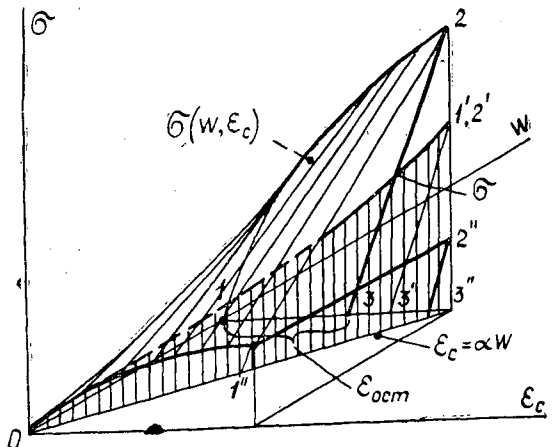


Рис. 1. Диаграмма деформирования древесины при различных случаях нагружения в условиях переменной влажности.

начальной влажности (пределу гигроскопичности); по оси W отложены значения перепада связанной влаги от предела гигроскопичности, по оси ϵ_c — величина деформации, вызванной действием напряжений ($\epsilon_c = \epsilon - \alpha W$).

Линия $0-1-2-3$ отражает случай нагружения, наблюдающийся при проведении реологических испытаний: сначала изменяется влажность материала, затем происходит нагружение при фиксированной влажности и разгрузка. Линия $0-1'-2'-3'$ соответствует сушке образца в закрепленном состоянии ($\epsilon_c = \alpha W$) и последующей разгрузке; и, наконец, линия $0-1''-2''-3''$ соответствует нагружению образца при фиксированной начальной влажности, сушке его при постоянном напряжении и разгрузке.

Из рис. 1 видно, что остаточные деформации во втором и третьем случаях больше, чем в первом, и происходит своеобразное их накопление при деформировании древесины в условиях переменной влажности [1]. Равенство коэффициентов свободной и стесненной (из-за приложенных напряжений) усушки выражается тем, что линия $1''-2''$ параллельна оси W .

Усушку древесины под нагрузкой изучал Н. Н. Чулицкий [5]. Однако в его опытах не учтены деформации ползучести, возникающие при длительном нагружении древесины. Поэтому вывод Н. Н. Чулицкого о зависимости коэффициента усушки от напряжений требовал экспериментальной проверки.

С этой целью были проведены опыты на радиальных образцах из древесины дуба. Поперечное сечение образцов по сравнению с образцами, использовавшимися для реологических испытаний [2], [3], уменьшили до 1×2 см для того, чтобы влага удалялась через значительно большие по площади торцовые поверхности (вдоль волокон). Эксперименты проводили в установке, созданной для реологических испытаний древесины при различных температуре и влажности [2], [3], по следующей методике. На первом этапе образцы с начальной влажностью 17% нагружали при постоянной влажности со скоростью нагружения $V = 0,1$ кг/см² · мин до напряжения 10–20 кг/см² и строили диаграмму $\sigma - \epsilon$. На втором этапе в установке изменяли состояние среды таким образом, чтобы равновесная влажность составляла 8–10%.

В течение 1–2 час образцы сушили, причем в это время величину напряжений поддерживали постоянной, а величину деформации, вызванной усушкой образца, фиксировали оптическим измерительным прибором [2], [3]. Когда влажность образца приближалась к равновесной (что ориентировочно можно определить по виду кривой усушки), образец разгружали и вынимали из установки. Затем среднюю рабочую часть образца выкалывали, взвешивали и измеряли, после чего его высушивали до абс. сухого состояния, снова взвешивали и измеряли. Таким путем на одном образце получали все необходимые характеристики: начальную и конечную влажность, коэффициент усушки и кривую $\sigma - \epsilon$ при начальной влажности.

На рис. 2 в виде совмещенных графиков приведены результаты трех опытов, соответствующих величинам напряжений, равным 10, 15 и 20 кг/см². Отрезки $1'-1''$, $2'-2''$ и $3'-3''$, отражающие величину свободной усушки образца, оказались практически равны отрезкам $1''-1'''$, $2''-2'''$ и $3''-3'''$, соответствующим величинам усушки образцов под нагрузкой при каждом из трех уровней напряжений; в одном случае свободная усушка оказалась несколько меньше стесненной.

Аналогичные результаты были получены и на тангенциальных образцах дуба. Данные о коэффициентах усушки при условии свободного усыхания образца и при усушке под нагрузкой приведены в табл. 1. Как видно из этой таблицы, коэффициенты усушки оказываются очень близкими друг к другу. Кроме того, нет тенденции к уменьшению коэффициента усушки с увеличением приложенной нагрузки. Хотя эксперименты по изучению усушки под напряжениями в дальнейшем необходимо продолжить (для других пород), уже сейчас представляется в достаточной мере справедливым принятое ранее положение о независимости коэффициента усушки от напряжений.

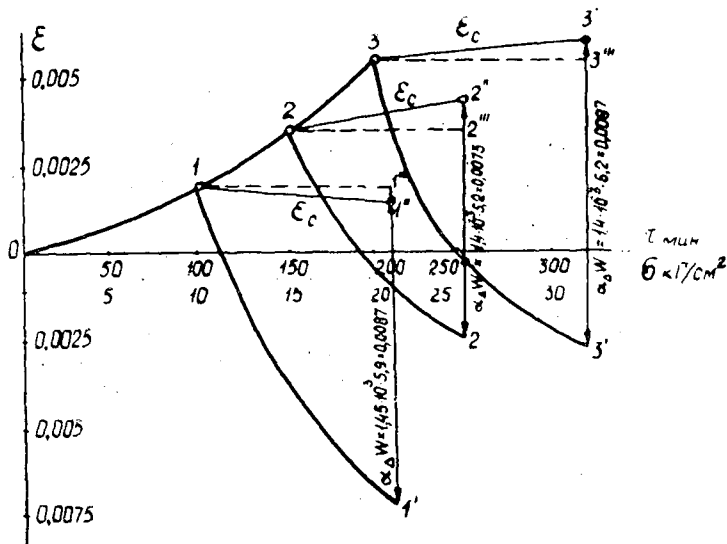


Рис. 2. Совмещенные графики деформирования древесины при нагружении и последующей сушке под нагрузкой.

Таблица 1

Напряжение, кг/см ²	Направление	Коэффициент усадки	Разница, %
10	Радиальное	$1,53 \cdot 10^{-3}$	+ 5
0		$1,45 \cdot 10^{-3}$	
15		$1,22 \cdot 10^{-3}$	-13
0		$1,40 \cdot 10^{-3}$	
20		$1,32 \cdot 10^{-3}$	- 6
0		$1,40 \cdot 10^{-3}$	
20	Тангенциальное	$2,34 \cdot 10^{-3}$	
0		$2,46 \cdot 10^{-3}$	- 5
20		$2,78 \cdot 10^{-3}$	
0		$2,96 \cdot 10^{-3}$	- 6

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Н. Уголев. Исследование реологических свойств древесины и опыт расчета напряжений в тонкой закрепленной пластинке. Сб. «Древесные пластики», ЦБТИ бумдревпром, М., 1961. [2]. Б. Н. Уголев, В. И. Пименова. Исследование влияния температуры и влажности на показатели реологических свойств древесины березы. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 6, 1963. [3]. Б. Н. Уголев, А. М. Мониава, В. И. Пименова. Закономерности деформирования и реологические коэффициенты древесины бука. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 3, 1966. [4]. Б. Н. Уголев, Ю. Г. Лапшин. О механизме образования остаточных деформаций при сушке древесины. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 7, 1967. [5]. Н. Н. Чулицкий. Исследование внутренних напряжений. ВИАМ, Информационный сборник № 13, Оборонгиз, 1938.

УДК 674.053 : 621.933.6

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛАСТИНКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА НА ПРОЧНОСТЬ ЗУБЬЕВ РАМНЫХ ПИЛ

Е. М. БОРОВИКОВ, А. С. ПОЗДЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

При создании работоспособных твердосплавных рамных пил вопрос о прочности их зубьев приобретает первостепенное значение. Очевидно, прочность в значительной мере обусловлена положением пластинок в теле зубьев. Как известно, пластинку твердого сплава в теле зуба можно закрепить в открытый паз со стороны передней или задней грани или в закрытый паз с различным углом наклона. Согласно результатам работы [2], припайка твердосплавных пластинок в открытый паз по передней грани зуба не обеспечивала достаточной прочности зубьев, которые разрушались главным образом в момент скобления.

Разрушение именно в этот момент объясняется тем, что действующие на зуб силы скобления направлены противоположно силам резания и отрывают пластинку от зуба по шву пайки. Прочность твердосплавных зубьев такой конструкции обусловлена только прочностью шва пайки. При пайке твердосплавной пластинки в закрытый паз прочность зубьев обуславливается прочностью самой пластинки и стенок паза. Можно предположить, что с увеличением угла наклона пластинки твердого сплава к передней грани зуба сопротивление последнего разрушению от горизонтальной составляющей силы скобления возрастает вследствие увеличения ширины поддерживающей стенки паза со стороны передней грани. Но одновременно с этим уменьшается ширина поддерживающей стенки со стороны задней грани, в результате чего становится меньше и сопротивление зуба разрушению от вертикальной составляющей силы резания.

Очевидно, прочность твердосплавных зубьев рамных пил при воздействии горизонтальной и вертикальной составляющей сил резания максимальна при каком-то определенном положении пластинки. Поэтому представляло интерес выяснить влияние положения пластинки твердого сплава в теле зуба на его прочность и выбрать оптимальный вариант, обеспечивающий максимальную прочность зуба.

Для исследования влияния угла наклона пластинки на прочность твердосплавных зубьев нами были испытаны зубья, у которых пластинки твердого сплава ВК15 располагались под углами 13, 20, 26, 32 и 45° к передней грани зуба. Испытания осуществляли на универсально-разрывной машине ЦДМ 5/91 при помощи приспособления, описанного в нашей работе [1].

Результаты представлены в виде графика (рис. 1), наглядно показывающего зависимость величины разрушающих нагрузок P_r и P_v от угла наклона пластинки твердого сплава к передней грани зуба. Точки, через которые проведены кривые, соответствуют средним значениям нагрузок, разрушающих отдельные зубья. Численные значения этих нагрузок и их статистические величины представлены в табл. 1.

Из рис. 1 видно, что прочность твердосплавных зубьев рамных пил в значительной мере обусловлена положением пластинки твердого сплава в теле зуба. При увеличении угла наклона сопротивление твер-

Таблица 1

№ опыта	Угол наклона пластинки твердого сплава к передней грани, град				
	13	20	26	32	45
Величина разрушающей нагрузки, кг					
1	413	512	426	550	242
	<u>545</u>	<u>500</u>	<u>522</u>	<u>568</u>	<u>473</u>
2	419	393	504	452	202
	<u>523</u>	<u>622</u>	<u>570</u>	<u>578</u>	<u>498</u>
3	504	535	410	524	317
	<u>532</u>	<u>456</u>	<u>534</u>	<u>622</u>	<u>516</u>
4	480	465	434	395	283
	<u>454</u>	<u>487</u>	<u>752</u>	<u>638</u>	<u>532</u>
5	584	484	480	414	293
	<u>482</u>	<u>577</u>	<u>552</u>	<u>537</u>	<u>514</u>
6	477	516	770	415	338
	<u>497</u>	<u>634</u>	<u>587</u>	<u>560</u>	<u>458</u>
7	594	560	470	452	276
	<u>562</u>	<u>576</u>	<u>534</u>	<u>581</u>	<u>440</u>
8	—	—	430	344	201
	—	<u>570</u>	<u>518</u>	<u>547</u>	<u>436</u>
9	—	—	430	516	—
	—	—	<u>596</u>	<u>500</u>	<u>47</u>
10	—	—	—	—	—
	—	—	<u>626</u>	<u>467</u>	—
11	—	—	—	—	—
	—	—	<u>576</u>	—	—
12	—	—	—	—	—
	—	—	<u>590</u>	—	—
Статистические показатели					
M, кг	495	495	484	451	269
	<u>513</u>	<u>553</u>	<u>576</u>	<u>560</u>	<u>482</u>
σ, кг	71,6	54,6	111,6	68	50
	<u>37,8</u>	<u>20</u>	<u>64,9</u>	<u>41</u>	<u>34,4</u>
ν, %	14,4	11	23,0	15	18,5
	<u>7,3</u>	<u>3,6</u>	<u>11,3</u>	<u>7</u>	<u>7,1</u>
m, кг	27,8	20,6	37,2	22,6	17,7
	<u>14,3</u>	<u>7,1</u>	<u>18,8</u>	<u>13</u>	<u>11,4</u>
, %	5,6	4,1	7,68	5	6,5
	<u>2,7</u>	<u>1,28</u>	<u>3,26</u>	<u>2,3</u>	<u>2,3</u>

Примечание. В числителе данные для P_r ; в знаменателе — для P_b .

досплавного зуба разрушающей нагрузке P_b заметно возрастает и достигает максимального значения при угле наклона 26° , затем прочность зубьев уменьшается. С увеличением угла наклона пластинки твердого сплава сопротивление зуба разрушающей нагрузке P_r снижается сначала незначительно, а затем, начиная примерно с 25° , интенсивно. Анализируя результаты исследований, очевидно, можно заключить, что оптимальный угол наклона твердосплавной пластинки равен 25° .

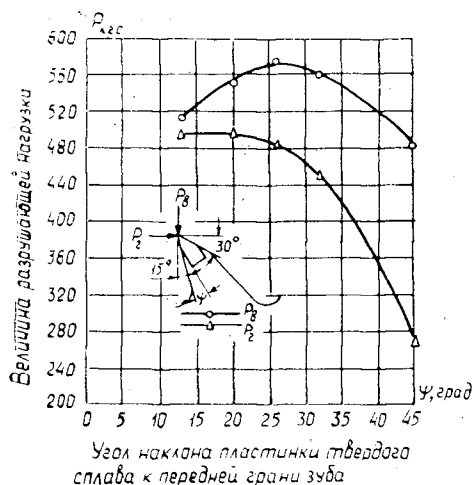


Рис. 1.

способностью к изгибающим деформациям. Когда напряжения изгиба от действующей на зуб силы превысят предел прочности на изгиб твердосплавной пластинки, она надламывается, после чего прочность зуба резко снижается и дальнейшее разрушение происходит по шву пайки, не вызывая деформации поддерживающих стенок. Исходя из этого, можно заключить, что прочность твердосплавного зуба определяется главным образом прочностью самой пластинки.

На рис. 2 показан характер разрушения твердосплавных зубьев с пластинками, впаянными в закрытый паз. Из этого рисунка видно, что стенки зуба, поддерживающие пластинку, не испытывают существенной деформации и в большинстве случаев не разрушаются. На основании этого, а также из непосредственных наблюдений разрушение твердосплавного зуба можно представить следующим образом. Под действием силы, приложенной к зубу, тело зуба, а также поддерживающие пластинку стенки способны к некоторой деформации изгиба, твердосплавная же пластинка практически не обладает

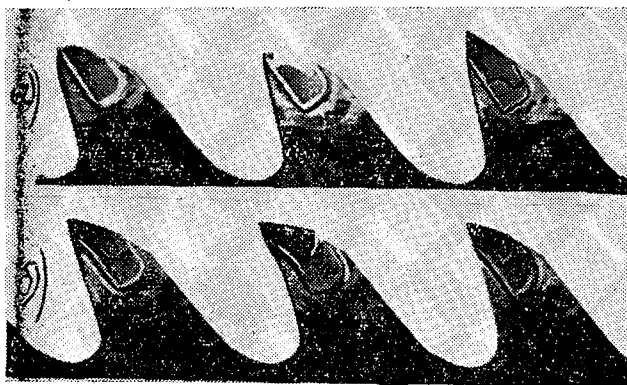


Рис. 2.

а — под действием силы $P_{Г}$,
б — под действием силы $P_{В}$.

Следовательно, при разрушении твердосплавных зубьев с припаянными пластинками в закрытый паз в первую очередь разрушаются твердосплавные пластинки, а затем уже другие элементы зуба.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. М. Боровиков, А. С. Поздеев. Влияние марки металлокерамического твердого сплава на прочность зубьев рамных пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1970.
[2]. А. Э. Грубэ. Научный отчет по теме № 443 «Разработка конструкции и технологии изготовления рамных пил, оснащенных твердыми сплавами». ЛТА, Л., 1953.

УДК 674.038.6

ВЫХОД ЗАГОТОВОК ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ РАСКРОЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Б. М. ЗАЛИВКО

ЦНИИМЭ

Наличие в пиломатериалах пороков древесины и дефектов, не допускаемых в заготовках, значительно снижает их выход. Чтобы уменьшить количество отходов, пиломатериалы нужно раскраивать индивидуально (поштучно). Этот раскрой можно производить поперечно-продольным или продольно-поперечным способами, причем последний имеет ряд преимуществ при раскросе пиломатериалов хвойных пород [1]. Большинство пороков удаляется из пиломатериалов при поперечном раскросе, но при этом получают отрезки, некротные длине заготовок, что увеличивает отходы древесины. Нами исследована эта стадия раскроса пиломатериалов на заготовки различной длины.

Степень использования пиломатериалов, раскраиваемых на заготовки, характеризуется величиной выхода

$$P_3 = \frac{V_3}{V_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где V_3 — объем заготовок, получаемых в результате раскроса;

V_0 — объем обрезных пиломатериалов, затрачиваемых на выработку заготовок.

При индивидуальном раскросе пиломатериалов объем заготовок можно определить с учетом их спецификации методом, предложенным В. М. Сытенковым [2], то есть с помощью графика распределения бездефектных участков по длине (рис. 1).

Проведенное нами исследование выхода заготовок из сосновых пиломатериалов показало, что форма кривой распределения зависит от

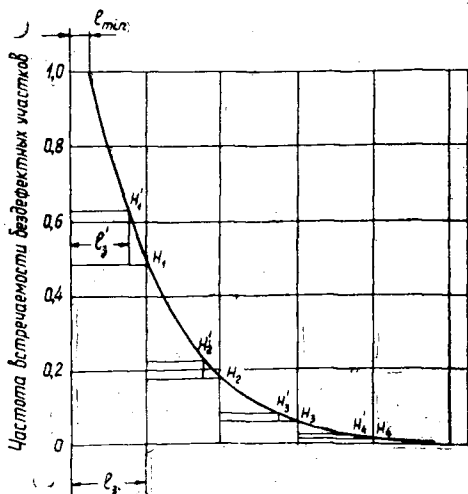


Рис. 1. Схема расчета объема заготовок при индивидуальном раскросе пиломатериалов.

количества не допускаемых в пиломатериалах пороков. Кривые распределения бездефектных участков по длине у пиломатериалов различного качества сходны между собой и могут быть выражены следующим эмпирическим уравнением:

$$H = \left(\frac{l - l_6}{l - l_{min}} \right)^{k_1 (1 + k_2 l_6)}, \quad (2)$$

где H — частота встречаемости бездефектных участков длиной свыше l_6 , выраженная в долях от их общего количества;
 l — длина пиломатериалов;
 l_6 — длина бездефектных участков;
 l_{min} — минимальная длина учитываемых бездефектных участков ($l_{min} = 0,25$ м);
 k_2 — коэффициент ($k_2 = 0,08$);
 k_1 — коэффициент, зависящий от количества не допускаемых в заготовках пороков древесины и дефектов на 1 пог. м пиломатериалов (n_n),

$$k_1 = 3n_n (2 + n_n). \quad (3)$$

Объем заготовок, получаемых при индивидуальном раскросе пиломатериалов, вычисляют по графику (рис. 1)

$$V_3 = mb [(H_1 - H_2)l_3 + (H_2 - H_3)2l_3 + \dots + (H_{n-1} - H_n)(n-1)l_3] = \\ = mbl_3 (H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_{n-1}) = q_3 \sum_1^{n-1} H_i, \quad (4)$$

где m — толщина пиломатериала;
 b — ширина пиломатериала;
 l_3 — длина заготовки;
 q_3 — объем заготовки;

H_1, H_2, \dots — частоты встречаемости бездефектных участков длиной более одно-, дву-, трехкратной и т. д. длины вырабатываемых заготовок, которые определяются при

$$l_{61} = l_3, \quad l_{62} = 2l_3, \quad l_{63} = 3l_3, \dots$$

Часть бездефектных участков и отрезков, не пригодных для выработки заготовок из-за малой длины, можно использовать (рис. 1) для получения более короткой пилопродукции, объем которой (V'_3) зависит от ее типоразмера и может быть вычислен по формуле

$$V'_3 = q'_3 n_p k_{оп} (H'_1 - H_1 + H'_2 - H_2 + H'_3 - H_3 + \dots + \\ + H'_n - H_n) = q'_3 n_p k_{оп} \left(\sum_1^n H'_i - \sum_1^n H_i \right), \quad (5)$$

где q'_3 — объем заготовки, получаемой из коротких бездефектных участков;

n_p — коэффициент, учитывающий кратность размеров коротких бездефектных участков и вырабатываемых из них заготовок;

$k_{оп}$ — коэффициент, учитывающий отходы в опилки при выработке коротких заготовок;

H'_1, H'_2, H'_3, \dots — частоты встречаемости бездефектных участков длиной соответственно $l'_3, l'_3 + l_3, l'_3 + 2l_3, \dots$;

l'_3 — длина коротких заготовок.

Объем пиломатериалов, затраченных на выработку заготовок, можно представить в виде суммы объемов бездефектных участков (V_6), отходов, вызванных удалением пороков (V_n), и отходов в короткие участки (до 240 мм), которые неэффективно использовать, например, для склеивания по длине (V_n)

$$V_o = V_6 + V_n + V_n. \quad (6)$$

Величины V_n и V_n зависят от количества крупных пороков в раскраиваемых пиломатериалах.

В нашем исследовании

$$V_n \approx 0,065 V_o \sqrt{n_n}; \quad (7)$$

$$V_n \approx 0,017 V_o n_n^2. \quad (8)$$

Объем бездефектных участков, используемых для выработки заготовок, прямо пропорционален площади графика их распределения, заключенной между осями координат и кривой

$$V_6 = mb \left(l_{min} + \int_{l_{min}}^l H dl \right). \quad (9)$$

Используя приближенный метод вычислений, разделим область интегрирования на части с интервалом h и вычислим объем бездефектных участков по формуле

$$V_6 = mb \left(l_{min} + 0,5h + h \sum_1^{n-1} H_i \right), \quad (10)$$

где H_i — частоты встречаемости бездефектных участков длиной l_{min} , $l_{min} + h$, $l_{min} + 2h$, ...

В формуле (10) выражение в скобках представляет собой среднюю длину бездефектных участков, которая зависит только от качества пиломатериалов и заготовок.

Характеристика раскраиваемых на заготовки обрезных пиломатериалов четырех групп качества ($l = 6,5$ м), приведенная в табл. 1, показывает, что с увеличением количества пороков в пиломатериалах резко уменьшается встречаемость длинных бездефектных участков, а следовательно, и выход длинных заготовок.

Кривые на рис. 2 изображают расчетную зависимость величины выхода заготовок от их размера по длине для пиломатериалов с различным количеством недопускаемых пороков. Фактическая величина выхода заготовок, определенная путем условного раскроса пиломатериалов (точки на графике), незначительно отличается от расчетной, что подтверждает эффективность предлагаемого метода расчета выхода заготовок.

Из рис. 2 видно, что выход заготовок длиной, равной средней длине бездефектных участков, составляет 40—50%, а выход заготовок, в 2 раза более длинных — только 15—20%. Поэтому при большой потребности длинные заготовки следует вырабатывать из пиломатериалов без пороков или с небольшим их количеством, а при малой потребности — получать попутно из пиломатериалов невысокого качества.

Выход заготовок можно увеличить путем раскроса пиломатериалов на заготовки нескольких размеров по длине с комбинированием их в соответствии с длиной бездефектных участков. При этом составляются

Показатели	Численные значения показателей при количестве пороков на 1 лог. м пиломатериалов, шт.			
	0,15—0,49	0,50—0,99	1,00—1,49	1,50—1,99
Средняя длина бездефектных участков, м	2,76	1,27	0,78	0,57
Длина пиломатериалов, затраченных на получение бездефектного участка, м	2,87	1,36	0,87	0,66
Длина бездефектных участков, м	Частота встречаемости бездефектных участков			
0,25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,50	0,9224	0,7852	0,6213	0,4634
0,75	0,8506	0,6166	0,3864	0,2148
1,00	0,7839	0,4842	0,2388	0,0989
1,25	0,7224	0,3793	0,1479	0,0454
1,50	0,6664	0,2979	0,0918	0,0211
1,75	0,6138	0,2328	0,0565	0,0096
2,00	0,5649	0,1820	0,0348	0,0044
2,25	0,5194	0,1419	0,0212	0,0020
2,50	0,4775	0,1102	0,0129	0,0009
2,75	0,4385	0,0857	0,0078	0,0004
3,00	0,4018	0,0661	0,0047	0,0002
3,25	0,3673	0,0505	0,0028	0,0001
3,50	0,3350	0,0382	0,0016	—
3,75	0,3048	0,0288	0,0009	—
4,00	0,2761	0,0213	0,0005	—
4,25	0,2477	0,0155	0,0003	—
4,50	0,2213	0,0111	0,0001	—
4,75	0,1950	0,0077	0,0001	—
5,00	0,1698	0,0050	—	—
5,25	0,1449	0,0031	—	—
5,50	0,1197	0,0018	—	—
5,75	0,0940	0,0008	—	—
6,00	0,0661	0,0003	—	—
6,25	0,0357	—	—	—

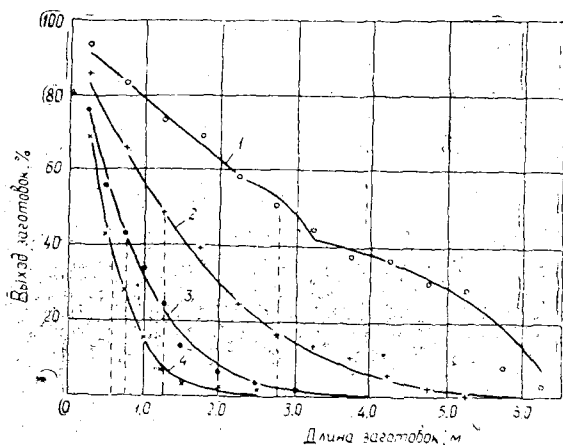


Рис. 2. Выход заготовок из обрезных пиломатериалов.

1 — с количеством пороков, не допускаемых в заготовках, $n_H = 0,3$ шт. на 1 лог. м; 2 — $n_H = 0,75$; 3 — 1,25; 4 — 1,75.

всевозможные комбинации размеров длин заготовок, начиная от минимальной и кончая длиной самого большого бездефектного участка. Объем заготовок определенной длины l_3 , получаемых при комбинированном раскрое пиломатериалов, можно вычислить по формуле

$$V_{\text{зк}} = q_3 \sum_1^{n-1} (H_i - H_{i+1}) n_i, \quad (11)$$

где H_i — частоты встречаемости бездефектных участков, раскраиваемых по определенной схеме и имеющих длину, равную комбинации длин вырабатываемых заготовок;

n_i — количество заготовок длиной l_i , получаемых при раскросе бездефектных участков по соответствующей схеме.

Величина выхода равна сумме выходов заготовок различной длины. Комбинированный раскрой пиломатериалов не увеличивает выхода, если размеры длин вырабатываемых заготовок кратны длине минимальной заготовки.

Для осуществления комбинированного раскроса требуется предварительная разметка. Поэтому при планировании раскроса необходимо определить, компенсирует ли увеличение выхода заготовок дополнительные затраты.

Таким образом, предлагаемый метод расчета выхода заготовок при помощи кривых распределения бездефектных участков по длине резко упрощает подбор пиломатериалов необходимого качества, позволяет достаточно точно планировать их раскрой на заготовки заданных размеров и улучшить их использование, дает возможность сравнивать результаты раскроса пиломатериалов на заготовки различных размеров.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. П. Аксенов. Теоретические основы раскроса пиловочного сырья. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [2]. В. М. Сытенков. Исследование качественной, количественной и спецификационной взаимосвязи хвойных пиломатериалов и заготовок. Автореферат диссертации. Л., 1964.

Поступила 9 марта 1970 г.

УДК 634.0.812

НАГРЕВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ УПЛОТНЕНИЯ

Н. В. ВАЩЕВ, В. И. ОНЕГИН

Ленинградская лесотехническая академия

В данной статье приведены результаты исследований влияния режима термообработки на физико-механические свойства уплотненной древесины*.

В экспериментах к образцам в термостате подводили воздух, нагретый до 100, 120, 140, 160°. При этих же температурах обрабатывающего агента древесину нагревали между плитами пресса и в автоклаве при избыточном давлении пара.

В табл. 1 приведены результаты экспериментов, характеризующие изменение температуры в центре образцов из древесины осины в зависимости от их толщины, температуры среды и продолжительности нагревания**. Наиболее высокая температура в центре образцов достигается при температуре плит пресса и в термостате 140°. Более интен-

* В работе принимала участие инж. Е. Швец.

** Н. В. Ващев, Н. А. Модин. Рациональный способ уплотнения древесины. Научные труды ЛТА и Института химии древесины Латвийской ССР, № 11, 1968.

Таблица 1

Толщина образцов, мм	Температура воздуха в термостате и температура плит пресса, °C	Температура в центре образцов, °C, при продолжительности нагревания, мин							
		в термостате				между плитами пресса			
		10	30	60	80	10	30	60	80
20	100	$\frac{50}{45}$	$\frac{72}{64}$	$\frac{79}{74}$	$\frac{80}{70}$	—	—	—	—
		$\frac{42}{36}$	$\frac{62}{53}$	$\frac{72}{61}$	$\frac{73}{64}$	—	—	—	—
$\frac{37}{33}$		$\frac{53}{50}$	$\frac{62}{61}$	$\frac{65}{64}$	—	—	—	—	
30		$\frac{56}{53}$	$\frac{72}{68}$	$\frac{82}{79}$	$\frac{83}{81}$	$\frac{50}{53}$	$\frac{66}{69}$	$\frac{76}{80}$	$\frac{79}{82}$
		$\frac{52}{48}$	$\frac{71}{69}$	$\frac{83}{81}$	$\frac{86}{85}$	$\frac{40}{45}$	$\frac{62}{66}$	$\frac{70}{77}$	$\frac{76}{78}$
40		$\frac{67}{62}$	$\frac{89}{87}$	$\frac{93}{91}$	$\frac{94}{92}$	$\frac{65}{68}$	$\frac{83}{86}$	$\frac{84}{87}$	$\frac{85}{90}$
		$\frac{50}{47}$	$\frac{72}{68}$	$\frac{82}{81}$	$\frac{84}{82}$	$\frac{46}{48}$	$\frac{65}{67}$	$\frac{77}{80}$	$\frac{80}{82}$

Примечание. В числителе данные при $b < 2a$, в знаменателе — при $b \geq 2a$ (a — толщина образцов; b — ширина их).

сивно нагревание происходит в первые 10 мин, затем оно замедляется, а после 60 мин нагревания температура повышается весьма незначительно. Для заготовок толщиной 30—40 мм, по-видимому, с некоторыми допущениями продолжительность нагревания перед уплотнением можно принять равной 60 мин, а для более тонких заготовок продолжительность нагревания соответственно можно сократить.

Древесину нагревали в термостатах и между плитами пресса при нормальном атмосферном давлении. Из-за наличия влаги в древесине температура ее в центре и на периферии образцов всегда ниже 100°. Если нагревание проводить при избыточных давлениях, то температура древесины становится выше 100° и тем больше, чем выше давление.

На рис. 1 приведены кривые изменения температуры в центре образцов из древесины осины толщиной 40 мм в зависимости от продолжительности нагревания: в термостате горячим воздухом (рис. 1, а) и между нагретыми плитами пресса при их контактировании с древесиной, но без подпрессовки (рис. 1, б). В табл. 2 приведены данные об изменении влажности древесины осины в процессе нагревания горячим воздухом.

Кривые рис. 1 и данные табл. 2 показывают, что образцы между плитами пресса нагревались медленнее, видимо потому, что две кромки образцов не были в контакте с плитами, в результате чего образцы охлаждались.

Нагревание древесины в термостате горячим воздухом имеет существенный недостаток: за короткий промежуток времени (1—1,5 часа) древесина высыхает, особенно ее поверхностные слои (об этом говорят данные табл. 2). Указанные в табл. 2 изменения влажности древесины во время нагревания отрицательно сказываются на качестве уплотненной древесины, двойной нагрев влияет положительно. В этом случае

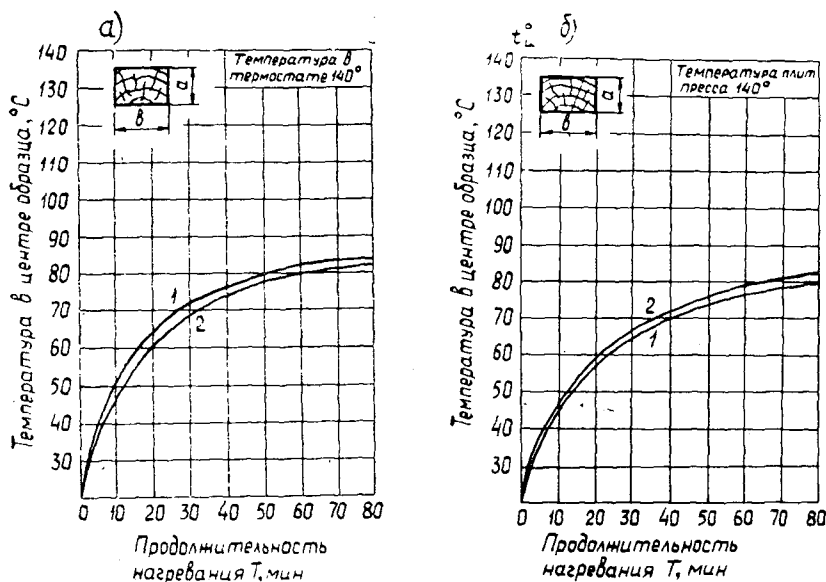


Рис. 1.

1 — $b < 2a$; 2 — $b > 2a$.

основным является нагрев между плитами пресса после уплотнения до заданной степени. Нагревание весьма интенсивное, температура в центре образцов толщиной 40 мм из древесины осины достигает максимального значения (почти равного температуре плит пресса) при продолжительности нагревания 15—25 мин (рис. 2). Максимум температуры быстрее всего достигается при температуре плит пресса 100°, медленнее — при 160°.

Основная оценка того или иного способа уплотнения — показатели физико-механических свойств уплотненной древесины. Соотношение между величинами деформаций в процессе уплотнения (i_y и i_n) оказывает значительное влияние на свойства уплотненной древесины. В этой связи необходимо рассмотреть, во-первых, величины упругих деформаций и, во-вторых, прочность уплотненной древесины (хотя бы на скалывание вдоль волокон), полученной различными способами уплотнения. Упругие деформации древесины осины, уплотненной с предварительным прогревом в термостате и выдержкой в запрессованном состоянии в течение 1 часа в холодном прессе ($t = 20^\circ$), зависят от температуры нагревания в термостате и степени уплотнения (рис. 3). Повышение степени уплотнения ведет к росту упругих деформаций, а возрастание температуры нагрева — к понижению их. Для более полной оценки качества уплотненной древесины по данному способу недостаточно указанной характеристики. Необходимо рассмотреть также прочность уплотненной древесины. Отметим некоторые характерные показатели: наибольшая прочность

Таблица 2

Температура воздуха в термостате, °С	Влажность древесины образцов, %	
	конечная в центре W_k	конечная на поверхности $W_{к.п}$
100	5,65	4,62
120	5,55	3,83
140	4,80	3,57
160	4,41	2,63

Примечание. Для опытов взяты образцы (толщиной 40 мм) при соотношении $b \leq 2a$; продолжительность нагревания (выдержки) во всех случаях 1 час; начальная средняя влажность древесины образцов $W_n = 7,7\%$.

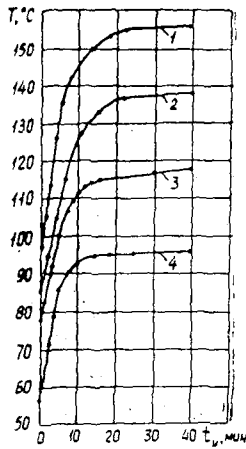


Рис. 2. Зависимость температуры древесины оси (в центре) от продолжительности нагрева между плитами пресса (кривые 1, 2, 3, 4 — соответственно при 160, 140, 120, 100°С).

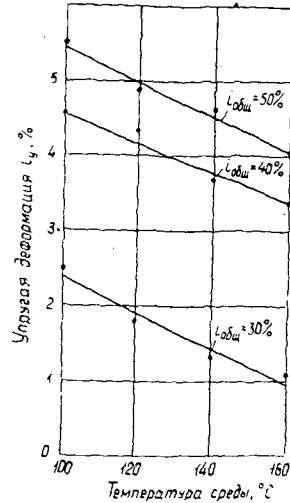


Рис. 3. Изменение упругой деформации уплотнения в зависимости от температуры нагрева и общей деформации уплотнения.

уплотненной древесины на скалывание достигается при нагревании образцов в термостате с температурой 140°, самая низкая прочность — при температуре нагрева 100°; при 160° прочность древесины меньше, чем при 140°. Отсюда можно сделать заключение, что перед уплот-

Таблица 3

Режим прогрева		Толщина образцов			Общая деформация уплотнения $i = \frac{h_0 - h_1}{h_0} 100\%$	Пластическая деформация уплотнения $i_p^{cp} = \frac{h_0 - h_2}{h_0} 100\%$	Упругая деформация уплотнения $i_y^{cp} = \frac{h_2 - h_1}{h_0} 100\%$	$h_2 - h_1$, мм
температура воздуха в термостате и температура плит пресса, °С	продолжительность прогрева между плитами пресса, мин	до уплотнения h_0 , мм	в прессе в момент достижения заданного общего уплотнения h_1 , мм	после выемки из пресса и соответственно выдержки h_2 , мм				
100	20	36,0	21,3	22,34	40,8	38,0	2,80	1,04
	40			22,31		38,1		2,70
	20	41,3	21,3	22,48	48,4	46,4	2,00	1,18
	40			22,40		46,7		1,70
120	20	36,0	21,3	21,88	40,8	39,2	1,60	0,58
	40			21,60		40,0		0,80
	20	41,3	21,3	22,19	48,4	47,3	1,10	0,89
	40			21,94		47,6		0,80
140	20	36,0	21,3	22,16	40,8	38,5	2,30	0,86
	40			22,15		38,6		2,20
	20	41,3	21,3	22,38	48,4	46,7	1,70	1,08
	40			22,20		47,1		1,30

нением целесообразно нагревать древесину при температуре воздуха 120—140°.

Данные табл. 3 показывают изменение упругих деформаций уплотнения древесины осины с двойным нагревом (в термостате и между плитами пресса) с последующим охлаждением до температуры 20—25°C. Анализ кривых рис. 3 и данных табл. 3 убедительно показывает, что при двойном нагреве древесины упругие деформации меньше, чем при нагреве в термостате горячим воздухом и последующем уплотнении и выдержке в холодном прессе в течение 1 часа.

Все рассмотренные способы нагревания древесины направлены на то, чтобы обеспечить интенсификацию процесса уплотнения и получить уплотненную древесину с высокими физико-механическими свойствами. Уплотнение древесины при двойном прогреве (в термостате и между нагретыми плитами пресса) происходит при минимальных упругих и максимальных пластических деформациях.

Поступила 2 ноября 1970 г.

УДК 674.023

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА акад. Н. И. МУСХЕЛИШВИЛИ К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕЗАНИЯ*

Р. Ш. БАКИЕВ

Казанский химико-технологический институт

При теоретических исследованиях резания древесины приходится обращаться к общим закономерностям процессов резания материалов, в том числе изотропных. В связи с этим нами изучено взаимодействие передней грани резца (клина) с упругим изотропным материалом при использовании метода акад. Н. И. Мухелишвили [3], [4]. Исходя из применяемого метода исследования, в дальнейшем мы не учитываем пластичность деформации в окрестности лезвия резца ([2], гл. 1, § 14), а также динамические усилия (напряжения).

Изложенные ниже соображения, очевидно, можно использовать также для частных случаев резания древесных, древесностружечных и древесноволокнистых материалов.

Постановка задачи. Положим, что резец (клин) как абс. твердое тело (штамп) действует на обрабатываемое тело по линии A_1A_2 (рис. 1), тем самым придавая всем точкам линии A_1A_2 равные смещения ($u + iv = \text{const}$); участки A_1A_3 и A_2A_3 свободны от воздействия внешних сил ($Y_y = X_y = 0$). Требуется вычислить нормальную и касательную составляющие сил, действующих на переднюю грань резца (A_1A_2).

Для решения поставленной задачи приняту упрощенную схему резания [1] конформно отображаем (с помощью интеграла Кристоффеля — Шварца) на полуплоскость ζ (рис. 1). Тогда для упругой области известны соотношения ([4], стр. 348)

$$Y_y + iX_y = \Phi(z) + \overline{\Phi(z)} + \bar{z}\Phi'(z) + \psi(z); \quad (1)$$

$$2\mu(u' + iv') = \kappa\Phi(z) - \overline{\Phi(z)} - z\overline{\Phi'(z)} - \overline{\psi(z)} \quad (2)$$

* Содержание этой статьи было сообщено на Всесоюзной конференции в г. Ленинграде в июне 1968 г.

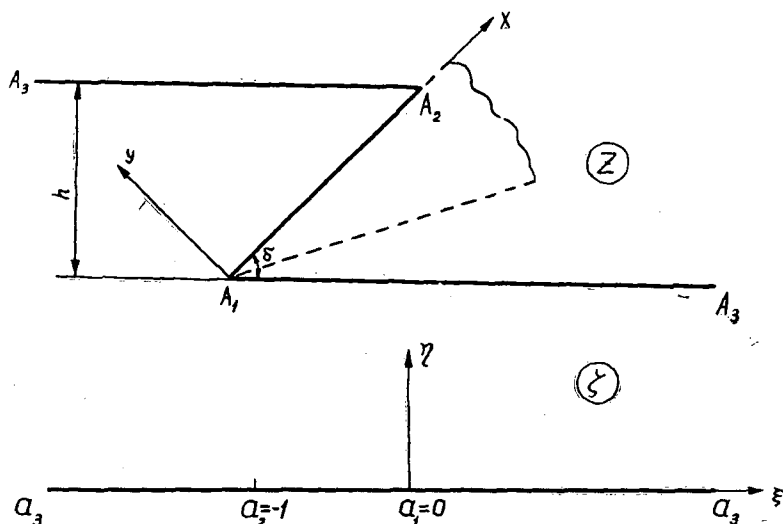


Рис. 1.

после конформного отображения $z = \omega(\zeta)$ и распространения функции $\Phi(\zeta)$ на верхнюю полу плоскость принимают вид ([4], стр. 404)

$$\widehat{\eta\eta} - i\widehat{\zeta\eta} = \frac{\omega'(\zeta)\Phi(\zeta) - \omega'(\bar{\zeta})\Phi(\bar{\zeta}) + [\omega'(\zeta) - \omega'(\bar{\zeta})]\overline{\Phi(\zeta)}}{\omega'(\zeta)} + \frac{[\omega(\zeta) - \omega(\bar{\zeta})]\Phi'(\zeta)}{\omega'(\zeta)}; \quad (3)$$

$$2\mu(u' + iv') = \frac{z\overline{\omega'(\zeta)}\Phi'(\zeta) + \omega'(\bar{\zeta})\Phi(\bar{\zeta}) + [\omega'(\bar{\zeta}) - \overline{\omega'(\zeta)}]\overline{\Phi(\zeta)}}{\omega'(\zeta)} + \frac{[\omega(\bar{\zeta}) - \omega(\zeta)]\overline{\Phi'(\zeta)}}{\omega'(\zeta)}. \quad (4)$$

(Все обозначения в уравнениях (3) и (4) соответствуют данным Н. И. Muskhelishvili [4].)

С учетом граничных условий, соответствующих нашей задаче,

$$X_x = Y_y = 0 \text{ на участках } A_1A_3 \text{ и } A_2A_3; \quad (5)$$

$$u' = v' = 0 \text{ на линии } A_1A_2. \quad (6)$$

Соотношения (3) и (4) дают следующие граничные условия для $\Phi(\zeta)$ на полу плоскость

$$\omega'(\sigma)\Phi(\sigma) - \omega'(\bar{\sigma})\Phi(\bar{\sigma}) = 0 \text{ на участках } A_1A_3 \text{ и } A_2A_3; \quad (7)$$

$$x[\omega'(\sigma)\Phi(\sigma)] + [\omega'(\bar{\sigma})\Phi(\bar{\sigma})] = 0 \text{ на линии } A_1A_2. \quad (8)$$

Как известно ([4], стр. 395, 412), решение такой задачи можно записать в следующем виде:

$$\omega'(\zeta)\Phi(\zeta) = Re^{i\theta}\zeta^{\frac{1}{2} + i\beta}(\zeta + 1)^{-\frac{1}{2} - i\beta}, \quad (9)$$

где $\beta = \frac{\ln z}{2\pi} = \frac{\ln(3-4\sigma)}{2\pi}$; $\theta = -\arctg \frac{N}{T}$; $R = \sqrt{N^2 + T^2}$;

N — нормальная составляющая силы резания;

T — касательная составляющая силы резания.

Пример. При $h = 0,5$; $\delta = 45^\circ$; $N = T$ интеграл Кристоффеля — Шварца принимает вид

$$z = \omega(\zeta) = 0,2124e^{-\frac{3}{4}\pi i} \int_0^\zeta \zeta^{\frac{3}{4}} (\zeta + 1)^{-\frac{3}{4}} d\zeta =$$

$$= 0,2124e^{-\frac{3}{4}\pi i} \left\{ \zeta^{\frac{3}{4}} (\zeta + 1)^{\frac{1}{4}} - \frac{3}{2} \arctg \sqrt{\frac{\zeta}{\zeta + 1}} - \frac{3}{4} \ln \frac{\zeta - 1}{\zeta + 1} \right\}; \quad (10)$$

$$\Phi'(\zeta) = \frac{Re^{i\theta}}{0,2124e^{-\frac{3}{4}\pi i}} \zeta^{-\frac{\pi}{4} + i\beta} (\zeta + 1)^{\frac{11}{4} - i\beta}. \quad (11)$$

Нормальная составляющая силы, действующей на A_1A_2 ,

$$X_n = \frac{R}{0,2124} \left[\frac{\sigma + 1}{-\sigma} \right]^{\frac{1}{4}} \left\{ e^{\pi\beta} \sin \left[\Theta + \beta \ln \frac{-\sigma}{\sigma + 1} \right] + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{e^{\pi\beta}} \cos \left[\Theta + \beta \ln \frac{-\sigma}{\sigma + 1} \right] \right\}. \quad (12)$$

Касательная составляющая силы, действующей на A_1A_2 ,

$$Y_n = \frac{2R}{0,2124} \left[\frac{\sigma + 1}{-\sigma} \right]^{\frac{1}{4}} \left\{ \frac{1}{e^{\pi\beta}} \sin \left[\Theta + \beta \ln \frac{-\sigma}{\sigma + 1} \right] - \right.$$

$$\left. - e^{\pi\beta} \cos \left[\Theta + \beta \ln \frac{-\sigma}{\sigma + 1} \right] \right\}. \quad (13)$$

Характер распределения нормальной и касательной составляющих силы резания на переднюю грань резца A_1A_2 представлен на рис. 2.

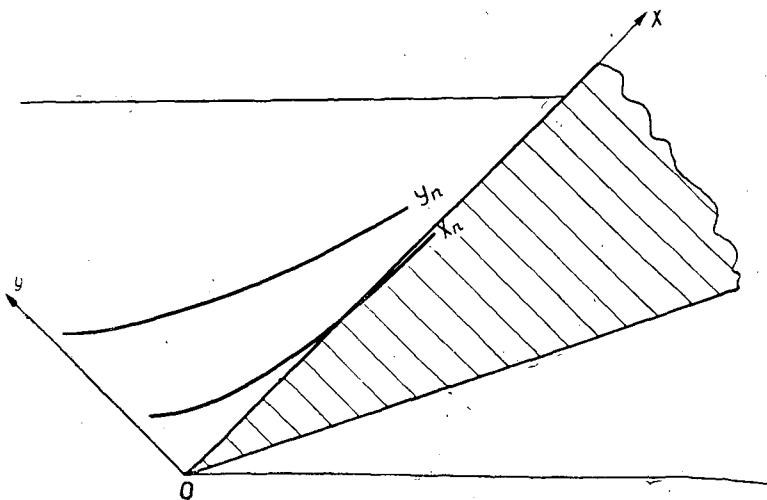


Рис. 2.

В заключение считаю своим долгом выразить благодарность проф. С. А. Воскресенскому за содействие в работе.

Примечание. Авторы С. D. Mote и E. G. Thomsen [5] также с помощью метода Н. И. Мухелишвили рассматривают случай, когда угол резания равен 90° . Однако эти авторы в граничном условии на полуплоскости полагают известным нормальное давление под резцом, причем считают его постоянным; кроме того, касательное усилие они принимают равным нулю. Принятые граничные условия для полуплоскости никак не связаны с граничными условиями рассматриваемой ими модели, а без этого утрачивает смысл применение конформного отображения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. М., 1955. [2]. Л. А. Галин. Контактные задачи теории упругости, М., 1953. [3]. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1946. [4]. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966. [5]. С. D. Mote, E. G. Thomsen. Stress Distribution in the Wood Ahead of a cutting Tool. Forest Products Journal, vol. XII, № 9, 1962.

Поступила 30 июня 1970 г.

УДК 674.023

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ СТРУЖКИ (ШПОНА) В ПРОЦЕССАХ ПОПЕРЕЧНОГО РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

В. И. ЛЮБЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

Строгание, лущение и фрезерование шпона (последнее — на установках роторного типа), а также резание тарных дощечек по целям и условиям резания весьма схожи: в каждом случае процесс осуществляется для получения стружки-продукта, резание ведется в направлении поперек волокон, древесина заготовок предварительно подвергается гидротермической обработке, диапазон режимных характеристик примерно одинаков. Правда, вид истинной траектории, обусловленный кинематикой, различен в названных процессах. Однако наблюдения показывают, что разрушения в стружке имеют одинаковый характер независимо от того, при какой траектории она получена. Это дает основание не считать кривизну траектории показателем существенного различия процессов. И действительно, силовое воздействие реза, приводящее к образованию стружки, локализуется в объеме древесины, размер которого вдоль траектории резания невелик; во всяком случае, такой, на котором отрезок криволинейной траектории практически встречающихся радиусов кривизны заметно не отличается от прямой. Отмеченные обстоятельства допускают единый подход к анализу процессов и делают возможной разработку единых рекомендаций по активному воздействию на характер стружкообразования.

Идеальными условиями резания древесины на шпон, очевидно, следует считать такие, при которых получается сливная (лентообразная цельная, без внутренних трещин) стружка с малой шероховатостью поверхностей. В реальных производственных условиях стружка получается лентообразной, но имеющей значительные разрушения в виде систематических трещин, идущих в глубь стружки с внутренней (левой) ее стороны под некоторым углом к поверхности табл. 1). Глу-

Таблица 1

Порода древесины	Толщина шпона, мм	Характеристика наиболее глубоких систематических трещин в шпоне			
		абсолютная глубина, мм	относительная глубина, %	шаг (расстояние между трещинами), мм	угол наклона к поверхности (средний), град
Береза	0,5	0,15	30	0,58	29
"	1,0	0,45	45	1,27	35
"	2,0	1,33	67	2,50	46
Сосна	1,0	0,41	41	0,75	34
Бук	1,0	0,42	42	1,10	35

бина трещин и шероховатость поверхностей стружки — основные объективные характеристики ее качества.

Возможности улучшения качества обработки резанием путем отыскания оптимальных численных величин и сочетаний факторов процесса, относящихся к кинематике, геометрии реза и режимным условиям, довольно ограничены. Практика выработала средство дальнейшего активного воздействия на процесс стружкообразования: установку дополнительных к резу инструментов, в частности, прижимов. Прижим (рис. 1, а), расположенный таким образом, чтобы срезаемая стружка, проходя через щель между ножом и прижимом (просвет щели $h_{щ}$ несколько меньше толщины стружки h), подвергалась обжиму, предотвращает появление трещин или существенно уменьшает их глубину и шероховатость поверхностей. Но из-за отсутствия научнообоснованных рекомендаций в отношении геометрии прижима и установки его относительно ножа применение этого средства в производственных условиях малоэффективно.

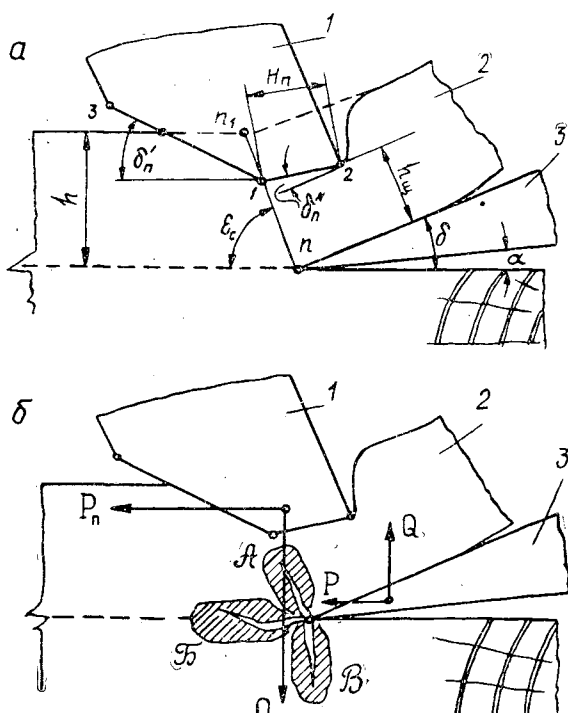


Рис. 1. Схема поперечного резания древесины с установленным прижимом.

а — установка прижима относительно ножа; б — действующие силы и зоны возможных разрушений в древесине; 1 — прижим; 2 — стружка; 3 — нож.

Теоретической базой выполненных автором исследований прижима как средства управления процессом стружкообразования явилась общая теория прижима при резании древесины поперек волокон [2], разработанная С. А. Воскресенским в 1954—1956 гг., но не проверенная экспериментально. Эта теория вскрывает причину образования наклонных трещин в шпоне, выявляет условия их предотвращения и формулирует принципы проектирования и установки прижима. Между тем, в общем случае качество получаемого шпона зависит от явлений, происходящих при стружкообразовании в толще стружки (*A* на рис. 1, б) *, по поверхности раздела стружки и заготовки (*B*, там же) и ниже поверхности обработки (*B*).

Теория резания [1] допускает, а наши наблюдения, зафиксированные скоростью кино съемкой, устанавливают, что в процессе поперечного резания существует опасность появления опережающей трещины перед лезвием (в зоне *B*). Развитие этой трещины приводит к местным отклонениям фактической поверхности резания от заданной, то есть к ухудшению чистоты обработки.

Явления, происходящие в древесине ниже формируемой поверхности резания, оказывают непосредственное влияние на качество получаемого шпона: все дефекты обработки переходят в шпон, срезанный за следующий проход ножа. Если в процессе свободного поперечного резания напряжения в стружке, как правило, достигают своего предела гораздо раньше, чем возникает разрушение в массиве древесины под поверхностью резания, то в случае резания с установленным прижимом, при определенных (худших) условиях, напряжения растяжения, вызываемые усилиями P и P_n (рис. 1, б) в нормальной к ним плоскости, могут достигнуть предела прочности и привести к образованию трещины, идущей вглубь от поверхности резания (в зоне *B*).

Слабая сопротивляемость древесины растяжению поперек волокон при резании без прижима создает опасность систематического разрушения в зонах *A* и *B*, а при резании с прижимом, неправильно установленным относительно ножа, — и в зоне *B*, вследствие повышенной интенсивности напряженного поля в древесине у лезвия. В рекомендациях по установке и геометрии прижима следует учитывать одновременно три условия стружкообразования: предотвращение внутренних трещин в шпоне; исключение образования и распространения опережающей трещины вдоль поверхности резания, недопущение растрескивания древесины под поверхностью резания.

Общее аналитическое решение задачи о нахождении оптимального положения прижима относительно ножа и его геометрии представляет большую трудность ввиду сложности самого процесса резания. Все же сведения, накопленные в теории резания древесины, позволили определить оптимальное положение прижима расчетным путем, а эксперименты — уточнить и дополнить результаты теоретического исследования.

Положение прижима относительно ножа удобно фиксировать степенью обжима Δ (относительным сжатием стружки в щели между ножом и прижимом) и углом наклона ϵ плоскости nn_1 , проходящей через лезвие ножа и общее ребро наклонной ($1-3$) и основной ($1-2$) фасок прижима, к поверхности резания. Путем расчетов, выполненных нами [3] по аналитическим зависимостям С. А. Воскресенского, получены величины ϵ и Δ , учитывая которые можно предотвратить возникновение внутренних трещин. Оказалось, что численные значения опти-

* Рассмотрено проф. С. А. Воскресенским.

мального угла ϵ_c не зависят от толщины стружки, геометрии прижима (ширины основной фаски H_n) и очень мало — от породы древесины (для березы — $65^\circ 10'$, сосны — $65^\circ 33'$, бука — $66^\circ 41'$). Величины степени обжима Δ существенно зависят от толщины стружки h , ширины фаски H_n и в меньшей степени — от породы древесины.

Для того чтобы аналитически оценить вероятность появления опережающей трещины перед лезвием и трещины под поверхностью резания и внести необходимые коррективы в определенные выше координаты прижима, были проделаны расчеты с привлечением схем изгиба балки-слоя, лежащей на упругом основании и нагруженной на конце силой и изгибающим моментом (в первом случае), и балки-слоя, заделанной между двумя упругими основаниями и нагруженной на конце силой, перпендикулярной к оси балки (во втором случае) *.

Результаты и выводы

1. Создаваемые резцом в плоскости резания нормальные растягивающие напряжения непосредственно у лезвия по значениям близки к средним показателям предела прочности древесины на растяжение поперек волокон. Это означает, что в «ослабленных» местах древесины, где фактический предел прочности меньше среднего для данной породы, перед резцом в плоскости резания (в зоне *Б*) возникает опережающая трещина.

Напряжения, создаваемые прижимом по плоскости резания в случае установки его при условии недопущения внутренних трещин, не погашают напряжений («вредных»), созданных резцом, а в отдельных случаях даже усиливают их. Дальнейшее увеличение обжима стружки для «закрытия» опережающих трещин нецелесообразно, так как кроме значительного повышения нагрузок на блок нож — прижим срезанная стружка может разрушиться прижимом. Цели можно достичь путем некоторого смещения прижима (отодвигания от ножа) по прямой, параллельной передней грани ножа, то есть путем уменьшения угла ϵ_c по сравнению с установленным ранее.

2. В случае неблагоприятного выбора угла ϵ_c при срезе толстых стружек (2 мм и более) суммарные усилия воздействия ножа и прижима на стружку приводят к расслоению древесины под поверхностью резания. Чтобы предотвратить трещины под поверхностью резания, прижим нужно располагать относительно ножа так, чтобы силы, создаваемые ножом P и прижимом P_n , были приложены к разным балкам-слоям. При этом каждая из сил в отдельности будет не в состоянии вызвать разрушение под поверхностью резания. Практически этому условию отвечает выбор минимального угла ϵ_c .

Проведенный анализ оставляет на долю экспериментов лишь уточнить численные значения оптимальных величин ϵ_c и Δ в достаточно определенном диапазоне. Эксперименты показали, что для условий, принятых в расчетах, прижим наилучшим образом выполняет свои функции при установке с углом $\epsilon_c \approx 42^\circ$ и при назначении степени обжима в соответствии с толщиной стружки и породой древесины. (Рекомендуемые оптимальные значения Δ близки к применяемым на практике.)

Наши специальные исследования показали, что параметры геометрии прижима существенно влияют на качество шпона, однако в меньшей степени, чем расположение его относительно ножа. Правиль-

* В теории резания эти схемы проф. С. А. Воскресенским использованы для расчетов продольного и торцового резания.

ная установка прижима относительно ножа и оптимальная геометрия прижима позволяют получить шпон толщиной до 2 мм и более без внутренних трещин и с очень гладкими поверхностями до 8 класса шероховатости по ГОСТу 7016—68 (рис. 2).

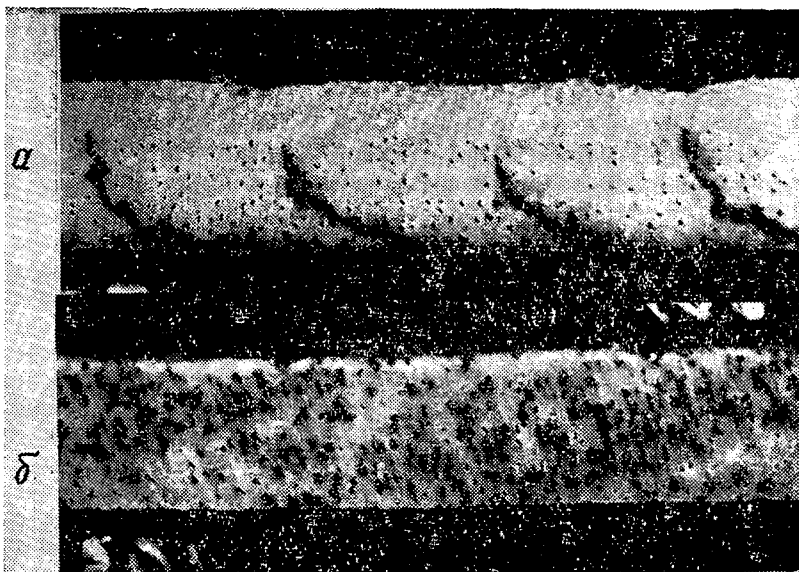


Рис. 2. Поперечное сечение стружки березы, полученной при резании без прижима (а) и с прижимом, установленным в оптимальном положении (б); толщина стружки 2 мм; трещины окрашены.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. Гослесбумиздат, М.—Л., 1955.
 [2]. С. А. Воскресенский. Общая теория прижима при резании древесины поперек волокон. Научные труды МЛТИ, вып. 6, 1956. [3]. В. И. Любченко. Исследование прижима как средства управления стружкообразованием в процессе строгания шпона. Кандидатская диссертация. МЛТИ, 1965.

Поступила 24 февраля 1970 г.

УДК 674.815-41

СТЕПЕНЬ НАГРУЖЕННОСТИ РАЗЛИЧНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ СТРУЖЕК ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЫ

А. А. ПОЗДНЯКОВ

Ростовский институт инженеров железнодорожного транспорта

При анализе упругих деформаций древесностружечная плита рассматривалась как квазиизотропный конгломерат ортотропных частиц, хаотически ориентированных в ее плоскости [2]. Было введено допущение об идентичности тензора деформаций конгломерата и анизотропной частицы в рассматриваемой точке, тогда напряжения в стружках, различно ориентированных, также различны. Их связь с компонентами тензора деформаций отдельной стружки выражается формулами закона Гука

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{x_i} &= A_{11}\varepsilon_{x_i} + A_{12}\varepsilon_{y_i} + A_{13}\varepsilon_{z_i} \\ \sigma_{y_i} &= A_{12}\varepsilon_{x_i} + A_{22}\varepsilon_{y_i} + A_{23}\varepsilon_{z_i} \\ \sigma_{z_i} &= A_{13}\varepsilon_{x_i} + A_{23}\varepsilon_{y_i} + A_{33}\varepsilon_{z_i} \\ \tau_{y_i z_i} &= A_{44}\gamma_{y_i z_i} \\ \tau_{x_i z_i} &= A_{55}\gamma_{x_i z_i} \\ \tau_{x_i y_i} &= A_{66}\gamma_{x_i y_i} \end{aligned} \right\} (1)$$

здесь x_i, y_i и z_i — подвижная система координат, рационально ориентированная по отношению к осям симметрии i -той анизотропной частицы, причем ось z_i всегда направлена перпендикулярно плоскости плиты.

В то же время между компонентами деформаций существует связь

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{x_i} &= \varepsilon_x^i \cos^2 \alpha + \varepsilon_y^i \sin^2 \alpha + \gamma_{xy}^i \sin \alpha \cos \alpha \\ \varepsilon_{y_i} &= \varepsilon_x^i \sin^2 \alpha + \varepsilon_y^i \cos^2 \alpha - \gamma_{xy}^i \sin \alpha \cos \alpha \\ \varepsilon_{z_i} &= \varepsilon_z^i \\ \gamma_{x_i y_i} &= -2\varepsilon_x^i \sin \alpha \cos \alpha + 2\varepsilon_y^i \sin \alpha \cos \alpha + \gamma_{xy}^i (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha), \end{aligned} \right\} (2)$$

где x, y и z — фиксированная система координат, у которой ось z также направлена перпендикулярно плоскости плиты;

$\varepsilon_x^i, \varepsilon_y^i, \varepsilon_z^i, \gamma_{xy}^i$ — компоненты тензора деформации i -той стружки относительно осей x, y, z ;

α — угол между осями x_i, y_i и x, y .

В соответствии с принятым допущением об идентичности тензоров деформации плиты и стружки в одной точке запишем

$$\varepsilon_x^i = \varepsilon_x; \quad \varepsilon_y^i = \varepsilon_y; \quad \varepsilon_z^i = \varepsilon_z; \quad \gamma_{xy}^i = \gamma_{xy}, \quad (3)$$

здесь $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}$ — компоненты тензора деформаций плиты.

Определив компоненты тензора деформаций $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}$ в интересующей точке плиты методами теории упругости изотропного тела, то есть полагая плиту квазиизотропным материалом, можно вычислить напряжения в отдельных стружках, если равенства (3) подставить в выражения (2), а затем в формулы (1).

Рассмотрим плоское напряженное состояние. Для изотропного материала его можно задать двумя главными напряжениями. Полагаем их положительными, то есть имеет место случай, при котором $\sigma_1 > 0, \sigma_2 > 0, \sigma_3 = 0$. Оси фиксированной системы координат x и y совместим с направлением главных напряжений. Тогда

$$\sigma_x = \sigma_1, \quad \sigma_y = \sigma_2 = \beta \sigma_1, \quad \tau_{xy} = 0.$$

Величина β изменяется от 0 (при линейном напряженном состоянии $\sigma_1 > 0, \sigma_2 = \sigma_3 = 0$) до 1 (при двустороннем равном растяжении). При этом деформации в направлении осей x, y и z

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\sigma_1}{E} (1 - \mu\beta) \\ \varepsilon_y &= \frac{\sigma_1}{E} (\beta - \mu) \\ \varepsilon_z &= -\mu \frac{\sigma_1}{E} (1 + \beta) \\ \gamma_{xy} &= 0, \end{aligned} \right\} (4)$$

где E и μ — модуль упругости и коэффициент Пуассона плиты.

Тогда формулы (2) принимают вид

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{x_i} &= \frac{\sigma_1}{E} [(1 - \mu\beta) \cos^2 \alpha + (\beta - \mu) \sin^2 \alpha] \\ \varepsilon_{y_i} &= \frac{\sigma_1}{E} [(1 - \mu\beta) \sin^2 \alpha + (\beta - \mu) \cos^2 \alpha] \\ \varepsilon_{z_i} &= -\mu \frac{\sigma_1}{E} (1 + \beta) \\ \gamma_{x_i y_i} &= \frac{\sigma_1}{E} [(\beta - \mu) - (1 - \mu\beta)] \sin 2\alpha. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Подставив выражения (5) в уравнения закона Гука (1), получим значения компонент напряжений в различных стружках в зависимости от угла наклона α направления волокон стружки (ось x_i или 1) к направлению главного напряжения σ_1 . Выразим эти напряжения в относительных величинах

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_1} &= c_{x_i}, \quad \frac{\sigma_{y_i}}{\sigma_1} = c_{y_i}, \quad \frac{\sigma_{z_i}}{\sigma_1} = c_{z_i}, \quad \frac{\tau_{x_i y_i}}{\sigma_1} = t_{x_i y_i}; \\ c_{x_i} &= \frac{A_{11}}{E} [(1 - \mu\beta) \cos^2 \alpha + (\beta - \mu) \sin^2 \alpha] + \\ &+ \frac{A_{12}}{E} [(1 - \mu\beta) \sin^2 \alpha + (\beta - \mu) \cos^2 \alpha] - \frac{\mu A_{13}}{E} (1 + \beta); \\ c_{y_i} &= \frac{A_{12}}{E} [(1 - \mu\beta) \cos^2 \alpha + (\beta - \mu) \sin^2 \alpha] + \\ &+ \frac{A_{22}}{E} [(1 - \mu\beta) \sin^2 \alpha + (\beta - \mu) \cos^2 \alpha] - \frac{\mu A_{23}}{E} (1 + \beta); \\ c_{z_i} &= \frac{A_{13}}{E} [(1 - \mu\beta) \cos^2 \alpha + (\beta - \mu) \sin^2 \alpha] + \\ &+ \frac{A_{23}}{E} [(1 - \mu\beta) \sin^2 \alpha + (\beta - \mu) \cos^2 \alpha] - \frac{\mu A_{33}}{E} (1 + \beta); \\ t_{x_i y_i} &= \frac{A_{66}}{E} [(\beta - \mu) - (1 - \mu\beta)] \sin 2\alpha. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Вычислим величины относительных напряжений для различно ориентированных стружек плиты, описание которой дано в нашей работе [2]. Для этой плиты значения упругих постоянных следующие ($\kappa\Gamma/\text{см}^2$):

$$\left. \begin{aligned} A_{11} &= 141000 & A_{12} &= 8800 & A_{66} &= 11860 \\ A_{22} &= 8800 & A_{13} &= 8950 & E &= 30000 \\ A_{33} &= 9420 & A_{23} &= 5500 & \mu &= 0,315. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Значения относительных напряжений для различно ориентированных стружек при $\beta = 0$, то есть при растяжении в направлении оси x , приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что более всего напряжены стружки, у которых направление волокон совпадает с направлением силы. В этом случае напряжения вдоль волокон в 4,5 раза больше средних напряжений в поперечном сечении. При наклоне волокон под углом более 45° стружки практически выключаются из работы: напряжения вдоль волокон резко уменьшаются. При больших углах наклона ($75^\circ, 90^\circ$) в направлении волокон стружки испытывают сжатие вследствие

поперечных деформаций плиты; в направлении поперек волокон напряжения не зависят от ориентировки. Касательные напряжения $\tau_{x_i y_i}$ приблизительно такие же, как и касательные напряжения в плите на площадках, совпадающих с направлением волокон рассматриваемой стружки.

Таким образом, основные элементы, передающие усилия в древесностружечной плите, — стружки, направление которых совпадает с направлением усилия. Стружки, наклоненные под углом более 45° к направлению силы, практически не участвуют в ее передаче. Очевидно, поэтому В. В. Гамов [1] получил хорошее совпадение с экспериментом зависимостей, описывающих связь прочности плиты при растяжении с прочностью склейки при продольном расположении частиц.

Если $\beta = 1$, то есть при двустороннем равном растяжении, напряжения в стружках не зависят от их ориентировки. Тогда

$$c_{x_i} = 3,334, \quad c_{y_i} = 0,288, \quad c_{z_i} = 0,133, \quad t_{x_i y_i} = 0.$$

При двух равных главных напряжениях во всех стружках, независимо от их ориентировки, напряжения вдоль волокон в 3,33 раза превышают величину каждого из главных. В этом случае в работу включается большее число элементов, что позволяет ожидать получения несколько более высоких предельных напряжений при этом виде напряженного состояния по сравнению с растяжением.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Гамов. Экспериментально-теоретические исследования зависимости прочности древесностружечных плит от их толщины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969. [2]. А. А. Поздняков. Упругие постоянные древесностружечной плиты как квазиизотропного материала. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969.

Поступила 12 января 1970 г.

УДК 674.05

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

Г. М. ВАСИЛЬЕВ

СНИИЛП

Продолжительность цикла круглопильных станков можно сократить, в основном, за счет увеличения мощности механизмов пиления и надвигания, конструктивного усовершенствования отдельных узлов и выбора оптимальных параметров пильного станка. Вопросы конструктивного усовершенствования станков с целью увеличения их производительности освещены в ряде статей [1], [2]. В данной работе поставлена задача проанализировать, как увеличить производительность станков, используя существующие дисковые пилы по ГОСТу 980—63.

Время цикла автоматического пильного станка $T_{ц.п}$ складывается из времени рабочего хода $t_{раб}$ и времени холостого хода t_x , а также дополнительного времени $t_{доп}$ на переключение элементов автоматики. Время рабочего хода круглопильного станка с качающейся пильной рамкой складывается из времени чистого пиления, подхода пилы к стволу, останова пильной рамки после окончания пиления. При одинаковых условиях резания (при одинаковых диаметре распиливаемого бревна, удельной работе резания, первоначальном расстоянии пильного диска от ствола) время чистого пиления зависит от мощности механизма пиления и от скорости подхода пилы к стволу. В зависимости от мощности механизма пиления изменяется допустимый момент поворота пильной рамки при рабочем ходе $M_n - M_c$ (момент надвигания M_n за вычетом момента от сил сопротивления M_c). Номинальную скорость поворота пильной рамки при рабочем ходе нельзя брать выше допустимой по прочности зубьев пилы; в то же время нет смысла принимать номинальную скорость больше той, до которой пильная рамка фактически может разогнаться, пока пила из исходного положения подходит к древесине под действием момента $M_n - M_c$.

Следовательно, мощность привода надвигания при рабочем ходе целиком определяется условиями резания, мощностью привода механизма пиления и другими характеристиками (скольжение, маховой момент) электродвигателя. При холостом ходе скорость и момент поворота не ограничены условиями резания, поэтому возникает вопрос выбора этих параметров.

Время холостого хода t_x зависит от мощности привода N_x и выбранной номинальной скорости поворота ω_x . Для каждого значения мощности и условий движения (момент инерции, угол поворота и пр.) можно найти оптимальную величину номинальной скорости, при которой время t_x минимально

$$(\omega_x)_{\text{опт}} = f(N_x),$$

где $(\omega_x)_{\text{опт}}$ — оптимальная угловая скорость холостого хода пильной рамки, 1/сек.

Общее время цикла пиления

$$T_{ц.п} = f_1(N) + f_2(N_x) + t_{доп},$$

где $f_1(N)$ — время рабочего хода $t_{раб}$, зависящее от мощности электродвигателя механизма пиления;

$f_2(N_x)$ — время холостого хода пильной рамки t_x , зависящее от мощности привода поворота пильной рамки при холостом ходе (полагаем, что номинальная скорость ω_x имеет оптимальное значение);

$t_{доп}$ — дополнительное время на переключение элементов автоматики, сек.

Для определения оптимального соотношения величин N и N_x , при котором время цикла будет минимально, необходимо найти минимум функции двух переменных N и N_x . Для этого составляем функцию Лагранжа

$$F(N, N_x) = f_1(N) + f_2(N_x) + \lambda(N + N_x - N_{уст}),$$

где λ — неопределенный постоянный множитель;

$N_{уст}$ — суммарная установленная мощность, квт.

Необходимые условия экстремума сводятся к системе трех уравнений

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial N} &= f'_1(N) + \lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial N_x} &= f'_2(N_x) + \lambda = 0 \\ N_x + N - N_{\text{уст}} &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Из первого и второго уравнений находим

$$f'_1(N) = f'_2(N_x).$$

Характер условного экстремума определяют на основании знака второго дифференциала функции Лагранжа. При $d^2F(N_1, N_x) > 0$ функция имеет минимальное значение.

Для нахождения зависимостей $t_{\text{раб}} = f_1(N)$ и $t_x = f_2(N_x)$ были использованы формулы, полученные при интегрировании дифференциальных уравнений движения пильной рамки и пильного вала. Даже для наиболее простых условий, когда момент от привода M_n и момент сопротивления M , приложенный к пильной рамке, постоянны и не зависят от скорости поворота пильной рамки, зависимость $t_{\text{раб}} = f_1(N)$ в явном виде получить нельзя. Поэтому вычисления производят приближенными методами.

Описанным способом определены оптимальные величины N_x и ω_x для ряда пильных станков с электродвигателем пильного механизма мощностью 10—75 квт. Принимали, что конструктивная схема пильного станка соответствует, в основном, схеме станка АЦ-3, выпускаемого заводом Свердловсмаш: момент инерции пильной рамки относительно оси качания $I = 20 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}^2$, пильный диск (по ГОСТу 980—63) диаметром 1500 мм, толщиной 5 мм, число зубьев $z = 120$.

Для расчетов приняты характеристики электродвигателей пильного механизма единой серии с повышенным скольжением. Время цикла подсчитано для средней удельной работы резания, полагая, что минимальное значение цикла будет при распиливании сосны острой пилой, а максимальное — при распиливании березы тупой пилой (после 4 час непрерывной работы).

Для распиловки бревна толщиной 600 мм допустимый момент надвигания $M_n - M_c$ определяли при максимальном значении удельной работы резания (распиловка березы тупой пилой после 4 час непрерывной работы). Время рабочего хода вычисляли при следующих условиях: первоначальное положение пилы перед началом цикла — 200 мм от древесины; расстояние, которое проходит пильный диск после распиловки и до начала торможения пильной рамки, — 50 мм; путь торможения — не более 50 мм. Передаточное число клиноременной передачи от электродвигателя к пильному валу равно единице. Принято, что момент сопротивления M_c , действующий на пильную рамку, не зависит от скорости и имеет постоянную величину.

Как показывают расчеты, оптимальная скорость холостого хода пильной рамки в 1,2—1,4 раза выше номинальной скорости рабочего хода, а оптимальное соотношение $\frac{N_x}{N}$ равно 0,12—0,28; отношение мощности привода надвигания к мощности электродвигателя механизма пиления $\frac{N_n}{N} = 0,04—0,13$ при изменении N от 10 до 75 квт. Следовательно, мощность привода надвигания при рабочем ходе пильной рамки не используется. Очевидно, при определенном конструктивном решении можно за счет постоянного момента, приложенного к пильной рамке (например, от действия сил гравитации или силы пружины), уменьшить потребную мощность привода надвигания при холостом ходе, одновременно настолько же увеличив ее при рабочем ходе. Таким способом можно добиться того, чтобы необходимая мощность привода надвигания стала равной среднему значению между N_n и N_x .

На рис. 1 показана зависимость времени цикла пиления $T_{\text{ц.п}}$ от толщины распиливаемых бревен D для ряда пильных станков с различной мощностью N электродвигателя привода пильного диска. При расче-

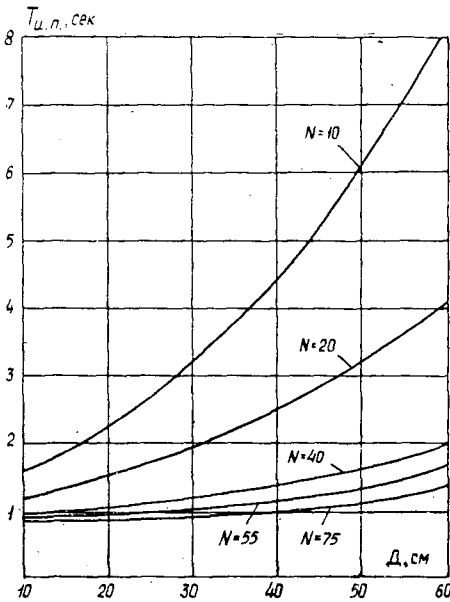


Рис. 1.

тах были приняты исходные данные, приведенные выше. Как видно из рис. 1, при использовании пыльного станка с электродвигателем привода пыльного диска мощностью 55 кВт и с приводом надвигания 10 кВт время цикла пиления около 1 сек.

Чтобы проверить возможность получения высокой производительности пиления в соответствии с теоретическими расчетами, в СНИИЛПе проводили испытания специального пыльного станка. Привод пыльного диска (по ГОСТу 980—63) осуществлен от электродвигателя мощностью 55 кВт, 1400 об/мин, диаметр диска 1500 мм, толщина 5 мм, число зубьев 120. Скорость резания 75 м/сек. Основные параметры пыльного станка близки к оптимальным значениям, рекомендованным на основании теоретических исследований: мощность привода надвигания и возврата пилы 10 кВт, скорость надвигания 2 м/сек, скорость возврата пилы 2,5 м/сек. Передача от электродвигателя к пыльному валу выполнена с использованием карданного вала и кони-

ческого редуктора. При испытаниях пыльного станка производили осциллографирование процесса пиления.

Таблица 1

Порода древесины	Диаметр бревна, см	Общий ход пыльного диска, мм	Первоначальное расстояние от пыльного диска до образца, мм	Продолжительность общего цикла $T_{ц.п.}$ сек	Производительность чистого пиления, $см^2/сек$
Воздушно сухая ель	12	440	250	1,03	—
	26	445	100	1,03	—
	39,5	700	275	1,11	5880
	49	700	200	1,2	6710
Береза свежесрубленная	48	700	130	1,15	7100
	47	880	285	1,42	6930

Данные замеров времени цикла пиления с возвратом пилы, полученные при испытаниях, приведены в табл. 1. Для каждого значения диаметра бревна приведены средние показатели из 8—10 замеров. Как видно из табл. 1, показатели продолжительности пиления близки к теоретическим значениям. При экспериментах получена весьма высокая производительность чистого пиления — до 7100 $см^2/сек$.

Использование полученных результатов в практике позволит существенно повысить производительность установок для поперечной распиловки хлыстов и бревен.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. М. Васильев. Некоторые вопросы усовершенствования пыльных установок для раскряжевки хлыстов. Труды СНИИЛПа 3, Свердловск, 1967. [2]. Г. М. Васильев, Б. П. Никулин. Пыльный станок для поперечной распиловки круглого леса. Труды СНИИЛПа, 4, Свердловск, 1968.

Поступила 9 октября 1970 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.867.9 : 632.934.1

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕРБИЦИДА
НА ОСНОВЕ ОТСТОЙНОЙ ЛИГНИНОВОЙ СМОЛЫ

Л. П. АЖАР, Э. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Ранее нами был предложен способ получения гербицида пиролизом смеси отстойной лигнинной смолы с древесными отходами [3]. Цель настоящего исследования — найти оптимальный режим пиролиза, обеспечивающий максимальный выход гербицида, и определить качественный состав получающихся при этом продуктов.

Работу проводили на установке (рис. 1), состоящей из реторты пиролиза 1 с наружным электрообогревом, водяного холодильника типа «труба в трубе» 5 и приемника жидких продуктов 6. Сырье загружали в реторту через съемную крышку. На крышке имелся «карман» для термопары и патрубков для отвода паро-газовой смеси, которая отсасывалась из реторты с помощью ротационной воздуходувки 8. Температуру пиролиза замеряли платина-платинородиевой термопарой 3 на уровне середины высоты рабочего объема реторты и регистрировали самопишущим потенциометром 4. Расход электроэнергии регулировали реостатом 2 и определяли с помощью ваттметра; 7 — водяной манометр. Перед началом работы установку предварительно проверяли на герметичность. Жидкие продукты пиролиза путем отстаивания разделяли на масла (гербициды) и надсмольную воду. Неконденсирующиеся газы сбрасывали в атмосферу или периодически отбирали для определения их состава.

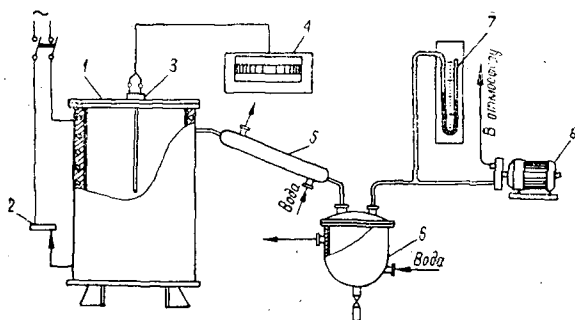


Рис. 1.

Для пиролиза использовали кору лиственницы сибирской и отстойную лигнинную смолу, которая содержала (в % к безводной смоле) суммарных фенолов 29—31, нейтральных веществ 19—21, кислот 2—4 и нерастворимого в эфире остатка 42—44. Смолу получали путем пиролиза гидролизного лигнина во взвешенном состоянии и в тонком слое на полувальцевой установке, смонтированной на Хакасском гидролизном заводе. Конструкция и принцип работы установки описаны ранее [2], [3].

Оптимальные условия пиролиза определяли, применяя математическое планирование эксперимента типа 2^4 (по способу Бокса — Вильсона) с крутым восхождением в области, близкой к оптимальной [1], [4].

Матрица планирования эксперимента и результаты ее реализации приведены в табл. 1 (по 16-й опыт включительно). Здесь значения параметра оптимизации — средние величины из двух параллельных опытов, рандомизированных во времени.

Таблица 1

Фактор	Температура, °С	Скорость нагрева, град/мин	Отношение смолы к коре, %	Влажность коры, %	Выход гербицида, %
Основной уровень	500	2	50:50	25	
Интервал варьирования	50	1	10	15	
Верхний уровень (+)	550	3	60:40	40	
Нижний уровень (-)	450	1	40:60	10	
Кодовое обозначение переменных	X_1	X_2	X_3	X_4	\bar{Y}
Опыт 1	—	—	—	+	17,35
2	+	—	+	—	29,63
3	+	+	—	+	17,85
4	—	—	—	—	18,56
5	+	—	—	+	17,50
6	—	—	+	—	29,80
7	+	+	+	+	29,85
8	+	+	—	—	17,55
9	—	+	—	—	17,90
10	—	—	+	+	29,70
11	—	+	+	+	29,60
12	+	+	+	—	30,00
13	+	+	—	+	18,50
14	+	—	—	—	18,15
15	+	—	+	+	28,65
16	—	+	+	—	29,90
Шаг			3		
Опыт 17	500	2	53:47	25	25,45
18	500	2	56:44	25	27,15
19	500	2	59:41	25	29,30
20	500	2	62:38	25	30,85

Уравнение поверхности отклика имеет вид

$$Y = 23,78 - 0,133X_1 + 0,113X_2 + 5,86X_3 - 0,155X_4.$$

Коэффициенты взаимодействия оказались незначимыми. Гипотезу адекватности проверяли сравнением дисперсионных отношений с критерием Фишера для 5%-ного уровня значимости

$$F_{ад} = \frac{S_{ост}^2}{S^2(\bar{y})} = 0,705; F_{0,05}(11; 16) = 2,46; F_{ад} < F_{0,05}.$$

Линейная модель адекватна, следовательно, нет оснований переходить к планированию второго порядка. Поскольку пределы варьирования факторов ограничены соображениями технологических возможностей и экономической целесообразности, это дало возможность перейти к движению по градиенту в оптимум для фактора X_3 .

Путь крутого восхождения реализован в соответствии с программой, представленной в табл. 1 (с 17-го по 20-й опыты). После 20-го опыта движение заканчивалось, поскольку принятое ограничение на варьирование фактора делало его изменение нецелесообразным. Полученные результаты показывают, что для достижения максимального выхода гербицида процесс необходимо проводить при следующих параметрах: температура 500°C; состав сырья из коры лиственницы сибирской и лигнинной смолы в соотношении по весу соответственно 1:1,5; влажность коры 25%, скорость подъема температуры 2 град/мин.

Для изучения количественного и качественного изменения выделяющихся жидких продуктов (при оптимальных параметрах процесса) отбирали почасовые пробы. По общепринятым методам [6] определяли групповой состав масла (гербицида) и его плотность, а для надсмольной воды — содержание растворимого масла, общую кислотность и плотность.

Результаты анализов почасовых проб жидких продуктов приведены в табл. 2, из данных которой видно, что наибольшая интенсивность образования гербицида наблюдается в середине процесса, а надсмольной воды — в первой его половине. Количество фенолов возрастает от

Таблица 2

Показатели	Период процесса, час			
	0—1	1—2	2—3	3—4
Количество гербицида, % к общему выходу	7,3	50,0	38,0	4,7
Групповой состав, % вес.: фенолов	43,4	49,9	47,6	43,6
нейтральных веществ	40,0	38,3	45,5	47,6
кислот	9,8	4,2	4,0	4,1
Плотность (20°C), г/см ³	1,054	1,059	1,049	1,045
Количество надсмольной воды, % к общему выходу	36,2	38,5	21,0	4,3
Содержание растворимого масла, % вес.	2,1	11,3	5,4	4,6
Общая кислотность, %	3,4	5,6	3,3	2,0
Плотность (20°C), г/см ³	1,012	1,033	1,017	1,013

начала до конца второго часа периода процесса, затем постепенно падает. Содержание нейтральных веществ увеличивается со второй половины процесса. Наибольшее количество кислот содержится в первый час, со второго часа уменьшается, оставаясь постоянным до окончания процесса. Общая кислотность надсмольной воды и содержание в ней растворимого масла достигают максимальных значений в середине процесса между первым и третьим часами.

Были определены также выход и качественный состав продуктов пиролиза (табл. 3). Анализы выполнены по общепринятым методикам [6]; выходы продуктов (средние показатели) даны к абс. сухому весу сырья, а теплотворная способность газа рассчитана по его составу.

Эффективность гербицида в борьбе с сорной растительностью проверяли в полевых опытах в течение трех лет на Хакасской сельскохозяйственной опытной станции. При дозе гербицида 250 кг на 1 га обрабатываемой площади полностью уничтожаются однолетние двудольные и злаковые сорняки. Сорные растения обрабатывали опрыскиванием их эмульсией гербицида, которую готовили растворением гектарной дозы в 1000 л надсмольной воды с добавлением 5% вспомогательного вещества ОП-10. Гербицид не оказывает действия на злаковые культуры, высеянные на участках, которые ранее подвергались обработке гербицидом. Он малоядовит для человека и теплокровных животных; летальная доза гербицида (ЛД₅₀) для мышей около 1500 мг/кг. По заключению опытной станции, гербицид рекомендуется использовать в дозе 250—300 кг/га для сплошного уничтожения сорняков на не занятых под посевами землях (на обочинах дорог и участках вдоль железнодорожного полотна, межах и т. п.).

Предварительные технико-экономические расчеты показали, что получение гербицида по разработанной в СТИ технологии комплексной переработки гидролизного лигнина экономически целесообразно [3]. Рентабельность производства 62%, окупаемость капиталовложений около 2 лет. Себестоимость 1 т гербицида 90 руб. При сравнении этих данных, например, с одним из самых дешевых гербицидов сплошного действия — сульфатом аммония (применяется в дозах 250—400 кг/га, оптовая цена 250 руб.) видно, что расходы по стоимости гербицида в этом случае в 10—20 раз выше [5]. Если учесть, что 70—80% расходов

Таблица 3

Показатели	Величина показателей
Гербицид	
выход, % вес.	29—30
плотность (20°C), г/см ³	1,045—1,053
влажность, % объем.	3,5—4,5
групповой состав, % вес.:	
фенолов	40,0—41,5
ароматических углеводов	39,0—40,0
нейтральных кислородных соединений	7,5—8,5
кислот	4,6—5,8
фракционный состав (% объем.)	
отгоняется при температуре, °С	
до 180	2,5—3,0
220	9,5—10,0
260	33—34
300	52—53
340	63—64
370	87,5—89,0
Надсмольная вода	
выход, % вес.	20—22
плотность (20°C), г/см ³	1,013—1,016
содержание растворимого масла, %	5—7
общая кислотность, %	2,5—3,7
Полукокс	
выход, % вес.	33,5—34,5
содержание, %:	
влаги	0,6—1,5
летучих веществ	8,5—9,3
зола	3,7—4,5
Неконденсирующиеся газы	
выход, %	13—16
теплотворная способность, ккал/мм ³	3400—3600
состав, % объем.:	
СО ₂	26—23
С ₂ Н ₄	1,5—2,5
СО	23—24
СН ₄	25,0—27,5
Н ₂	13—15

при обработке сорняков падает на стоимость гербицида, то экономическая эффективность использования гербицида СТИ очевидна.

Неконденсирующиеся газы предусмотрено использовать в качестве топлива в процессе пиролиза, полукокс — как товарный продукт, а надсмольную воду — для приготовления эмульсии гербицида.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. П. Адлер. Введение в планирование эксперимента. Изд-во «Металлургия», М., 1969. [2]. Э. Д. Левин, Г. А. Малков. Журн. «Химическая переработка древесины» № 3, 1965. [3]. Э. Д. Левин, Л. П. Ажар, Б. Р. Эйбус. Сб. «Химия древесины», Рига, изд-во «Зинатне», 1968, № 1. [4]. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., Изд-во «Наука», 1965. [5]. Справочник по применению гербицидов, Россельхозиздат, М., 1969. [6]. В. П. Сумароков, Л. В. Гордон. Химико-технический контроль лесохимических производств, Гослесбуиздат, М., 1956.

УДК 54

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСОВ ФУРФУРОЛА
С НИТРОПРОИЗВОДНЫМИ ФЕНОЛА

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Физико-химическое исследование взаимодействия фурфурола с нитропроизводными фенола было проведено нами ранее [1]. В работах [2], [3] представлены данные по изучению взаимодействия фурфурола с нитропроизводными фенола в присутствии уксусной и монохлоруксусной кислот; было установлено, что способностью к образованию соединений с фурфурилом увеличивается в направлении о-, м- и п-нитрофенол. Цель данного исследования — проследить устойчивость комплексов фурфурола с изомерами нитропроизводных фенола. Для этого были изучены три тройные системы: фурфурол — о-нитрофенол — м-нитрофенол, фурфурол — о-нитрофенол — п-нитрофенол и фурфурол — м-нитрофенол — п-нитрофенол.

Исследование бинарных систем [1] показало, что фурфурол с м-нитрофенолом образует инконгруэнтно плавящееся соединение $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$. Эвтектическая точка соответствует 6 мол.% м-нитрофенола и -41° , переходная точка — 38 мол.% м-нитрофенола и 10° .

Фурфурол с п-нитрофенолом образует два инконгруэнтно плавящиеся соединения состава $2 C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$. Диаграмма плавкости характеризуется одной эвтектической точкой при 2 мол.% п-нитрофенола с температурой плавления -41° и двумя переходными точками при 31 и 53 мол.% п-нитрофенола с температурами 29 и 53° соответственно.

Фурфурол не образует соединения с о-нитрофенолом. Диаграмма плавкости характеризуется одной эвтектической точкой при 11 мол.% о-нитрофенола и -39° .

Системы м-нитрофенол — п-нитрофенол, м-нитрофенол — о-нитрофенол и п-нитрофенол — о-нитрофенол были изучены ранее [4]; их диаграммы плавкости характеризуются простыми эвтектическими точками.

Исходные вещества были предварительно очищены [1]. Исследования проводили визуально-политермическим методом путем определения температур исчезновения последних кристаллов. Растворы готовили весовым методом, концентрацию пересчитывали на молекулярные проценты.

Разрезы через тройные системы

Для изучения тройной системы фурфурол — о-нитрофенол — м-нитрофенол было проведено 8 сечений в направлениях, указанных на рис. 1. По этим данным построена диаграмма плавкости тройной системы и нанесены изотермы через каждые 10° . Диаграмма плавкости включает 4 поля кристаллизации: поле фурфурола занимает 1% от общей площади плоской диаграммы, поле о-нитрофенола — 38,8%, поле м-нитрофенола — 50,5% и поле кристаллизации соединения $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$ — 9,7%. Система характеризуется двумя тройными точ-

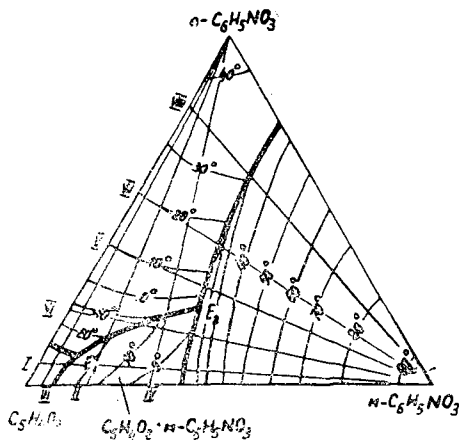


Рис. 1. Диаграмма плавкости тройной системы фурфурол — о-нитрофенол — м-нитрофенол.

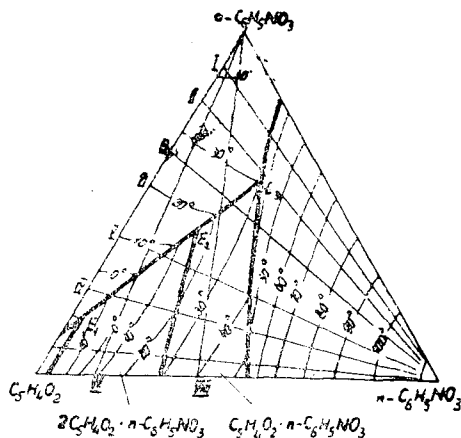


Рис. 2. Диаграмма плавкости тройной системы фурфурол — о-нитрофенол — п-нитрофенол.

ками: E_1 — 84 мол. % фурфурола, 8 мол. % о-нитрофенола и 8 мол. % м-нитрофенола при температуре -52° ; E_2 — 48 мол. % фурфурола, 21 мол. % о-нитрофенола и 31 мол. % м-нитрофенола при -5° .

В тройной системе фурфурол — о-нитрофенол — п-нитрофенол для выявления поверхности кристаллизации исследовано 8 разрезов (рис. 2). В этой системе проявилось 5 полей кристаллизации: поле кристаллизации фурфурола занимает 0,9% от общей площади плоской диаграммы плавкости, поле о-нитрофенола — 26,3%, поле п-нитрофенола — 40,6%, поле соединения состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 15% и поле $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 17,2%.

В системе имеются три тройные точки: E_1 — 81 мол. % фурфурола, 16 мол. % о-нитрофенола и 3 мол. % п-нитрофенола при температуре -42° ; E_2 — 40 мол. % фурфурола, 42 мол. % о-нитрофенола и 18 мол. % п-нитрофенола при 12° ; E_3 — 17 мол. % фурфурола, 57 мол. % о-нитрофенола и 26 мол. % п-нитрофенола при температуре 28° .

Поверхность кристаллизации тройной системы фурфурол — м-нитрофенол — п-нитрофенол была исследована путем изучения 11 сечений в направлениях, указанных на рис. 3. Полученная диаграмма плавкости включает 6 полей кристаллизации. Поле фурфурола занимает 0,5% от общей площади диаграммы, поле м-нитрофенола — 35%, поле п-нитрофенола — 35,4%, поле соединения состава $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$ — 4,4%, поле соединения фурфурола с п-нитрофенолом состава $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 13,1% и поле соединения состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 11,6%.

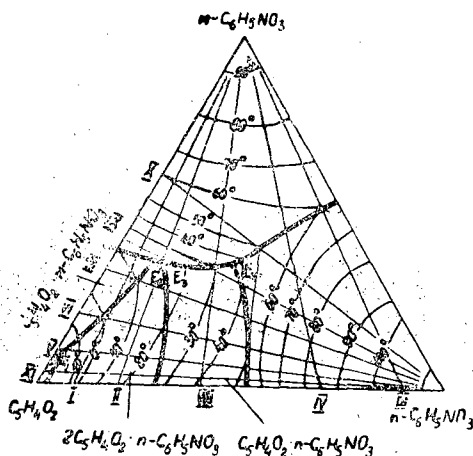


Рис. 3. Диаграмма плавкости тройной системы фурфурол — м-нитрофенол — п-нитрофенол.

Система характеризуется четырьмя тройными точками: E_1 — 90 мол. % фурфурола, 8 мол. % м-нитрофенола и 2 мол. % п-нитрофенола при температуре — 41,5°; E_2 — 54 мол. % фурфурола, 34 мол. % м-нитрофенола и 12 мол. % п-нитрофенола при 4°; E_3 — 52 мол. % фурфурола, 34 мол. % м-нитрофенола и 14 мол. % п-нитрофенола при температуре 6°; E_4 — 35 мол. % фурфурола, 35 мол. % м-нитрофенола и 30 мол. % п-нитрофенола при 33°.

Для исследованных тройных систем была составлена табл. 1, отражающая величину полей кристаллизации как чистых компонентов, так и соединений.

Таблица 1

Система	Поле кристаллизации, % от общей площади диаграммы плавкости						
	фурфу-рола	о-нитро-фенола	м-нитро-фенола	п-нитрофе-нола	соеди-нения фур-фуурола с м-нитро-фенолом	соединения фурфурола с п-нитро-фенолом состава 2:1	соединения фурфурола с п-нитро-фенолом состава 1:1
Фурфурол — о-нитрофе-нол — м-нитрофенол	1,0	38,8	50,5	—	9,7	—	—
Фурфурол — о-нитрофе-нол — п-нитрофенол	0,9	26,3	—	40,6	—	15	17,2
Фурфурол — м-нитрофе-нол — п-нитрофенол	0,5	—	35	35,4	4,4	11,6	13,1

Из данных табл. 1 видно, что поля кристаллизации фурфурола с п-нитрофенолом во всех изученных системах занимают большую площадь, следовательно, наблюдается и большая устойчивость комплексов по сравнению с полями соединения фурфурола с м-нитрофенолом. Комплексы фурфурола с п-нитрофенолом состава 1:1 более устойчивы, чем состава 2:1.

Комплекс фурфурола с м-нитрофенолом более устойчив в том случае, когда третий компонент — малоактивный о-нитрофенол, а площадь кристаллизации 9,7%, и менее устойчив, когда третий компонент — более активный п-нитрофенол и площадь кристаллизации 4,4%. В такой же закономерности уменьшаются поля кристаллизации комплексов фурфурола с п-нитрофенолом и поля кристаллизации чистых компонен-тов.

Выводы

1. Визуально-политермическим методом изучены тройные системы фурфурол — о-нитрофенол — м-нитрофенол, фурфурол — о-нитрофенол — п-нитрофенол и фурфурол — м-нитрофенол — п-нитрофенол.

2. Во всех системах проявились поля кристаллизации чистых компонентов, а также бинарных соединений фурфурола с м-нитрофенолом состава 1:1 и с п-нитрофенолом состава 2:1 и 1:1.

3. Отмечается более высокая устойчивость комплексов фурфурола с м-нитрофенолом и с п-нитрофенолом в присутствии малоактивного о-нитрофенола. Комплексы фурфурола с п-нитрофенолом состава 1:1 устойчивее, чем состава 2:1.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ. «Лесной журнал» № 5, 1969. 100—105. [2]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2,

1970. [3]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1970.
[4]. О. К. Хайшбашев, О. Ф. Богуш. АН СССР, Известия сектора физико-химического анализа, XVII, 1949, 130—137.

Поступила 30 октября 1970 г.

УДК 634.0.865

ДРЕВЕСНЫЕ ПЛАСТИКИ ИЗ ОПИЛОК

Т. С. КОРОМЫСЛОВА, И. А. ГАМОВА, Л. Н. НАТКИНА, Н. Я. СОЛЕЧНИК

Ленинградская лесотехническая академия

В Проблемной лаборатории древесноволокнистых плит и пластиков ЛТА в течение ряда лет проводятся исследования по получению пластиков из мелких отходов древесины обработкой последних мономерами и полимерами. Наиболее перспективно применение мономеров, содержащих реакционноспособные функциональные группы — карбоксильные, амидные, метанольные [1]—[4]. Взаимодействие функциональных групп применяемых реагентов с гидроксильными группами компонентов древесины, в результате чего блокируются наиболее гидрофильные группы древесного наполнителя, и образование полимера трехмерного строения способствуют получению материала с высокими физико-механическими свойствами.

Весьма эффективен способ обработки опилок мочевиной и формальдегидом и совместной поликонденсации их. Из литературы известно, что при совместной конденсации мочевины, моносахарида (или полисахаридов — крахмала, декстрина) и формальдегида получаются водостойкие прессовочные композиции [5], [9]. При этом возможны реакции как между аминной группой мочевины, так и метилольной группой мочевино-формальдегидного конденсата с гидроксильными группами углевода [10]. Формальдегид, как известно, также реагирует с углеводами с образованием формалей [8]. В относительно мягких условиях изготовления древесностружечных плит имеет место химическое взаимодействие с веществами клеточных стенок древесины [6], [7]. Подобное взаимодействие с древесиной можно ожидать при изготовлении пластиков.

Предварительные исследования на модельных веществах — глюкозе, мальтозе и декстрине — показали, что при применении мочевины и формальдегида получают термореактивные поликарбамидные соединения со степенью замещения ОН-групп углевода от 1 до 3. Отмечена прямая зависимость между молекулярным весом исходного углевода и водостойкостью готового продукта.

Дальнейшие исследования проводили с применением березовых опилок, исходных и подвергнутых мягкому гидролизу (обработка паром в течение 1 часа при температуре 180°C). Изучали условия совместной поликонденсации мочевины, формальдегида и компонентов древесины.

В результате отработан следующий режим. Березовые опилки, увлажненные до 50%, загружали в шнековый обогреваемый смеситель и добавляли мочевины, растворенную в формалине 40%-ной концентрации. Полученную композицию перемешивали при нагревании (температура 60°C) в течение 1 часа. (Во всех опытах поддерживали рН = 7,4—8,2, добавляя уротропин.) Пресскомпозицию сушили по установленному режиму при 60—80°C до влажности пресспорошка 3—4%. Установлено оптимальное содержание конденсационного раствора (35—45% от абс. сухого веса пресскомпозиции в пересчете на сухие мочевины и формальдегид). Например, рецептурный состав пресскомпозиции может быть следующим (вес. части): древесные опилки 100; мочевины 55,25; формальдегид 41,25; уротропин 3,75.

Отработан режим прессования пластиков: температура 145—150°C, удельное давление 150 кгс/см², продолжительность 1 мин на 1 мм толщины изделия.

Рис. 1. Кинетика изменения содержания метилольных групп и свободного формальдегида при взаимодействии мочевины и формальдегида (А), в присутствии 50% гидролизованных опилок (Б), 75% гидролизованных опилок (В) и 75% исходных опилок (Г).

I — растворение мочевины в формалине; II — конденсация мочевины и формальдегида в присутствии наполнителя; III — сушка прессмассы.

Получаемые пластики имеют следующие физико-механические показатели: объемный вес 1,3—1,4 г/см³; предел прочности при изгибе 850—900 кгс/см²; удельная ударная вязкость 3—4 кгс см/см²; истираемость 40—50 мг/см²; твердость по Бринелю 40—45 кгс/мм²; водопоглощение за 24 часа 0,7—0,8%. Высокая прочность и водостойкость получаемых пластиков обеспечивается, по нашему мнению, химическим взаимодействием применяемых реагентов с компонентами древесного наполнителя в процессе приготовления пресскомпозиции и прессования пластика.

При изучении изменения содержания метилольных групп (сплошная линия на рис. 1) и свободного формальдегида (пунктирная линия) найдено различие в расходе групп, вступающих в реакцию конденсации, осуществляемую без наполнителя (А) и в присутствии наполнителя (Б, В, Г). Количество метилольных групп и свободного формальдегида особенно быстро енижается (случай В) при применении 75% наполнителя, лигноуглеводный комплекс которого частично разрушен мягким гидролизом и содержит большое количество доступных гидроксильных групп. Как известно, гидролизованные и исходные опилки содержат примерно одинаковое количество легкогидролизуемых углеводов 12—16%, но в первых содержится в 10 раз больше водорастворимых, состоящих, в основном, из низкомолекулярных, а значит, более реакционноспособных углеводов.

Тот факт, что для достижения одинаковой водостойкости пластиков при использовании гидролизованных опилок требуется большее количество модифицирующего состава, чем при применении исходных опилок, очевидно, свидетельствует об основном влиянии степени блокировки доступных гидроксильных групп.

Косвенным свидетельством наличия адгезионной связи между наполнителем и связующим служат показатели физико-механических испытаний материала. Сравнение свойств пластиков (табл. 1), полученных с использованием в виде наполнителя древесных опилок и такого инертного наполнителя, как асбестовое волокно, подтверждает наши выводы. Об этом же говорят спектрограммы, снятые в инфракрасном свете, образцов пластиков, изготовленных с применением конденсационного раствора и мочевино-формальдегидной смолы (рис. 2). Спектр пластика из опилок содержит интенсивную полосу поглощения, обусловленную валентными колебаниями свободных ОН-групп (3610—

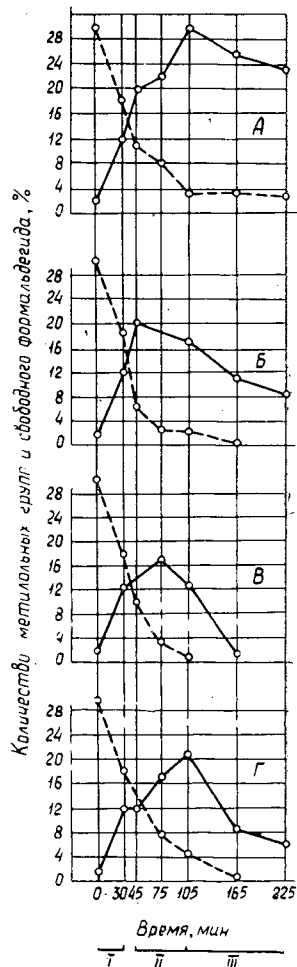


Таблица 1

Состав пресскомпозиции				Объемный вес, г/см ³	Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ²	Водопоглощение за 24 часа, %
наполнитель	%	связующее	%			
Гидролизованные березовые опилки	75	Мочевино-формальдегидный раствор	25	1,40	461	1,2
	50		50	1,42		
Березовые опилки	75	Смола М-19-62	25	1,41	252	Разрушился
	50		50	1,40		
То же	75	Мочевино-формальдегидный раствор	25	1,41	817	0,8
	50		50	1,40		
Асбестовое волокно	50	Мочевино-формальдегидный раствор	50	1,70	480	5,2
	50		50	1,65		

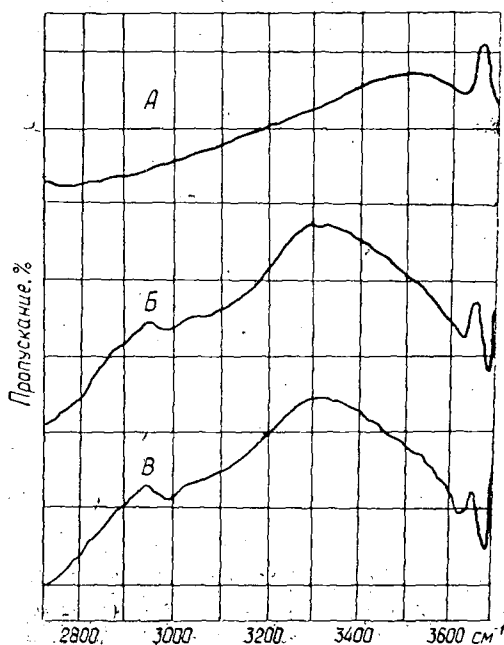


Рис. 2. ИК-спектры образцов пластиков из опилок.

А — из березовых опилок; Б — из опилок, обработанных смолой М-19-62; В — из опилок, обработанных мочевиной и формальдегидом.

3640 см^{-1}): Интенсивность поглощения свободных гидроксильных групп падает после обработки опилок смолой и особенно заметно — при поликонденсации мочевины и формальдегида в присутствии древесного наполнителя. Широкая полоса, соответствующая валентным колебаниям межмолекулярной водородной связи полимеров, в том числе ассоциированной NH-группой, находится в пределах 3200—3400 см^{-1} .

Взаимодействие применяемых реагентов углубляется при прессовании пластика с образованием стойкого к действию холодной и горячей воды комплекса с древесным наполнителем, о чем свидетель-

Таблица 2

Образец для анализа		Количество азота, %		
связующее	стадия переработки	в образце	в образце после экстракции	
			холодной водой	горячей водой
Раствор мочевины и формальдегида	Пресспорошок	15,25	2,4	2,25
	Пластик	15,20	14,7	12,0
Смола М-19-62	Пресспорошок	15,3	15,2	8,4
	Пластик	15,10	14,0	8,1

ствуют данные определения содержания азота в пресспорошке и пластике после исчерпывающей экстракции водой (табл. 2).

Таким образом, разработан простой способ получения из опилок пластиков с высокими физико-механическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Вихрева, Л. Н. Наткина, Н. Я. Солечник. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1970, 137—140. [2]. И. А. Гамова, Н. Я. Солечник. Материалы научно-технической конференции ЛТА, вып. 4, 1966, 160—163. [3]. И. А. Гамова. Исследование и разработка способа получения древесноволокнистых плит и пластиков повышенной прочности и водостойкости. Диссертация, Л., ЛТА, 1968. [4]. Б. К. Красноселов. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 19, № 2, 1966. [5]. Л. Лонг. Журн. «Сахарная промышленность» № 7, 1946, 10. [6]. Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965, 119. [7]. Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1969, 110—113. [8]. Дж. Ф. Уокер. Формальдегид. Изд. «Химия», М., 1957, 181. [9]. I. E. Degerich. Патент США, № 2 922 729, 26.1.1960. [10]. К. М. Gaver. Патент США, № 2 425 362, 29.11.1965.

Поступила 15 декабря 1970 г.

УДК 634.0.813

ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

СУЛЬФАТНАЯ ВАРКА ЛИСТВЕННИЦЫ С ДОБАВКАМИ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ И СЕРЫ

Л. Г. ХАУСТОВА, Г. М. ИОФФЕ, Р. З. ПЕН, Н. И. ИГНАТЬЕВА

Сибирский технологический институт

В последние годы в печати все более широко обсуждаются вопросы увеличения выхода технической целлюлозы из древесины путем повышения устойчивости углеводов к действию варочных реагентов. Известно, что карбонильные группы на концах полисахаридных цепей способствуют разрушению углеводов в щелочной среде [4]; восстановление или окисление концевых карбонильных групп делает полисахариды древесины более устойчивыми к действию щелочей. Благодаря этому добавление восстановителей или серы к сульфатному варочному раствору позволяет увеличить выход целлюлозы при сульфатной варке на 3—5% [1], [5]—[8].

Нами проведены сульфатные варки древесины лиственницы в присутствии серы, гидразина, гидроксилamina и борогидрида натрия. Измельченную в щелу древесину *Larix dahurica*, содержащую 12,3% арабиногалактана и 3,5% веществ, извлекаемых спирто-бензольным азетропом, варили в глицериновом батарейном автоклаве при гидромодуле 4,0. Серу и восстановители вносили в варочный раствор непосредственно перед началом варки. В зависимости от вида добавки варкам присвоены буквенные

обозначения: *A* — варка в присутствии серы в количестве 2% к весу абс. сухой древесины; *B* — в присутствии гидразина (2% к древесине); *C* — к варочному раствору прибавлен солянокислый гидроксилламин (3% к древесине); *D* — варка с борогидридом натрия (1% к древесине). Ампулы со щепой и варочным раствором погружали в глиcerin, предварительно нагретый до 75°. Продолжительность подъема температуры до конечной составляла 150 мин.

Переменные факторы процесса: x_1 — температура варки, °C; x_2 — продолжительность варки при конечной температуре, мин; x_3 — расход активной щелочи в единицах Na_2O , % к весу древесины; x_4 — сульфидность варочного раствора, %.

По окончании варок целлюлозу промывали, размалывали в мельнице ЦРА до 60°ШР, отливки бумаги изготавливали на аппарате Ралид — Кетен и испытывали по общепринятым методикам. Если после промывки целлюлозы на сетке счежи оставался непровар, его размалывали в шаровой мельнице и присоединяли к целлюлозе. Результаты варок оценивали следующими параметрами: y_1 — выход твердого остатка (целлюлозы и непровара), % к древесине; y_2 — выход непровара, % к древесине; y_3 — жесткость целлюлозы, единицы каппа; y_4 — разрывная длина, м; y_5 — сопротивление продавливанию, кг/см^2 ; y_6 — сопротивление раздиранию, Г; y_7 — число двойных перегибов.

Чтобы выявить влияние четырех переменных факторов варки и одновременно сравнить эффективность каждого из четырех добавляемых к варочному раствору реагентов, мы реализовали линейный ортогональный план типа 2^4 , совмещенный с «латинским квадратом» размера 4×4 [2]. Способ совмещения этих двух планов показан в табл. 1, а исходные данные для планирования — в табл. 2.

Таблица 1

Схема совмещения плана полного факторного эксперимента 2^4 с латинским квадратом 4×4

Показатели	+ x_2		- x_2		
	+ x_1	- x_1	+ x_1	- x_1	
+ x_4	+ x_3	A	B	C	D
	- x_3	D	A	B	C
- x_4	+ x_3	C	D	A	B
	- x_3	B	C	D	A

Примечание. Знак плюс указывает на «верхний» уровень значения соответствующего фактора; знак минус — на «нижний» уровень.

Таблица 2

Исходные данные для планирования эксперимента

Переменные факторы	x_1 , °C	x_2 , мин	x_3 , %	x_4 , %
«Основной» уровень X_{i_0}	172	75	17	24
Интервал варьирования λ_i	3	15	1	4
Верхний уровень +1	175	90	18	28
Нижний уровень -1	169	60	16	20

Опыты дублировались и рандомизировались во времени. Матрица планирования и результаты ее двукратной реализации приведены в табл. 3 (№ 1—16). Здесь же даны средние результаты двух варок (№ 17), проведенных без добавок, при значениях переменных факторов, соответствующих основному уровню.

Результаты экспериментов аппроксимировались полиномами общего вида

$$\hat{y} = b_0 + \sum_i^k b_i x_i + \sum_{i,j}^{C_2^k} b_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

Таблица 3

Матрица планирования и результаты ее реализации

№ п/п	x_1	x_2	x_3	x_4	Вид добавки	\bar{y}_1 , %	\bar{y}_2 , %	\bar{y}_3 , ед.	\bar{y}_4 , м	\bar{y}_5 , кг/см ²	\bar{y}_6 , Г	\bar{y}_7 , число двойных перегибов
1	1	1	1	1	A	40,67	0,00	24,35	6906	4,04	190	591
2	-1	1	1	1	B	41,81	1,75	34,90	7186	4,25	184	812
3	1	-1	1	1	C	42,15	1,65	30,75	6698	3,73	192	478
4	-1	-1	1	1	D	45,15	0,31	40,76	6821	3,76	162	513
5	1	1	-1	1	D	43,49	0,84	30,67	7154	4,00	152	672
6	-1	1	-1	1	A	45,33	2,99	47,76	7369	4,61	186	928
7	1	-1	-1	1	B	42,79	2,15	42,55	7179	4,40	190	752
8	-1	-1	-1	1	C	46,22	6,02	51,61	7002	4,16	178	652
9	1	1	1	-1	C	41,13	0,19	24,73	6738	3,58	186	505
10	-1	1	1	-1	D	44,38	0,44	37,08	6460	3,70	170	426
11	1	-1	1	-1	A	40,71	0,31	27,22	7057	3,92	186	699
12	-1	-1	1	-1	B	43,81	3,88	46,22	6400	3,68	218	420
13	1	1	-1	-1	B	41,71	2,49	31,44	6816	4,11	190	571
14	-1	1	-1	-1	C	44,78	4,03	47,11	5862	3,11	190	327
15	1	-1	-1	-1	D	44,58	2,22	43,39	6053	3,44	168	340
16	-1	-1	-1	-1	A	45,72	4,95	61,73	6113	3,60	192	428
17	0	0	0	0	б/д	39,40	0,19	31,28	6492	3,88	186	666

где k — число переменных факторов, включенных в исследование;
 $k = 4$.

Свободные члены b_{0A} , b_{0B} , b_{0C} и b_{0D} выражения (1) по каждому показателю определяли как средние в своих группах варок А, В, С и D; остальные коэффициенты b_i и b_{ij} вычисляли обычным способом [3]. Существенность коэффициентов проверяли с помощью t -критерия Стьюдента.

Коэффициенты регрессии, статистически значимые при 95%-ном доверительном интервале, приведены в табл. 4. Здесь же даны значения дисперсий воспроизводимости $s^2 \{y\}$ и дисперсионных отношений $F_{ад}$. Все математические модели оказались адекватными соответствующим поверхностям отклика при 5%-ном уровне значимости, за исключением модели y_4 , для которой $F_{ад} = 5,47 > F_{0,05}(12; 16) = 2,42$.

Таблица 4

Показатели	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
b_{0A}	43,11	2,06	40,26	6861	4,04	176	662
b_{0B}	42,53	2,57	38,78	6895	4,11	198	639
b_{0C}	43,57	2,97	38,55	6575	3,65	174	491
b_{0D}	44,40	0,95	37,97	6622	3,73	150	488
b_1	-1,25	-0,91	-7,00	—	—	—	—
b_2	-0,49	-0,55	-4,14	—	—	—	—
b_3	-0,93	-1,07	-5,64	—	—	—	—
b_4	—	—	—	301	0,24	—	105
b_{14}	—	—	—	-142	-0,10	—	-58
b_{34}	—	—	—	182	-0,13	—	-62
$s^2 \{y\}$	0,103	0,552	8,70	37954	0,015	80,5	6437
$s \{b_i\}$	0,080	0,186	0,74	48,70	0,031	3,14	20,0
$F_{ад}$	1,42	1,35	0,94	5,46	1,26	1,18	0,63

Независимые переменные в выражении (1) нормированы. Для перехода к натуральным значениям следует пользоваться формулами пересчета

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\lambda_i},$$

где X_i — переменные в натуральных единицах измерения.

Факт адекватности моделей почти по всем параметрам говорит о том, что влияние на процесс каждого из включенных в исследование переменных факторов проявляется в одинаковой степени, независимо от вида добавляемых к варочному раствору реагентов. Другими словами, при варках со всеми изученными нами добавками одинаковые изменения величины факторов x_1 , x_2 , x_3 и x_4 сопровождаются одинаковыми в статистическом смысле изменениями выходных параметров процесса.

Анализ результатов показывает, что введение в варочный раствор серы и восстановителей увеличивает выход твердого остатка после варки; одновременно с этим несколько повышается жесткость целлюлозы по сравнению с целлюлозой, полученной варкой без добавок. Для того чтобы иметь возможность объективно сравнить эффективность добавок, мы, пользуясь моделью по y_3 , вычислили время, необходимое для получения целлюлозы одной и той же жесткости (35 ед. каппа) для каждого вида добавок при неизменных прочих условиях варки, соот-

ветствующих основному уровню. Найденные значения X_2 были использованы для интерполяционного вычисления выхода и механических показателей целлюлозы с применением математических моделей $\hat{y}_1—\hat{y}_7$.

Таблица 5

№ п/п	X_2	Вид добавки	\hat{y}_1	\hat{y}_2	Выход целлюлозы $y_1—y_2$	\hat{y}_4	\hat{y}_5	\hat{y}_6	\hat{y}_7
1	90,7	A	42,60	1,48	41,12	6861	4,04	176	662
2	86,3	B	42,16	2,16	40,00	6895	4,11	198	639
3	85,6	C	43,22	2,59	40,63	6575	3,65	174	491
4	83,9	D	44,11	0,63	43,48	6622	3,73	150	488
5	63,8	б/д	39,76	0,60	39,16	9492	3,88	186	666

Примечание. Во всех случаях $X_1 = 172$, $X_3 = 17,0$; $X_4 = 24,0$; $\hat{y}_3 = 35,0$.

Значения выходных параметров, вычисленные интерполяцией к заданной жесткости, приведены в табл. 5. Существенность отличий в выходе и свойствах целлюлоз оценивали с помощью t -критерия для 5%-ного уровня значимости. Полученные результаты позволяют следующим образом ранжировать добавки по степени их влияния на процесс (в порядке убывания абсолютной величины параметров):

по продолжительности варки

$$D > C > A > B > \text{б/д};$$

по выходу твердого остатка

$$B, C > A > D, \text{ б д};$$

по выходу целлюлозы

$$D > A > C > B > \text{б/д};$$

по количеству непервара

$$B, C > A > D, \text{ б/д};$$

по сопротивлению продавливанию

$$A, B > C, D, \text{ б/д};$$

по сопротивлению раздиранию

$$B > \text{б/д} > A, C > D;$$

по излому

$$A, B, \text{ б/д} > C, D.$$

Различия целлюлоз разных типов варок по разрывной длине статистически незначимы.

Наиболее эффективным оказался борогидрид натрия, добавление которого к варочному раствору в количестве 1% от веса древесины увеличило выход целлюлозы более чем на 4%. Применение серы, гидразина и гидроксилamina в тех количествах, которые были приняты в наших экспериментах, оказалось малоэффективным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. А. Гугнин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1964, 160. [2]. Е. В. Маркова. Журн. «Заводская лаборатория» № 1, 1968, 60. [3]. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных эксперимен-

тов. Изд-во «Наука», М., 1965. [4]. Ю. Н. Непенин. Технология целлюлозы. ГЛБИ, М., 1963. [5]. Ю. Н. Непенин, Г. А. Пазухина. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966, 123. [6]. K. W. Clauton, L. M. Maggaccini. Svensk Papp, 69, 1966, 311. [7]. N. Hartler. Шведский патент № 207335. [8]. E. Wais, D. Ciobanu, N. Orza. Celul. si hirtie, 16, 1967, 15.

Поступила 1 декабря 1969 г.

УДК 634.0.813.13

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ВЫХОД ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Г. Л. АКИМ, Н. С. ВИШНЕВСКАЯ, А. Б. ПОЛЯК, Л. И. ИВАНОВА

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время к целлюлозе, предназначенной для переработки на волокна, предъявляют, в основном, требования в отношении ее химической чистоты: содержания α -целлюлозы, смол и жиров, зольных элементов и т. д. В то же время такие показатели целлюлозы, как молекулярная однородность, способность к набуханию, содержание окисленных групп, состояние надмолекулярной структуры, не лимитируются и пока являются дискуссионными. Однако перечисленные показатели в значительной степени определяют поведение целлюлозы при различных химических обработках. В связи с этим в ряде работ делаются попытки установить влияние молекулярных свойств и надмолекулярной структуры на поведение целлюлозы при переработке и на качество готового волокна [1]—[4].

Для получения высококачественных реакционноспособных целлюлоз необходимо выяснить влияние различных способов обработки как на химические свойства, так и на надмолекулярную структуру и конформацию элементарного звена, а также установить связь приведенных показателей с реакционной способностью целлюлозы. В данной работе мы ограничились изучением влияния условий облагораживания на изменение химических свойств.

В качестве исходного продукта нами была использована небеленая вискозная целлюлоза Приозерского завода со следующими химическими показателями: жесткость 42 перм. ед., содержание α -целлюлозы 86%, смол и жиров 1,75%, средняя степень полимеризации 954. После хлорирования жесткость целлюлозы равнялась 15 перм. ед., содержание α -целлюлозы 86,3%, пентозанов 3,6%, средняя степень полимеризации 905. Было проведено несколько серий опытов горячего облагораживания при разной концентрации едкого натра, различных температурах и продолжительности обработки. Концентрация массы во всех случаях составляла 10%. После облагораживания целлюлозу анализировали на содержание α -целлюлозы, лигнина, пентозанов, смол и жиров, определяли выход целлюлозы и среднюю степень полимеризации.

Данные о влиянии температуры горячего облагораживания на химические свойства целлюлозы представлены в табл. 1, из которой видно, что повышение температуры от 80 до 125°C приводит к увеличению содержания α -целлюлозы и падению выхода целлюлозы. При возрастании температуры от 125 до 140°C количество α -целлюлозы падает, что, очевидно, связано с явлениями деструкции макромолекул целлюлозы.

В условиях высоких температур происходит растворение не только гемицеллюлоз, но и сравнительно низкомолекулярных фракций целлюлозы, а также деструкция высокомолекулярных, что и приводит к уменьшению содержания α -целлюлозы. Падения вязкости при этом еще не наблюдается, что, по-видимому, связано с течением двух встречных процессов: растворения сравнительно низкомолекулярных фракций целлюлозы, увеличивающих вязкость, и деструкции высокомо-

Таблица 1

№ образца	Температура облагораживания, °С*	Выход целлюлозы, %	Содержание, %				Степень полимеризации (приведенная вязкость)
			α-целлюлозы	лигнина	пентозанов	смолы	
2	Хлорированная целлюлоза		86,3	—	3,62	0,585	905
3	80	92,5	92,2	0,76	3,17	0,32	1061
4	95	85,8	94,8	0,87	2,56	0,15	1156
5	110	81,5	95,6	0,77	—	0,29	1128
6	125	77,8	96,0	0,95	2,5	0,195	—
7	140	74,7	94,3	0,87	2,1	0,15	1186

* Облагораживание проводили в течение 2 час при концентрации NaOH 1%.

лекулярных фракций, приводящих к падению вязкости. При температуре 140°C наблюдается увеличение однородности структуры целлюлозы.

В табл. 2 представлены результаты облагораживания целлюлозы при различной концентрации едкого натра.

Таблица 2

№ образца	Концентрация NaOH, %*	Выход целлюлозы, %	Содержание, %				Степень полимеризации (приведенная вязкость)
			α-целлюлозы	лигнина	пентозанов	смолы	
2	Хлорированная целлюлоза		86,3	—	3,62	0,585	905
8	0,5	93,5	93,5	1,0	3,20	0,26	1092
4	1,0	85,8	94,8	0,87	2,56	0,15	1156
9	1,5	81,7	95,4	—	2,48	0,14	1174
10	2,0	80,5	95,8	0,76	2,45	0,12	1144

* Облагораживание проводили в течение 2 час при температуре 95°C.

Полученные данные показывают, что повышение концентрации щелочи от 0,5 до 2% уменьшает выход целлюлозы и увеличивает содержание α-целлюлозы. Облагораживание при концентрации едкого натра до 1,5% увеличивает степень полимеризации, однако дальнейшее повышение концентрации приводит к падению СП.

Таблица 3

№ образца	Продолжительность облагораживания, час*	Выход целлюлозы, %	Содержание, %				Степень полимеризации (приведенная вязкость)
			α-целлюлозы	лигнина	пентозанов	смолы	
2	Хлорированная целлюлоза		86,3	—	3,62	0,58	905
11	0,5	95,1	92,4	0,92	3,10	—	1079
12	1	91,8	93,2	0,92	2,60	0,20	1171
4	2	85,8	94,8	0,87	2,56	—	1156
13	3	84,2	96,2	0,95	2,30	0,15	1128

* Облагораживание проводили при концентрации NaOH 1% и температуре 95°C.

В табл. 3 представлены результаты облагораживания целлюлозы при различной продолжительности обработки. Увеличение продолжительности облагораживания от 0,5 до 3 час повышает содержание α -целлюлозы и понижает выход целлюлозы. Приведенная вязкость (или СП) повышается при увеличении продолжительности облагораживания до 2 час, а затем снижается.

Выводы

1. Изменение параметров процесса горячего облагораживания в пределах, допустимых в производственных условиях, приводит к различному выходу целлюлоз с заметно различающимися химическими свойствами.

2. При горячем облагораживании не следует стремиться к получению максимального содержания α -целлюлозы без учета таких экономических факторов, как выход целлюлозы и расход реагентов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. Трайбер. Химическая наука и промышленность, т. XI, № 6, 1966.
 [2]. А. Г. Яшунская, Е. М. Коновалова, Н. И. Шулятикова. «Химические волокна» № 3, 1966, стр. 35. [3]. В. Philipp, I. Baudisch. Das Papier № 10 A, 1965, стр. 749. [4]. В. Philipp, I. Baudisch. Faserforschung und Textiltechnik № 4, 16, 173, 1965.

Поступила 9 марта 1971 г.

УДК 547.992.3

О СВЯЗИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ С ВЯЗКОСТЬЮ В СЛАБЫХ РАСТВОРАХ ЛИГНИНА В ДИОКСАНЕ

В. В. НЕКРАСОВ

Архангельский лесотехнический институт

Сульфатный щелочной лигнин широко применяется в промышленности [1], [5]. Однако особенности его макромолекул изучены еще недостаточно, за исключением вязкости [7].

Наличие взаимосвязи между вязкостью (η) и электропроводностью (χ) в неводных растворах электролитов [3], [4], [8], [9] дает основание для одновременного исследования вязкости и электропроводности растворов лигнина в диоксане.

За основу были взяты уравнение Френкеля [9] для вязкости

$$\eta = \frac{kT\tau_0}{\pi\delta^2 2R} (1 + \gamma\varphi n_0) \exp\left[\frac{E_a}{kT}\right] \quad (1)$$

и уравнение для электропроводности кристаллов [2], [10]

$$\chi = A \exp\left[-\frac{E}{kT}\right] = \frac{n_0 e^2 a^2}{kT\tau} \exp\left[-\frac{E}{kT}\right], \quad (2)$$

где T — температура по шкале Кельвина;

k — постоянная Больцмана;

a — расстояние, проходимое ионами между двумя потенциальными ямами;

$2R$ — диаметр молекулы;

τ_0 — период колебания молекулы;

τ — период колебания заряженной вакансии в кристалле;

e — заряд;

E_a и E — энергия активации и диссоциации соответственно;

$1 + \gamma\varphi n_0 = \frac{\eta}{\eta_d}$ — относительная вязкость раствора полимера;

η_d — вязкость растворителя;

n_0 — концентрация заряженных вакансий.

Для исследования χ растворов лигнина положим, что макромолекулы лигнина-полиэлектролита [7] присоединяют все низкомолекулярные ионы. Найдем число молекул лигнина в единице объема как источников ионов $n_0 = \frac{N_A \rho \omega}{M_d}$, заряд e и период колебания иона в растворе τ и $\delta = a = 2R$. Согласно работе [6] диаметр молекулы $2R = (M_d / N_A \rho)^{1/3}$, где полагали, что средний молекулярный вес разбавленного раствора равен молекулярному весу растворителя — диоксиана (M_d) (растворы с $\omega \leq 2\%$), N_A — число Авогадро, ρ — плотность раствора, ω — весовой процент лигнина в растворе.

Интересно выяснить поведение трех произведений вязкости и электропроводности

$$\eta\chi = c_1; \quad (3)$$

$$\eta_d\chi = c_2; \quad (4)$$

$$\eta\chi^m = c_3. \quad (5)$$

В уравнении (2) преэкспоненциальный множитель после замены величин a и n_0 примет вид

$$A = e^3 N_A^{1/3} M_d^{2/3} (kT\tau M_d)^{-1} \rho^{1/3} \omega, \quad (6)$$

то есть при данной температуре величина A и, следовательно, χ должны быть линейными функциями ($\rho^{1/3} \omega$).

Нами исследовались растворы сульфатного щелочного лигнина опытно-промышленной партии марки ПП-67, полученного в Проблемной лаборатории Архангельского

Таблица 1

$\omega, \%$	$t, ^\circ\text{C}$	$\ln \eta\chi$	$\ln \eta_d \chi$	$\ln \eta\chi^m$	$\ln \eta A$	$\ln \eta A^m$
0,20	21	-23,79	-23,81	-18,29	-5,93	-6,16
	39	-23,66	-23,68	-18,31	-5,78	-6,15
	60	-23,57	-23,59	-18,32	-5,62	-6,13
	84	-23,41	-23,43	-18,31	-5,46	-6,11
0,40	21	-23,24	-23,28	-17,92	-6,08	-6,26
	39	-23,09	-23,13	-17,91	-5,92	-6,24
	60	-22,95	-22,99	-17,90	-5,73	-6,20
	84	-22,79	-22,83	-17,89	-5,53	-6,15
0,96	21	-22,37	-22,42	-17,30	-6,08	-6,25
	39	-22,26	-22,32	-17,33	-5,93	-6,24
	60	-22,14	-22,20	-17,36	-5,77	-6,22
	84	-22,01	-22,07	-17,35	-5,63	-6,21
1,99	21	-21,56	-21,71	-16,73	-6,00	-6,16
	39	-21,43	-21,56	-16,74	-5,84	-6,15
	60	-21,26	-21,41	-16,72	-5,65	-6,11
	84	-21,10	-21,25	-16,73	-5,47	-6,08
9,55	21	—	-20,11	—	—	—
	39	—	-19,97	—	—	—
	60	—	-19,86	—	—	—
	84	—	-19,73	—	—	—

лесотехнического института. Лигнин был освобожден от смолистых и водорастворимых веществ по методике, приведенной в работе [1], его кислотность 0,24%, зольность 0,45%.

Использовали 9,55%-ный раствор лигнина (с влажностью 4,5%) в диоксане, очищенного по методике, изложенной в работе Ю. К. Юрьева [11].

Состав растворов приведен в табл. 1, где представлены некоторые данные и для исходного раствора. Все измерения проводили в ультратермостате типа Е-149, вязкость измеряли вискозиметром Оствальда с диаметром капилляра 0,6 мм, а электропроводность — в ячейке с платиновыми электродами при помощи моста МОМ-3 в интервале температур 20—80°C. Ошибка при определении χ для одного и того же образца через одни сутки не превышала 5%. Предварительное увлажнение лигнина позволяет получать более или менее стабильные результаты для χ .

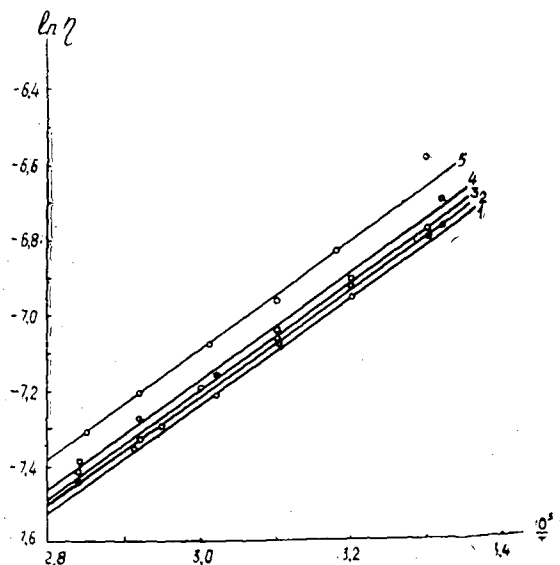


Рис. 1.

1 — диоксан; 2 — 0,2% ПП-67;
3 — 0,4; 4 — 0,96; 5 — 1,99% ПП-67.

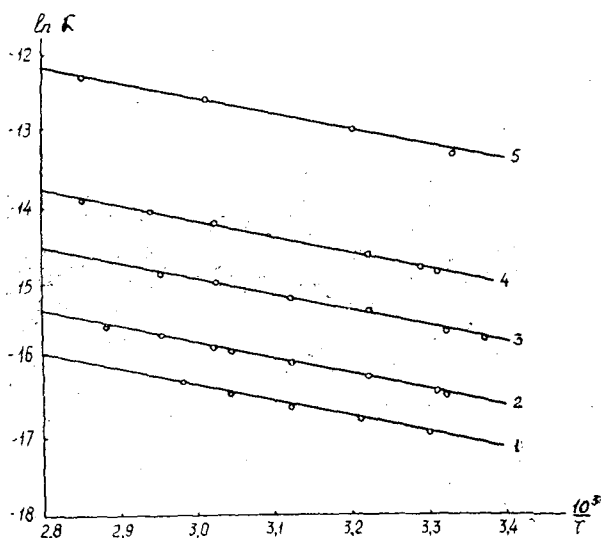


Рис. 2.

1 — 0,2% ПП-67;
2 — 0,4; 3 — 0,96;
4 — 1,99; 5 — 9,55% ПП-67.

Температурная зависимость вязкости растворов $\ln \eta = f_1\left(\frac{1}{T}\right)$ представлена на рис. 1. Эта зависимость образует семейство параллельных прямых, по наклону которых найдена величина $E_a = 2,00 \cdot 10^{-20}$ дж. Ошибка в определении E_a не превышала 5%.

На рис. 2 показана зависимость электропроводности от температуры. Семейство прямых $\ln \chi = f_2\left(\frac{1}{T}\right)$ имеет одинаковый наклон для всех концентраций, включая раствор с 9,55% лигнина. По графику рис. 2 найдено $E = 2,94 \cdot 10^{-20}$ дж. Ошибка в определении E не превышала 5%.

По экспериментальным данным (рис. 1 и 2) получен показатель степени в уравнении (5) $m = 0,680$. Все необходимые данные эксперимента и расчетов внесены в табл. 1.

Из рис. 1 и 2 следует, что энергии активации и диссоциации не зависят от концентрации растворов.

Данные, полученные по уравнению (5) и приведенные в табл. 1, показывают, что произведение $\eta \chi^m$ не зависит от температуры для данной концентрации и растет с ее увеличением. Произведения $\eta \chi$ и $\eta_{д} \chi$, как это следовало ожидать, растут с повышением температуры и концентрации.

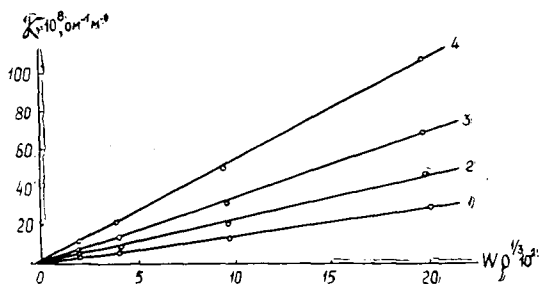


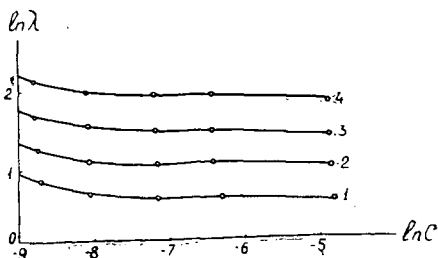
Рис. 3.

Кривая 1 — при температуре 21°;
2 — при 39°; 3 — при 60°; 4 — при 84°.

На рис. 3 представлена зависимость электропроводности растворов χ от $(\rho^{1/3} w)$. Как следует из уравнения (2) с учетом выражения (6), изотермы электропроводности должны быть линейными функциями $(\rho^{1/3} w)$. Опыт дает зависимость, близкую к линейной.

Интересно проверить, как меняется молярная электропроводность Λ с изменением молярной концентрации c . Зависимость $\ln \Lambda$ от $\ln c$ представлена на рис. 4, из которого видно, что с изменением концент-

Рис. 4.
Кривая 1 — при температуре 21°;
2 — при 39°; 3 — при 60°;
4 — при 84°.



рации при изотермических условиях величина $\ln \Lambda$ незначительно убывает, приблизительно до 0,4 вес. % ($\ln c = -8,0$), а затем практически не изменяется вплоть до 9,55 вес. % ($\ln c = -4,5$); однако с повышением температуры $\ln \Lambda$ заметно растет.

Учитывая связь электропроводности с вязкостью [4], [8], интересно проследить за ходом изменения величин $\ln \Lambda \eta$ и $\ln \eta \Lambda^m$ при изменении концентрации и температуры растворов. Из данных табл. 1 видно, что величина $\ln \eta \Lambda$ в пределах ошибки опыта не зависит от концентрации и является линейной функцией обратной температуры, наклон которой определяется величиной $\frac{E-E_a}{k}$. Выражение $\ln \eta \Lambda^m$ практически не зависит от концентрации и температуры и равно $-6,20 \pm 0,10$.

Выводы

1. Электропроводность растворов лигнина в диоксане — экспоненциальная функция температуры; при этом энергия диссоциации не зависит от концентрации раствора.

2. Экспериментальные данные по измерениям η и χ согласуются с уравнениями (1) и (2).

3. Произведение $\eta \chi^m$ не зависит от температуры при $m = 0,680$, то есть энергия активации в исследованных растворах лигнина в диоксане меньше энергии диссоциации макромолекул лигнина на ионы.

4. Величина $\ln \eta \Lambda$ не зависит от концентрации, но растет с температурой.

5. Выражение $\ln \eta \Lambda^m$ для растворов лигнина в диоксане — величина постоянная, не зависящая от концентрации и температуры.

В заключение автор выражает глубокую признательность проф. И. М. Боховкину за внимание, проявленное к данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. А. Ф. Иоффе. Физика полупроводников, АН СССР, М.—Л., 1957. [3]. В. А. Киреев. Курс физической химии. Госхимиздат, М., 1956. [4]. К. П. Мищенко, Г. М. Полторацкий. Вопросы термодинамики и строения водных и неводных растворов электролитов. 1961. [6]. В. И. Павлов. Механика, молекулярная физика. ГИТТЛ, М., 1955. [7]. О. М. Соколов. Диссертация. Архангельск, 1968. [8]. А. М. Сухотин. Вопросы теории растворов в средах с низкой диэлектрической проницаемостью. Изд-во «Химия», Л., 1968. [5]. В. М. Никитин. Лигнин. Гослесбумиздат, М.—Л., Госхимиздат, 1965. [9]. Я. И. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. АН СССР, М.—Л., 1945. [10]. Ч. Уэрт, Р. Томсон. Физика твердого тела. Изд-во «Мир», М., 1969. [11]. Ю. К. Юрьев. Практические работы по органической химии. Вып. II, изд. МГУ, 1957.

Поступила 18 ноября 1970 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 674

ПОТЕРИ ДРЕВЕСИНЫ В КАРАНДАШАХ
ПРИ ЛУЩЕНИИ НА СОВРЕМЕННЫХ СТАНКАХ

А. Ф. НИКОЛАЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Для решения поставленной задачи воспользуемся результатами, полученными в нашей работе [1].

В эксплуатируемых на производстве станках при существующей технологии и режимах лущения скорость вращения чурака, скручивающий момент и внутреннее трение оказывают слабое влияние на изменение границ устойчивого лущения. Поэтому условие устойчивости [1] можно записать в более простом виде

$$p \leq x^4 \varepsilon (\rho). \tag{1}$$

В это уравнение входят следующие параметры:

$p = \frac{P}{P_{\text{эк}}}$ — относительная осевая сжимающая сила;

$x = \frac{d}{d_k}$ — относительный диаметр карандаша;

$\varepsilon (\rho) = \frac{EI}{(EI)}$ — относительная жесткость на изгиб.

Переход к уравнению (1), по существу, расширяет границы устойчивости. Это расширение границы для наиболее неблагоприятных условий не превосходит 1%, поэтому такое упрощение вполне обоснованно.

Из работы [1] с учетом уравнения (1) функцию потерь можно записать в виде

$$\psi (p) = \int_{\varepsilon_{\min}}^{\varepsilon_0} \sqrt{\frac{p}{\varepsilon}} \varphi (\varepsilon) d\varepsilon + \int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon_{\max}} \varphi (\varepsilon) d\varepsilon, \tag{2}$$

где $\varphi (\varepsilon)$ — плотность вероятности относительной жесткости на изгиб (подчинена нормальному закону распределения с параметрами $m_\varepsilon = 1$, $\sigma_\varepsilon = 0,20$);

ε_0 — точка разрыва, определяемая уравнением

$$f (p, \varepsilon_0) = 1, \tag{3}$$

откуда с учетом уравнения (1) следует, что $\varepsilon_0 = p$.

С соответствием со сказанным, функция потерь определяется суммой двух интегралов

$$\begin{aligned} \psi (p) = & \int_{\varepsilon_{\min}}^p \sqrt{\frac{p}{\varepsilon}} \cdot \frac{\exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{m - \varepsilon}{\sigma} \right]^2 \right\}}{\sigma \sqrt{2\pi}} d\varepsilon + \\ & + \int_p^{\varepsilon_{\max}} \frac{\exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{m - \varepsilon}{\sigma} \right]^2 \right\}}{\sigma \sqrt{2\pi}} d\varepsilon. \end{aligned} \tag{4}$$

Здесь для простоты опущены индексы ϵ у величин m и σ .

Численное интегрирование уравнения (4) для указанных выше параметров проводили на ЭЦВМ. Результаты вычисления приведены на рис. 1, где по оси абсцисс отложены значения относительной осевой силы p , а по оси ординат — функция потерь $\psi(p)$.

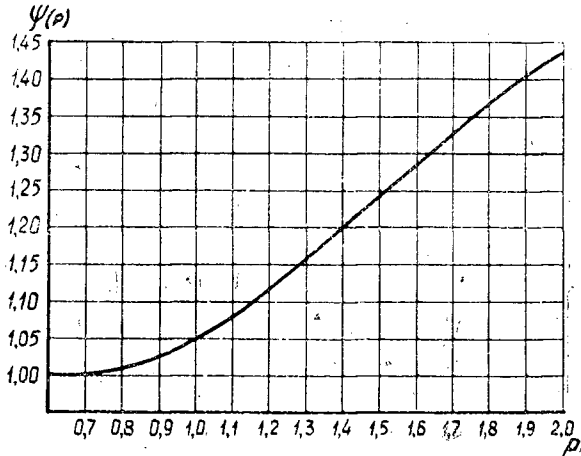


Рис. 1.

Из физики процесса лущения следует, что все карандаши, у которых $\epsilon_i < \epsilon_0 = p$, имеют диаметры $d_i > d_k$ и процесс до конца ($d_i = d_k$) не доводится. Поэтому можно записать

$$N = N_1 + N_2, \quad (5)$$

где N — количество чураков в достаточно большой партии (одновременно это количество карандашей, полученных после окончания процесса лущения);

N_1 — количество чураков в партии, имеющих $\epsilon_i < \epsilon_0 = p$ (одновременно это количество карандашей, у которых $d_i > d_k$);

N_2 — количество чураков в партии, у которых $\epsilon_i \geq \epsilon_0 = p$ (одновременно это количество карандашей, у которых $d_i = d_k$).

Зная плотность вероятности для относительной жесткости на изгиб, получим

$$N_1 = N \int_{\epsilon_{min}}^p \frac{\exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{m-\epsilon}{\sigma}\right]^2\right\}}{\sigma \sqrt{2\pi}} d\epsilon. \quad (6)$$

Введя подстановку $z = \frac{m-\epsilon}{\sigma}$ и преобразовав подынтегральное выражение (6), найдем

$$N_1 = N [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)], \quad (7)$$

где $\Phi(z)$ — табулированная функция Лапласа;

$$z_2 = \frac{m-\epsilon_{min}}{\sigma}; \quad z_1 = \frac{m-p}{\sigma}.$$

Если учесть необходимость нормирования функции Лапласа к 0,5 при $\epsilon_0 = m = p$ (из-за усеченного характера нормального закона), тогда

$$N_1 = N \left[0,5 - \Phi \left(\frac{m-p}{\sigma} \right) \right]. \quad (8)$$

Формула (8) позволяет определить количество карандашей, имеющих диаметр больший, чем d_k , то есть устанавливается количество чураков N_1 из партии N , при лущении которых процесс не может быть доведен до конца.

Введем функцию $F(p)$ по соотношению

$$F(p) = 0,5 - \Phi(z),$$

тогда

$$N_1 = N \cdot F(p),$$

где значения $F(p)$ определяются из данных рис. 2 по заданной величине p .

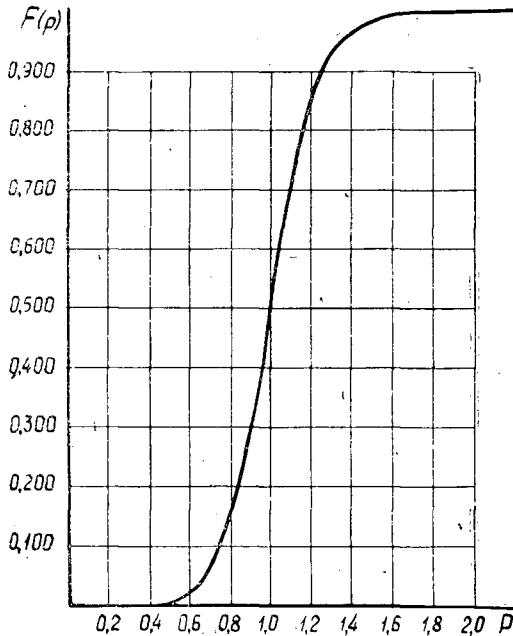


Рис. 2.

Пример расчета потерь древесины в карандашах

Разлущиваемое на станке сырье имеет следующие характеристики [1]: $E = 0,80 \cdot 10^5$ кг/см²; $\sigma = 0,16 \cdot 10^5$ кг/см²; $E_{min} = 0,16 \cdot 10^5$ кг/см²; $E_{max} = 1,44 \cdot 10^5$ кг/см².

В этом случае относительные параметры: $m = 1$; $\sigma = 0,2$; $\epsilon_{min} = 0,2$; $\epsilon_{max} = 1,8$.
Лущение ведется на станке с гидравлическим приводом зажима и постоянным усилием. Разлущивается сырье длиной $l = 1630$ мм до диаметра карандаша $d_k = 60$ мм. При этих данных критическая сила, соответствующая диаметру карандаша,

$$P_{ЭК} = \left(\frac{\pi}{l} \right)^2 EI = 1900 \text{ кг}.$$

При осевой силе $P = 3600$ кг/см² относительная осевая сила в конце лущения

$$p = \frac{P}{P_{ЭК}} = 1,90.$$

Количество карандашей, имеющих диаметр свыше 60 мм, определяется выражением

$$F(1,9) = \int_{0,2}^{1,9} \frac{\exp\{-0,5(5-5\varepsilon)^2\}}{0,2\sqrt{2\pi}} d\varepsilon = \int_{-4,5}^{+4,0} \frac{\exp\{-0,5z^2\}}{\sqrt{2\pi}} dz = 0,9999,$$

то есть практически все карандаши имеют диаметр больше 60 мм.

Потери древесины по объему карандашей определяются формулой

$$\psi(1,9) = \int_{0,2}^{1,9} \sqrt{\frac{1,9}{\varepsilon}} \frac{\exp\{-0,5(5-5\varepsilon)^2\}}{0,2\sqrt{2\pi}} d\varepsilon + \int_{1,9}^{+\infty} \frac{\exp\{-0,5(5-5\varepsilon)^2\}}{0,2\sqrt{2\pi}} d\varepsilon = 1,4011.$$

В этой формуле во втором интеграле вместо верхнего предела ε_{max} принято $+\infty$, так как для нормального усеченного закона (по положительной полуоси) правая ветвь уходит к $+\infty$. Вообще при $p=1,9$ второй интеграл можно полагать равным нулю, так как даже при распространении на всю положительную полуось он не превосходит 0,000007. С точностью до 0,001 для всех значений p , удовлетворяющих соотношению

$$p = m + 3\sigma,$$

вторым интегралом уравнения (4) можно пренебречь.

Вместо непосредственного расчета $F(p)$ и $\psi(p)$ можно воспользоваться графиками рис. 1 и 2.

Для принятых условий объем полученных карандашей превосходит расчетный на 40%; при этом средний диаметр карандашей, вычисленный по среднему объему,

$$d_{cp} = d_k \sqrt{\psi(p)} = 60 \sqrt{1,4011} = 71 \text{ мм.}$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Ф. Николаев. Связь потерь древесины в карандашах с параметрами лущения. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1971.

Поступила 28 апреля 1970 г.

УДК 519:65.011.56

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ И ИНТЕРВАЛОВ КВАНТОВАНИЯ

Г. А. ЖОДЗИШСКИЙ

Ленинградский институт текстильной промышленности

Измерение круглых лесо- и пиломатериалов связано с проблемой рациональной оценки точности, поскольку она определяет степень сложности, стоимости и надежности измерительных устройств. Исчерпывающая характеристика измерений — полное описание закона распределения вероятностей погрешностей, более краткая характеристика — предельное значение погрешностей при заданной доверительной вероятности. Однако точность измерения однозначно не определяется ни одной из известных классических характеристик: ни предельной, ни среднеквадратической величинами, поскольку они не учитывают форму кривой закона распределения вероятностей погрешностей [4]. Как было показано в работе К. Шеннона [6], единым критерием оценки точности могут служить лишь информационные критерии. Критерием отдельного измерения может служить характеристика, называемая энтропийным значением погрешности, однозначно определяющая дезин-

формационное действие погрешностей. Интервал неопределенности Δ_x находят из выражения для условной энтропии по формуле [5]

$$\Delta_x = \frac{1}{2} \exp H\left(\frac{X}{Z}\right), \quad (1)$$

где $H(X/Z)$ — условная энтропия величины X , реализовавшейся как Z .

В данной статье устанавливаются статистические связи между точностью измерения линейных и объемных параметров круглых лесных материалов и интервалом квантования шкалы диаметров.

Пусть D — случайная величина вершинного диаметра бревна, а Δ — неслучайная, равная интервалу квантования шкалы диаметров. Из физических представлений можно утверждать, что вероятность попадания в любую точку интервала значений диаметра D одинакова. Иначе, распределение плотности вероятностей в пределах градиационного интервала имеет вид

$$f(D) = \begin{cases} \frac{1}{\Delta} & \text{при } d_0 - \frac{\Delta}{2} \leq D < d_0 + \frac{\Delta}{2} \\ 0 & \text{при } d_0 + \frac{\Delta}{2} \leq D < d_0 - \frac{\Delta}{2}. \end{cases} \quad (2)$$

Для определенности левую границу будем включать в данный интервал, правую — нет.

Тогда неопределенность результата измерения случайной величины D , попавшей в данный интервал,

$$H(D) = - \int_{d_0 - \frac{\Delta}{2}}^{d_0 + \frac{\Delta}{2}} f(D) \ln f(D) dD = \ln \Delta. \quad (3)$$

Используя соотношение (1), получим очевидный результат, что энтропийный интервал неопределенности оценки диаметров составляет $\frac{\Delta}{2}$. Затем определим неопределенность оценки объемов бревен, вызываемую квантованием шкалы диаметров. Объем бревна запишем в виде

$$V = \frac{\pi L}{4} \left(D^2 + 2DL \operatorname{tg} \alpha + \frac{4}{3} L^2 \operatorname{tg}^2 \alpha \right). \quad (4)$$

Распределение плотностей вероятностей объема [1]

$$g(V) = f[D(V)] \cdot |D'(V)|, \quad (5)$$

где $D(V)$ — функция, обратная функции (4).

Выполнив необходимые преобразования, получим

$$g(V) = \frac{1}{\Delta \sqrt{\pi L V - \frac{\pi^2 L^4 \operatorname{tg}^2 \alpha}{12}}}. \quad (6)$$

Неопределенность оценки объемов бревен, вызванная квантованием шкалы диаметров, можно оценить следующим образом:

$$H(V) = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{\Delta \sqrt{\pi L V - \frac{\pi^2 L^4 \operatorname{tg}^2 \alpha}{12}}} \ln \frac{1}{\Delta \sqrt{\pi L V - \frac{\pi^2 L^4 \operatorname{tg}^2 \alpha}{12}}}, \quad (7)$$

где V_1 и V_2 — объемы, соответствующие значениям диаметров

$$\left(d_0 - \frac{\Delta}{2}\right) \text{ и } \left(d_0 + \frac{\Delta}{2}\right).$$

Выполнив интегрирование, после несложных преобразований получим

$$H(V) = \ln \frac{\pi L \Delta}{2l} \cdot \frac{\left(d_0 + L \operatorname{tg} \alpha + \frac{\Delta}{2}\right)^{\frac{d_0 + L \operatorname{tg} \alpha + \frac{\Delta}{2}}{\Delta}}}{\left(d_0 + L \operatorname{tg} \alpha - \frac{\Delta}{2}\right)^{\frac{d_0 + L \operatorname{tg} \alpha - \frac{\Delta}{2}}{\Delta}}}. \quad (8)$$

В соответствии с выражением (1) интервал неопределенности объема, вызываемый квантованием шкалы,

$$\Delta_d(V) = \frac{\pi L \Delta}{4l} \left(d_0 + L \operatorname{tg} \alpha + \frac{\Delta}{2}\right) \varphi(\Delta), \quad (9)$$

где
$$\varphi(\Delta) = \left(1 + \frac{1}{\frac{d_0 + L \operatorname{tg} \alpha - \frac{\Delta}{2}}{\Delta}}\right)^{\frac{d_0 + L \operatorname{tg} \alpha - \frac{\Delta}{2}}{\Delta} - \frac{1}{2}}. \quad (10)$$

Выражение (10) — ограниченная сверху величина. С возрастанием $n = \frac{d_0 + L \operatorname{tg} \alpha - \frac{\Delta}{2}}{\Delta}$ оно стремится к значению, равному l . Заменяв в выражении (9) величину $\varphi(\Delta)$ предельным значением, получим

$$\Delta_d(V) \approx \frac{\pi L \Delta}{4} \left(d_0 + L \operatorname{tg} \alpha + \frac{\Delta}{2}\right). \quad (11)$$

Точное значение $\Delta_d(V)$ несколько меньше. Оценим сделанное допущение. Биномиальное разложение выражения (10) имеет вид

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = \sum_{r=0}^{\infty} \binom{n}{r} \frac{1}{n^r}. \quad (12)$$

С другой стороны, воспользуемся выражением числа l в виде [3]

$$l = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{r!} \quad (\text{здесь } 0! = 1). \quad (13)$$

Отсюда допустимая ошибка, определяемая разностью выражений (12) и (13),

$$R_n = \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{r!} \left[1 - \prod_{k=1}^{r-1} \left(1 - \frac{k}{n}\right)\right]. \quad (14)$$

Уже при $n = 6$ $R_n = 0,192$, а при $n = 10$ $R_n = 0,134$.

Соотношение (12) перепишем в виде

$$\Delta^2 + 2(d_0 + L \operatorname{tg} \alpha) \Delta - \frac{s \Delta_d(V)}{\pi L} = 0. \quad (15)$$

Зависимость (15) устанавливает однозначную связь между интервалами квантования шкалы диаметров и неопределенностью оценки объемов круглых лесоматериалов.

В табл. 1 приведены вычисленные на ЭВМ по формуле (11) значения Δ_V для трех постоянных величин $L = 4; 5$ и 6 м при $\Delta = 2$ см и d_0 , изменяющемся в диапазоне 10—70 см.

Таблица 1

Таблица интервалов квантования диаметра

d_0	$L = 4$ м		$L = 5$ м		$L = 6$ м	
	Δ_{VT}	Δ_d	Δ_{VT}	Δ_d	Δ_{VT}	Δ_d
10	0,01600	0,03680	0,02200	0,03880	0,02800	0,03966
12	0,02000	0,03981	0,02400	0,03734	0,03000	0,03770
14	0,02200	0,03901	0,02700	0,03743	0,03200	0,03611
16	0,02500	0,03981	0,03200	0,03977	0,03900	0,03946
18	0,02700	0,03914	0,03400	0,03860	0,03600	0,03368
20	0,03100	0,04103	0,04000	0,04145	0,05000	0,04225
22	0,03200	0,03923	0,04000	0,03854	0,05000	0,03935
24	0,04000	0,04507	0,05000	0,04434	0,06000	0,04363
26	0,04000	0,04228	0,05000	0,04163	0,06000	0,04101
28	0,04000	0,03980	0,05000	0,03922	0,07000	0,04470
30	0,05000	0,04638	0,06000	0,04403	0,07000	0,04230
32	0,05000	0,04397	0,06000	0,04176	0,07000	0,04014
34	0,05000	0,04178	0,06000	0,03970	0,08000	0,04334
36	0,05000	0,03980	0,07000	0,04381	0,08000	0,04134
38	0,05000	0,03799	0,07000	0,04185	0,08000	0,03950
40	0,06000	0,04325	0,07000	0,04005	0,10000	0,04680
42	0,06000	0,04145	0,08000	0,04364	0,09000	0,04061
44	0,07000	0,04613	0,09000	0,04692	0,10000	0,04317
46	0,07000	0,04437	0,08000	0,04033	0,11000	0,04552
48	0,07000	0,04274	0,09000	0,04351	0,11000	0,04388
50	0,08000	0,04686	0,10000	0,04645	0,12000	0,04605
52	0,08000	0,04526	0,10000	0,04488	0,12000	0,04450
54	0,09000	0,04901	0,11000	0,04757	0,13000	0,04650
56	0,09000	0,04745	0,11000	0,04607	0,13000	0,04504
58	0,08000	0,04104	0,11000	0,04465	0,14000	0,04690
60	0,10000	0,04937	0,12000	0,04712	0,13000	0,04236
62	0,09000	0,04330	0,11000	0,04206	0,14000	0,04420
64	0,09000	0,04207	0,11000	0,04087	0,12000	0,03699
66	0,09000	0,04090	0,11000	0,03974	0,13000	0,03889
68	0,10000	0,04408	0,12000	0,04209	0,14000	0,04068
70	0,10000	0,04293	0,12000	0,04099	0,14000	0,03962

Интересно было сравнить полученные величины Δ_V с интервалами, приведенными в основной таблице ГОСТа 2708—44. Для этого вычисляли разности смежных табличных объемов Δ_{VT} , которые оказались существенно больше соответствующих им Δ_V . Используя величины Δ_{VT} , по формуле (15) также вычисляли соответствующие им интервалы квантования диаметров. Результаты представлены в табл. 2. Интервалы квантования диаметров для различных смежных значений табличных объемов лежат в диапазоне 2—14 см. Полученный результат вполне естествен, поскольку в последнем случае нами не были учтены энтропии определения длин и сбega круглых лесоматериалов. Очевидно, кубатурные таблицы, предусматривая влияние последних факторов, должны иметь $\Delta_{VT} > \Delta_V$.

В заключение отметим, что аналогично выполняется исследование влияния квантования шкал линейных размеров на погрешности оценки объемов пиломатериалов.

Таблица 2

Таблица интервалов квантования объемов Δ_V

d_0	$L = 4 \text{ м}$	$L = 5 \text{ м}$	$L = 6 \text{ м}$
10	0,00817	0,01060	0,01319
12	0,00942	0,01217	0,01508
14	0,01068	0,01374	0,01696
16	0,01194	0,01532	0,01885
18	0,01319	0,01689	0,02073
20	0,01445	0,01846	0,02262
22	0,01571	0,02003	0,02450
24	0,01696	0,02160	0,02639
26	0,01822	0,02317	0,02827
28	0,01948	0,02474	0,03016
30	0,02073	0,02631	0,03204
32	0,02199	0,02788	0,03393
34	0,02325	0,02945	0,03581
36	0,02450	0,03102	0,03770
38	0,02576	0,03259	0,03958
40	0,02702	0,03416	0,04147
42	0,02827	0,03574	0,04335
44	0,02953	0,03731	0,04524
46	0,03079	0,03888	0,04712
48	0,03204	0,04045	0,04901
50	0,03330	0,04202	0,05089
52	0,03456	0,04359	0,05278
54	0,03581	0,04516	0,05466
56	0,03707	0,04673	0,05655
58	0,03833	0,04830	0,05843
60	0,03958	0,04987	0,06032
62	0,04084	0,05144	0,06220
64	0,04210	0,05301	0,06409
66	0,04335	0,05459	0,06597
68	0,04461	0,05616	0,06786
70	0,04587	0,05773	0,06974

Выводы

1. Показана методика оценки точности измерения линейных размеров и объемов круглых лесо- и пиломатериалов в зависимости от ширины интервалов квантования шкалы линейного размера. Методика учитывает законы распределения вероятностей погрешностей и основана на применении статистических критериев точности.

2. На примере определения интервалов неопределенности линейных и объемных параметров круглых лесных материалов исследована таблица ГОСТа 2708—44. При использовании методики обмера вершинных диаметров через каждые 2 см получили, что вычисленные интервалы неопределенности оценки объемов меньше интервалов, приведенных в таблицах ГОСТа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. Изд. «Наука», М., 1964. [2]. Ст. Голдман. Теория информации. ИИН, М., 1968. [3]. Э. Маделунг. Математический аппарат физики. Физматгиз, М., 1960. [4]. С. Ф. Маликов, Н. И. Тюрин. Введение в метрологию. Изд. «Стандарт», 1965. [5]. П. В. Новицкий. Основы информационной теории измерительных устройств. Изд. «Энергия», М.—Л., 1968. [6]. К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1969.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.79

**К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

С. В. ПОЧИНКОВ

ЦНИИМЭ

В Типовой методике, утвержденной постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и президиума АН СССР от 8 сентября 1969 г. [4], освещен порядок определения эффективности отдельно взятых технических мероприятий на основе исчисления «сроков окупаемости» дополнительных капиталовложений. Но эффективных мероприятий (со сроком окупаемости меньше нормативного), как правило, всегда больше, чем можно внедрить, исходя из размеров фонда капиталовложений. Необходимо поэтому для каждого года определять оптимальные наборы технических мероприятий и объемы их внедрения. В некоторой степени эта задача решена [3]. Однако оптимизация планов технического развития на уровне предприятий имеет смысл только в том случае, если предварительно решена проблема технического развития в отраслевом и межотраслевом аспекте, если смежные отрасли производят в данный момент и будут производить в перспективе именно такие машины, механизмы, оборудование, материалы и т. д., применение которых позволит достичь максимальных темпов роста производительности труда в масштабе народного хозяйства в целом.

Современная практика перспективного планирования технического развития отрасли имеет ряд недостатков. Перспективные планы составляются в одном варианте. При этом рассчитанная потребность в капитальных затратах, как выясняется после проведения межотраслевых балансовых расчетов, как правило, в несколько раз превышает фонды, которые могут быть выделены отрасли. В материально-вещественном аспекте это означает, что намечаемая для внедрения новая техника производится машиностроительными заводами в недостаточных масштабах или не производится совсем. Поэтому складывающаяся структура капиталовложений в «натуре» формируется не на основе научного анализа и расчетов, а обуславливается в основном пропорциями, сложившимися в народном хозяйстве ранее.

За основу предлагаемой ниже схемы оптимизации перспективных планов технического развития отрасли приняты следующие положения.

1. Локальный показатель эффективности капитальных затрат, применяемый на уровне отдельно взятых хозрасчетных звеньев (предприятий, объединений, отраслей) должен быть задан в стоимостной форме. Таким показателем может служить нормативный коэффициент сравнительной эффективности дополнительных капиталовложений.

2. На уровне хозрасчетных звеньев проблема капиталовложений может быть поставлена в динамике как задача на максимум суммарной экономии, полученной за ряд лет перспективного периода в результате осуществления технических мероприятий.

3. Решить основную задачу народнохозяйственного планирования — распределить капитальные ресурсы по отраслям и предприятиям и составить планы производства в оптимальных пропорциях — можно путем итеративных расчетов на основе перебора вариантов оптимальных планов предприятий (на уровне отрасли) и планов отраслей (на уровне хозяйства в целом). Варианты оптимальных планов технического развития предприятий составляются на основе предлагаемой ниже экономико-математической модели.

Под оптимальным перспективным планом технического развития лесозаготовительного предприятия понимается совокупность мероприятий, осуществляемых по всем направлениям технического прогресса в течение планового периода работы предприятий за счет амортизационных отчислений и прибыли и позволяющих достигнуть максимальной экономии на эксплуатационных издержках, подсчитываемой нарастающим итогом за ряд лет. Направления технического прогресса следует разделять по объектам, то есть по отдельным операциям или совокупностям операций, входящим в технологический процесс лесозаготовительного производства и выполняемым одной машиной или системой машин.

Примем следующие обозначения: i — индекс объектов; λ — индекс уровня капиталоемкости технического мероприятия, планируемого к внедрению; s — индекс уровня капиталоемкости технических средств, действующих на данном предприятии; t — очередной год планового периода; m — количество объектов; n — продолжительность планового периода; I_i — множество вариантов капиталоемкости мероприятий по техническому оснащению i -того объекта; $\mathcal{E}_{i\lambda s}$ — условно-годовая экономия, получаемая при реализации λ -го варианта технического оснащения i -того объекта, внедряемого вместо s -го базового варианта; $K_{i\lambda}$ — стоимость единицы λ -го варианта технического оснащения i -того объекта; $X_{i\lambda t}$ — количество единиц λ -го варианта технического оснащения i -того объекта, внедряемых в t -ом году планового периода; $Y_{i\lambda t}$ — количество единиц λ -го варианта технического оснащения i -того объекта, выбывающих в t -ом году по причине физического износа; $Z_{i\lambda(t-1)}$ — количество единиц λ -го варианта технического оснащения i -того объекта, выбывших в $t-1$ -ом году по причине физического и морального износа; $B_{i\lambda t}$ — годовая выработка единицы λ -го варианта технического оснащения i -того объекта в t -ом году; Q_{it} — объем производства на i -том объекте в t -ом году; $\alpha_{i\lambda}$ — норма амортизации для λ -го варианта технического оснащения i -того объекта; k_1 — норматив отчислений в бюджет от стоимости основных производственных фондов (плата за фонды); k_2 — норматив отчислений от стоимости основных производственных фондов в фонд развития предприятия; k_3 — норматив отчислений в фонд развития от экономии на себестоимости продукции, достигаемой в результате внедрения новой техники.

План технического оснащения предприятия должен удовлетворять условиям

$$\sum_{i\lambda} K_{i\lambda} (X_{i\lambda t} + Y_{i\lambda t}) \leq \sum_{i\lambda t} K_{i\lambda} (X_{i\lambda t} - Z_{i\lambda(t-1)}) \cdot (k_1 + \alpha_{i\lambda} k_2) + \sum_{i\lambda t} \mathcal{E}_{i\lambda s} X_{i\lambda t} \cdot k_3; \quad (1)$$

$$\sum_{i\lambda t} B_{i\lambda t} (X_{i\lambda t} - Z_{i\lambda(t-1)}) = Q_{it}; \quad (2)$$

$$X_{i\lambda t} \geq 0; \quad Y_{i\lambda t} \geq 0; \quad Z_{i\lambda(t-1)} \geq 0, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, \dots, m$; $\lambda \in I_i$; $t = 1, 2, \dots, n$.

Требуется определить $X_{i\lambda t}$ при обеспечении условий (1) — (3) и достижении

$$\max \left\{ \sum_{i\lambda t} \partial_{i\lambda s} X_{i\lambda t} \right\}. \quad (4)$$

Рассмотренная модель перспективного плана технического оснащения предприятия является открытой динамической экономико-математической моделью. Подобные задачи решаются методами теории динамического программирования. В частности, данная задача может быть отнесена к классу задач о распределении ресурсов с «последствиями» [1], [2].

Общую идею алгоритма оптимизации перспективного плана технического развития предприятия можно пояснить следующим образом.

1. Определяется фонд развития предприятия t -го года перспективного периода. Для предприятия, вступающего в t -ом году в действие, капиталовложения выделяются централизованно из бюджета (рассматриваются варианты). Для текущих лет перспективного периода технического развития предприятия финансируется из собственного источника — фонда развития предприятия, который образуется из части амортизационных отчислений и отчислений от плановой и сверхплановой прибыли. Под сверхплановой прибылью понимается экономия на себестоимости как результат внедрения новой техники. Амортизационные отчисления и часть плановой прибыли, включаемая в фонд развития, определяются пропорционально стоимости основных фондов $t-1$ -го года.

2. Выбирается норматив сравнительной эффективности $E_{i\lambda}$.

3. В соответствии с $E_{i\lambda}$ определяются типы машин и механизмов для i_1 -го объекта.

4. Определяется объем внедрения (число единиц) λ -ной техники. Проверяется соответствие потребности капиталовложений с расчетным лимитом. В случае, если лимит оказывается не использованным, аналогичные расчеты производятся для i_2 -го объекта и т. д. Если после перебора всех объектов лимит капиталовложений окажется вновь неиспользованным, нужно перейти к следующей ступени норматива эффективности $E_{i\lambda} < E_{i\lambda_1}$. Итеративный процесс продолжается до тех пор, пока не будет соблюдено равенство потребных капиталовложений с расчетным лимитом.

5. В соответствии с техническим оснащением объектов в t -ом году определяют стоимость основных фондов, амортизацию, экономию на эксплуатационных затратах. Находят суммарную экономию за ряд лет.

Показателем народнохозяйственной эффективности перспективного плана технического оснащения предприятия служит вектор

$$E = (E_{1\lambda_1}, E_{2\lambda_1}, E_{3\lambda_1}, \dots, E_{n\lambda_m}). \quad (5)$$

Значение вектора E зависит не только от выделяемых централизованно капитальных ресурсов в первый год работы предприятия, но и от нормативов, на основе которых устанавливают собственные финансовые источники капитальных вложений на повышение технического уровня предприятия. Варьируя эти нормативы, можно получить несколько вариантов плана технического развития предприятия с различными векторами (5). Каждому вектору будет соответствовать опреде-

ленный суммарный объем капиталовложений с различным распределением по годам и различной материально-вещественной структурой. Варианты отраслевого плана формируют путем стыковки планов предприятий (эти планы могут быть типовыми) при равенстве векторов (5). Принимают вариант отраслевого плана, соответствующий заданной динамике капиталовложений. Тем самым определяют отраслевой норматив эффективности в динамике.

Предлагаемая схема составления отраслевых планов технического развития позволяет на основе применения ЭВМ осуществить принцип многовариантности в планировании народного хозяйства. Это позволит даже при современных методах согласования отраслевых планов значительно повысить их реальность и эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Р. Белман, С. Дрейфус. Прикладные задачи динамического программирования. ИЛ, М., 1965. [2]. И. М. Бурштейн. Динамическое программирование в планировании. Изд-во «Экономика», М., 1968. [3]. М. Б. Нахманович, С. В. Починков. Оптимизация планов внедрения новой техники в лесозаготовительных предприятиях. ЦНИИМЭ, сб. 113, 1970. [4]. Типовая методика определения экономической эффективности капиталовложений. Изд-во «Экономика», М., 1969.

Поступила 15 февраля 1971 г.

УДК 634.0.78

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСА БЕСЧОКЕРНЫХ ТРАКТОРОВ ТБ-1

Н. В. МУРАШКИН, П. И. ГОРЫШИН

Ленинградская лесотехническая академия

На кафедре экономики и организации лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства ЛТА выполнены исследования сравнительной экономической эффективности новых тракторов ТБ-1 для бесчокерной трелевки леса. Трелевочный трактор ТБ-1 со стреловым гидроманипулятором, созданный Онежским тракторным заводом совместно с ЛТА на базе трелевочного трактора ТДТ-55, позволяет полностью механизировать процесс трелевки, исключив трудоемкие ручные процессы чокеровки и расчокеровки деревьев (хлыстов). В декабре 1967 г. — марте 1969 г. новые тракторы ТБ-1 и базовые тракторы ТДТ-55 прошли государственные испытания.

Технико-экономические показатели: сменная и годовая производительность тракторов и производительность труда, капитальные вложения, эксплуатационные и приведенные затраты — рассмотрены для сопоставимого комплекса работ, включая подготовку лесосек и строительство временных лесовозных путей (усов), валку и трелевку деревьев (хлыстов), выравнивание комлей и окучивание хлыстов на погрузочной площадке.

Разнообразие условий работ характеризуется следующими диапазонами: средний объем хлыста — до $1,7 \text{ м}^3$; расстояние трелевки — до 400 м, запас древесины на 1 га — до 200 м^3 .

В основу расчета сменной производительности тракторов положено поэлементное исследование операций на основе графоаналитической обработки хронометражных рядов методами математической статистики. Полученные поэлементные зависимости позволили установить

следующие формулы расчетных показателей выработки на машино-смену:

для базовых тракторов ТДТ-55 — при трелевке комлями вперед

$$П_{см} = \frac{V_{хл} \cdot K_{п_1}^6}{0,00323 + 0,012 \cdot V_{хл}} \text{ м}^3;$$

вершинами вперед

$$П_{см} = \frac{V_{хл} \cdot K_{п_2}^6}{0,00421 + 0,010 \cdot V_{хл}} \text{ м}^3;$$

для новых тракторов ТБ-1 — при применении технологии трелевки комлями вперед

$$П_{см} = \frac{V_{хл} \cdot K_{п_1}^H}{0,00328 + 0,009 \cdot V_{хл}} \text{ м}^3;$$

вершинами вперед

$$П_{см} = \frac{V_{хл} \cdot K_{п_2}^H}{0,00380 + 0,0095 \cdot V_{хл}} \text{ м}^3;$$

где

$K_{п_1}^6$, $K_{п_2}^6$, $K_{п_1}^H$, $K_{п_2}^H$ — поправочные коэффициенты, характеризующие зависимость сменной производительности тракторов от расстояния трелевки. Значения поправочных коэффициентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Градации расстояний трелевки, м	Трактор ТДТ-55		Трактор ТБ-1	
	$K_{п_1}^6$	$K_{п_2}^6$	$K_{п_1}^H$	$K_{п_2}^H$
До 100	1,081	1,072	1,115	1,093
101—200	1,000	1,000	1,000	1,000
201—300	0,920	0,928	0,885	0,907
301—400	0,839	0,838	0,770	0,814

Годовая выработка тракторов ТДТ-55 и ТБ-1 на трелевке леса установлена на основе их сменной производительности и числа рабочих смен в году. Число смен работы за год определено из анализа фактического годового режима работы тракторов в период госиспытаний: трактор ТБ-1 сможет отработать за год 220 смен, ТДТ-55 — 225.

При определении производительности труда (выработки на один чел.-день) по рассматриваемому комплексу операций и работ учитывали трудозатраты как основных, так и вспомогательных рабочих.

В расчетах капитальных вложений учтены затраты на изготовление тракторов, нормативный размер накопления на заводе-изготовителе и транспортные расходы по доставке тракторов на предприятия лесной промышленности.

В составе эксплуатационных затрат по каждому из сравниваемых вариантов тракторов учитывали затраты на валку и трелевку леса, подготовку лесосек и строительство усов (заработная плата основных и вспомогательных рабочих, отчисления на социальное страхование и сощбытовые расходы, затраты по содержанию бензомоторных пил с гидроклиньями и тракторов).

Показатели	Тип трактора	до 0,29
Сменная производительность, м ³ /маш.-см.	ТДТ-55	<u>35,70</u> 33,41
	ТБ-1	<u>38,41</u> 35,37
Годовая выработка одного трактора, м ³	ТДТ-55	<u>8033</u> 7517
	ТБ-1	<u>8450</u> 7781
Производительность труда (выработка на 1 чел.-дн. основных и вспомогательных рабочих), м ³ /чел.-дн.	ТДТ-55	<u>7,00</u> 6,55
	ТБ-1	<u>9,15</u> 8,42
Расчетная годовая программа по трелевке леса, тыс. м ³	ТДТ-55 } ТБ-1 }	28494,4
		<u>0,763</u> 0,815
Удельные капитальные вложения, руб./м ³	ТДТ-55	<u>0,920</u> 0,998
	ТБ-1	<u>1,617</u> 1,689
Себестоимость, руб./м ³	ТДТ-55	<u>1,464</u> 1,542
	ТБ-1	<u>1,769</u> 1,852
Удельные приведенные затраты, руб./м ³	ТДТ-55	<u>1,648</u> 1,742
	ТБ-1	<u>50415</u> 52777
Приведенные затраты на расчетную годовую производственную программу по трелевке леса, тыс. руб.	ТДТ-55	<u>46969</u> 49634
	ТБ-1	<u>3446</u> 3143
Годовой экономический эффект суммарный, тыс. руб.	ТБ-1	<u>0,121</u> 0,110
		<u>1022</u> 858
на 1 м ³ , руб.		
на один трактор, руб.		

Примечание. В числителе данные для трелевки деревьев комлями вперед;

Сравнительную экономическую эффективность трелевочных тракторов оценивали по удельным приведенным затратам (руб./м³) и суммарным (общим) приведенным затратам на расчетный годовой объем производственной программы по трелевке леса. Последние определены по известной формуле

$$\Xi = [(C_1 + K_1 E_n) - (C_2 + K_2 E_n)] \cdot A \text{ тыс. руб.}$$

Показатели сменной и годовой выработки тракторов ТДТ-55 и ТБ-1, производительности труда, удельные капитальные вложения

Таблица 2

Величина показателей при объеме хлыста, м ³					
0,30—0,39	0,40—0,49	0,50—0,75	0,76—1,10	1,11—1,50	1,51 и более
43,06	47,75	53,54	59,52	63,48	66,70
42,04	48,07	55,56	64,59	70,90	76,10
47,61	53,81	61,86	70,36	76,46	81,33
44,26	50,34	58,32	66,94	73,19	78,27
9689	10744	12046	13392	14283	15008
9459	10816	12591	14533	15952	17122
10474	11838	13609	15479	16821	17893
9737	11075	12830	14727	16102	17219
8,44	9,36	10,50	11,67	12,45	13,08
8,25	9,48	10,97	12,66	13,90	14,92
11,34	12,81	14,73	16,75	18,20	19,37
11,54	11,99	13,89	15,94	17,43	18,64
36537,6	42284,0	50080,8	59118,4	65850,4	71429,6
0,632	0,570	0,508	0,457	0,429	0,408
0,648	0,566	0,486	0,422	0,384	0,358
0,742	0,656	0,571	0,502	0,462	0,434
0,798	0,702	0,606	0,528	0,482	0,451
1,354	1,229	1,105	1,002	0,942	0,900
1,375	1,312	1,074	0,952	0,880	0,831
1,207	1,079	0,962	0,862	0,803	0,762
1,262	1,129	0,996	0,887	0,823	0,779
1,480	1,339	1,206	1,096	1,028	0,984
1,504	1,337	1,172	1,037	0,957	0,902
1,356	1,211	1,076	0,962	0,895	0,849
1,422	1,259	1,117	0,993	0,919	0,869
54081	56778	60417	64648	66717	70155
54970	56553	58672	61283	63030	64446
49531	51187	53878	56893	58937	60639
51958	53661	55933	58687	60544	62073
4550	5591	6539	7755	7780	9516
3012	2892	2739	2596	2486	2373
0,124	0,128	0,130	0,134	0,133	0,135
0,082	0,068	0,055	0,044	0,038	0,033
1304	1566	1777	2031	2187	2383
803	758	701	647	608	572

в знаменателе — вершинами вперед.

(руб./м³), себестоимость 1 м³ древесины и приведенные затраты даны в табл. 2. Они относятся к расстоянию трелевки 201—300 м, которое, как показали расчеты, оптимально для всех рассматриваемых градаций объемов хлыстов при запасе 150 м³ на 1 га.

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Применение на трелевке леса бесчокерных тракторов ТБ-1 взамен серийно выпускаемых ТДТ-55 экономически эффективно во всем рассмотренном диапазоне производственных условий, что свидетельствует о целесообразности серийного производства ТБ-1.

2. Степень эффективности тракторов ТБ-1 различна при разных градациях объемов хлыстов в разрабатываемых насаждениях и разных способах трелевки леса. Более эффективно применять тракторы ТБ-1 на трелевке деревьев комлями вперед. В этом случае при объеме хлыстов до $0,29 \text{ м}^3$ рост сменной производительности тракторов ТБ-1 по сравнению с производительностью ТДТ-55 составляет 7,9%, при объеме хлыстов $1,51 \text{ м}^3$ и более — 21,9%, а годовой экономический эффект в расчете на один трактор соответственно составляет 1022 и 2383 руб.

Однако трелевку комлем вперед можно рекомендовать, когда на разрабатываемых лесосеках нет благонадежного подроста. При наличии подроста целесообразна трелевка вершиной вперед без схода трактора с волока, поскольку такая технология обеспечивает лучшую сохранность подроста (до 70%), а увеличение приведенных затрат при трелевке вершиной вперед значительно меньше затрат на искусственное лесовосстановление, которое потребуется, если на лесосеках с наличием благонадежного подроста не будет применяться трелевка вершиной вперед. Размер дополнительного экономического эффекта при трелевке хлыстов вершинами вперед показан в табл. 3.

Таблица 3

Градация объемов хлыстов, м^3	Дополнительный экономический эффект, руб. / м^3 стрелованной древесины, при сохранении подроста в количестве, обеспечивающем смыкание крон	
	на 100%	на 50%
До 0,29	0,0311	-0,0663
0,30—0,39	0,0800	-0,0163
0,40—0,49	0,1090	0,0116
0,50—0,75	0,1451	0,0477
0,76—1,10	0,1722	0,0748
1,11—1,50	0,2058	0,1084
1,51 и более	0,2342	0,1363

Поступила 23 июля 1970 г.

УДК 634.0.684

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ПРЕМИРОВАНИЯ РАБОТНИКОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ЗА РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕСОКУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. П. САБАДАШ

Украинский республиканский центр по научной организации труда в лесном хозяйстве

Лесовосстановление — один из важнейших и наиболее трудоемких этапов лесовыращивания. Поэтому система премирования должна стимулировать создание высокопродуктивных культур необходимого состава, борьбу за экономию материальных и трудовых затрат. При разработке системы премирования нужно учитывать ряд особенностей лесокультурных работ: длительный цикл выращивания культур до перевода в покрытую лесом площадь, отсутствие комплексной механизации, сезонный характер, строгую приуроченность большинства операций к определенным агротехническим срокам и др.

Значительный шаг вперед по пути совершенствования системы премирования — внедрение типового положения о сдельно-премиальной и повременно-премиальной системах оплаты труда рабочих в лесном хозяйстве. Это положение предусматривает премирование механизаторов и рабочих на конно-ручных работах за результаты текущей деятельности и по итогам года.

Существенный недостаток нового положения — сохранение пункта о премировании по итогам года только за приживаемость культур первого и второго года. В ряде районов страны, где ведутся широкие облесительные работы, культуры нуждаются в уходе до 6—8, а то и 9—10 лет. Высокая приживаемость культур в первые два года в этих условиях ни в какой мере не гарантирует хорошей сохранности их в последующем. Действительно, в первые годы культуры требуют большого внимания и нуждаются в многократном уходе. Но если необходимость поощрения работников за обеспечение хорошей приживаемости культур в первые два года вызывается сложностью этого этапа выращивания, то стимулирование за высокую сохранность культур в последующие годы диктуется тем, что в старших возрастах они представляют собой уже значительно большие ценности и снижение их качества или гибель обернется более существенными потерями.

По нашему мнению, рабочих, занятых на лесокультурных работах, следует премировать по итогам года за достижение установленных процентов приживаемости и сохранности культур всех возрастов до смыкания на всей закрепленной площади (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Возраст культур, лет					
	1	2	3	4	5	6
Площадь культур, закрепленных за звеном, га	5	7	4	7	2	4
Плановая приживаемость и сохранность культур, %	92	90	88	85	82	80
Фактическая приживаемость и сохранность культур, %	97	88	86	85	83	81

Средневзвешенный плановый процент приживаемости и сохранности культур, закрепленных за звеном, составляет 86,9, а фактический — 87,9. Поэтому членам звена может быть начислена премия за выполнение лесокультурных работ в текущем году.

В серьезном улучшении нуждается система премирования за результаты лесокультурной деятельности инженерно-технических работников и служащих предприятий лесного хозяйства. По отношению к этой категории работников система премирования должна стимулировать достижение высокой приживаемости и сохранности культур по каждому году создания до возраста смыкания; соответствие культур утвержденным проектам их создания; соблюдение нормативных сроков смыкания культур и перевода их в покрытую лесом площадь.

Эти условия могут быть соблюдены достаточно полно при дифференцированном премировании по результатам года и результатам выращивания лесных культур в целом. По итогам года ИТР и служащие могут быть премированы за достижение установленных процентов приживаемости и сохранности в среднем на всей площади культур при условии хорошего их состояния и соответствия утвержденным проектам.

Размер премии должен зависеть также от объема работ на предприятии или в его подразделении. При этом необходимо изменить

объемы, за которые следует премировать ИТР и служащих. Значительно возросшая техническая вооруженность лесокультурного труда позволила намного увеличить объемы лесовосстановительных работ на предприятиях лесного хозяйства, создала возможность для соблюдения высокого агротехнического уровня, своевременного и надлежащего выполнения большинства мероприятий, проводимых механизированным способом. Так, например, для обеспечения высокого качества посадки достаточно отрегулировать посадочную машину, обеспечить посадочный агрегат стандартным, хорошо отсортированным посадочным материалом и обучить сажальщиков.

Общая сумма премий, которая может быть выплачена ИТР и служащим предприятий лесного хозяйства за год, имеет верхний предел — 0,4 годового оклада. В лесхозагах Степи УССР, например, ежегодно создается по 1000—1500 га культур. Согласно существующему положению, только за результаты лесокультурной деятельности ИТР и служащие этих лесхоззагов могут получить максимум премий. Но на этих же предприятиях есть и другие, не менее важные лесохозяйственные работы — заготовка семян и выращивание посадочного материала, рубки ухода, охрана и защита леса и др., — за высокое качество проведения которых также необходимо поощрять.

В качестве контрольных объемов при установлении порядка премирования можно было бы принять: в лесхозе (лесхоззаге) площадь до 500 га, в лесничестве до 100 га, в участке (объезде) до 50 га и в обходе до 10 га. Чтобы учесть культуры всех возрастов, можно обусловить определенную долю премии за сохранность культур каждого года, например, в размере 20% должностного оклада.

Порядок расчета премий ИТР и служащим за обеспечение приживаемости и сохранности лесных культур по предлагаемому методу можно проиллюстрировать на примере лесничества (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Возраст культур, лет				
	1	2	3	4	5
Наличие культур в лесничестве, га	65	120	140	260	32
Плановая приживаемость и сохранность культур, %	92	90	88	85	82
Фактическая приживаемость и сохранность культур, %	95	91	83	86	83
Размер премии, % должностного оклада	20	40	—	60	20

Таким образом, по итогам данного года лесничему, его помощнику и мастеру лесных культур за приживаемость и сохранность культур причитается премия в размере 140% должностного оклада.

Перевод в покрытую лесом площадь — итоговый момент фазы создания лесных культур. За достижение нормативных сроков смыкания или сокращение их при условии соответствия созданных культур утвержденным проектам необходимо премировать особо. ИТР и служащих предприятий лесного хозяйства следует премировать (в размере, например, должностного оклада) за перевод в покрытую лесом площадь каждого объема (указанного выше) лесных культур, которые в этом году должны сомкнуться, согласно установленным нормативам.

Серьезным недостатком существующих систем премирования работников лесного хозяйства следует считать отсутствие увязки результатов лесокультурной деятельности с понесенными при этом затратами. Это приводит к отсутствию борьбы за снижение затрат и тормозит

внедрение внутрихозяйственного расчета. Для решения этого вопроса необходимо составить научно-обоснованные технологические карты на выращивание лесных культур в различных природно-производственных условиях, разработать нормативы затрат и количественные параметры качественной оценки создаваемых культур.

Поступила 14 июня 1970 г.

УДК 634.0.79

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА И СРЕДНЯЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

С. А. КРАСАВИН

Архангельсклеспром

В лесозаготовительной промышленности, где особенно велик удельный вес заработной платы в затратах на производство, соотношение выработки и средней заработной платы сильно влияет на важнейшие качественные показатели хозяйственной деятельности: себестоимость продукции, рентабельность производства и др. Средняя заработная плата за 1965—1969 гг. увеличилась на 31%, или в среднем на 7% в год, а комплексная выработка росла в 3,5 раза медленнее, около 2% в год. Приведенные в табл. 1 данные по предприятиям Архангельсклеспрома за 1968 и 1969 гг. говорят о дальнейшем замедлении темпов роста производительности труда. Это явление наблюдается в течение довольно длительного периода и характерно как для ряда лесозаготовительных районов, так и для лесозаготовительной промышленности в целом.

В лаборатории экономики Архангельсклеспрома проведен экономико-статистический анализ рядов динамики средней заработной платы рабочих и комплексной выработки за 1958—1969 гг. Вычислена серия коэффициентов корреляции с интервалом в 5 лет. Если для первого интервала 1959—1963 гг. коэффициент корреляции составил 0,913, то для последнего 1965—1969 гг. — 0,745.

Таблица 1

Показатели	1968 г.		1969 г.		1969 г., % к 1968 г.
	абсолютная величина	% к ито- гу	абсолютная величина	% к ито- гу	
Выработка товарной продукции в оптовых ценах на одного работаю- щего, руб.					
возмещение материальных за- трат	2018	43,1	2114	44,7	104,8
расходы на оплату труда	1961	41,9	2039	43,1	104,0
прибыль (без выплат премий из поощрительных фондов) . . .	702	15,0	577	12,2	82,2
Итого	4681	100,0	4730	100,0	101,0
Комплексная выработка, м ³	504	—	500	—	99,2
Средний годовой заработок одно- го человека промышленно-произ- водственного персонала	1852	—	1922	—	104,3
Зарплата на 1 руб. товарной про- дукции, коп.	40,0	—	41,1	—	102,8
Рентабельность товарной продукции, % к себестоимости	19,4	—	16,5	—	85,0

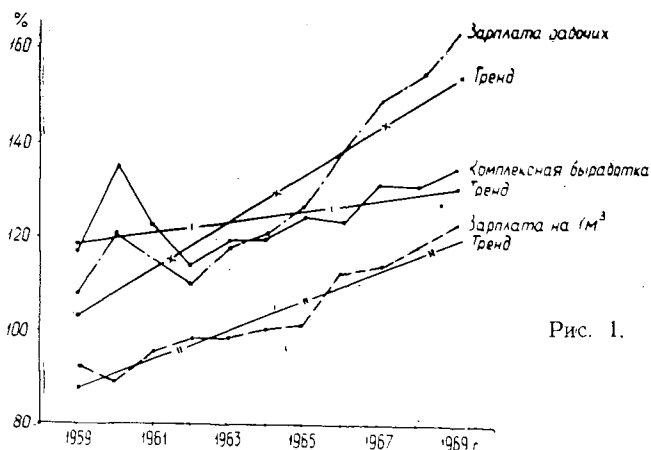


Рис. 1.

На уровне заработной платы все сильнее сказываются факторы, не связанные с уровнем производительности труда: система заработной платы, выплаты, мало зависящие от уровня выработки, и др.

Отдельные слагаемые заработка рабочих оказывают различное стимулирующее влияние на уровень производительности труда. Для всего периода 1959—1969 гг. коэффициент корреляции производительности труда с выплатами по сдельным расценкам и тарифу составил 0,816 и с премиями из фонда заработной платы — 0,392. Следовательно, связь между комплексной выработкой и выплатой премий из фонда заработной платы довольно слабая.

Показателем, характеризующим соотношение между выработкой и средней заработной платой, является уровень заработной платы на единицу продукции. На рис. 1 показаны уровни и тренды комплексной выработки, средней зарплаты рабочих на лесозаготовках и зарплаты на 1 м³ вывезенной древесины. Коэффициент корреляции зарплаты на 1 м³ древесины с уровнем средней заработной платы рабочих составляет 0,468, а с уровнем комплексной выработки — всего 0,094. Линия тренда заработной платы на 1 м³ стремится вверх, тогда как линия тренда комплексной выработки наклонена меньше, что и приводит к их пересечению. Следовательно, наблюдаемое опережение средней заработной платы можно преодолеть, повышая стимулирующую роль зарплаты и увеличивая производительность труда.

Медленный рост производительности труда на лесозаготовках объясняется отраслевыми причинами и наблюдается во всех районах страны. Одна из причин этого — все еще недостаточное внимание к вопросам организации производства и технологии.

Применяемая теперь технология лесозаготовок была разработана в основном еще в начале текущего столетия русскими инженерами на Урале*. В составленном ими проекте предусматривалась валка деревьев[†] при помощи паровых или специальных электрических механизмов (станков) и подтаскивание леса лебедками. Вывозить лес предполагали по колеечным или снежным дорогам паровозами или лесовозами. Была разработана и система машин для механизации лесоразработок. Один из авторов проекта обосновал технологическую и экономическую целесообразность вывозки древесины в хлыстах**. Этот способ вывозки только к началу 60-х годов получил всеобщее признание.

* М. А. Цейтлин. Очерки развития лесозаготовок и лесопиления в России. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968, стр. 290—291.

** И. А. Яблонский. Эксплуатация горных лесов в связи с организацией крупных лесопромышленных предприятий. П., 1915, стр. 28—29.

В настоящее время лесозаготовительная промышленность стоит на пороге нового этапа. Для роста производительности труда необходимо исключить ставшие тормозом ее развития ручные операции и, в первую очередь, обрубку сучьев и чокеровку, преодолеть большую дробность операций. Внедрение валочно-пакетирующих, валочно-сучкорезно-пакетирующих, сучкорезно-пакетирующих машин и бесчокерных трелевочных тракторов поможет избавиться от тяжелого ручного труда. Большой эффект сулит транспортировка пакетов на верхние склады магистралей мощными тягачами на большие расстояния.

Внедрение новой технологии, конечно, потребует немало времени и средств. Поэтому уже теперь должны быть приведены в действие такие резервы, как сокращение потерь рабочего времени, числа рабочих, не выполняющих нормы выработки, текучести рабочих кадров и др. По расчетам это даст рост производительности труда за пятилетку на 10,7%, или по 2,1% в год. Прогрессивные методы работы на базе существующей серийной техники, создание запасов хлыстов на складах, повышение готовности и использования машин и механизмов дают дополнительный рост выработки на 7,8%, или по 1,5% в год.

Из данных табл. 1 видно, что в 1969 г. при некотором снижении уровня комплексной выработки (на 0,8%) выработка товарной продукции на одного работающего увеличилась на 1,0%. Это указывает на два фактора сближения темпов роста производительности труда и средней заработной платы: увеличение удельного веса переработки древесины и отходов и улучшение сортиментного состава круглого леса. Наконец, сокращение численности прочего промышленно-производственного персонала на 1% позволит увеличить выработку на одного работающего на 0,2%.

Как упоминалось выше, появилась резкая разница между многолетней общей тенденцией к повышению уровня заработной платы рабочих на лесозаготовках и уровня комплексной выработки. На рост заработной платы темпами, превышающими рост производительности труда, оказывают влияние такие причины, как несоответствие действующих норм выработки и сдельных расценок современному уровню механизации, применение премиальной системы в утратившей свое значение форме, большой удельный вес дополнительной зарплаты.

Стимулирующее влияние различных видов денежных выплат не одинаково. В наибольшей степени на рост производительности труда влияет оплата по сдельным расценкам. Стимулирующее значение премий зависит от принятой системы премирования.

В зарплате рабочих-лесозаготовителей значение сдельных расценок снижается, а премий и дополнительных выплат — возрастает. Удельный вес отдельных видов выплат (%) в приросте средней заработной платы рабочих на предприятиях Архангельсклеспрома в разные периоды показан в табл. 2.

Таблица 2

Вид выплат	1958—1960 гг.	1962—1964 гг.	1964—1969 гг.
Оплата по сдельным расценкам и тарифным ставкам . .	50,0	41,1	17,7
Премии и прогрессивные надбавки	6,0	47,3	33,5
Районный коэффициент	27,3	16,1	11,0
Дополнительная зарплата . .	16,7	—4,5	37,8
Итого	100,0	100,0	100,0

Применяемая для 72% рабочих сдельно-премиальная система оплаты труда имеет существенные недостатки. За основу премирования принято выполнение бригадой нормы выработки на трактор. Этот порядок не стимулирует экономии живого труда рабочих. По нашим наблюдениям, выполнение плана бригадой свыше чем на 120% связано с дополнительным привлечением рабочих сверх количества, принятого при установлении нормы выработки. В результате этого рост комплексной выработки на 1 чел.-день отстает от роста средней зарплаты, что видно на примере трех обследованных леспромхозов Архангельсклеспрома по данным за первое полугодие 1969 г. (табл. 3).

Таблица 3

Группы по выполнению плана бригадой, % к норме	Выработка на 1 чел.-день, %	Средний уровень заработной платы, %
100	100,0	100,0
100—120	110,7	121,5
120—140	125,4	170,7
140 и выше	145,4	217,0

По этим же леспромхозам рост выработки на 1 чел.-день отстает также от роста выработки на 1 маш.-смену.

Установленные бригадам планы по выпуску продукции не учитывают достигнутого уровня производительности труда. В результате этого перевыполнение плана бригадами, а следовательно, и начисление им премий фактически имеет место при невыполнении плана производства и заданий по повышению производительности труда.

Премии выплачиваются не только за перевыполнение, но и за выполнение плана. Сейчас всего около 10—15% рабочих-сдельщиков не выполняют нормы. В результате около 30% премиального фонда фактически оказывается дополнением к низким сдельным расценкам. Для этой части фонда нарушена непосредственная связь с выпуском продукции.

На лесосечных работах около 40—45% рабочих выполняют нормы выработки на 100—120%. Для рабочих, прочно достигших этого уровня, премия за перевыполнение плана также является увеличением сдельных расценок.

Подобное явление наблюдается и в других отраслях промышленности: если заработная плата растет быстро, то значение оплаты по тарифу все более снижается в результате увеличения премий. Поэтому необходимо периодически пересматривать тарифные ставки, а значит, и сдельные расценки.

По нашему мнению, оплата труда на лесозаготовках должна основываться на следующем:

а) премии рекомендуется выплачивать только при перевыполнении бригадного плана, а размер их дифференцировать в зависимости от выполнения плана по производительности труда;

б) премий, выплачиваемые в настоящее время за выполнение норм, утратили значение стимула роста производительности труда и должны быть присоединены к зарплате по сдельным расценкам путем установления расчетного коэффициента;

в) в основу определения размера премии должно быть положено выполнение плана по выработке на 1 чел.-день при обязательном условии выполнения плана выработки на механизм.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.24

ОПЫТ РУБОК УХОДА
В ГОРНЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

И. С. ВАСИЛЬЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Буковые леса Северной Осетии расположены на северных склонах главного Кавказского хребта и его отрогов. Для каждой области Северного Кавказа характерно свое высотное распределение растительности [2], [3], [7], [8] и др.

В Северной Осетии бук произрастает на высоте 700—1800 м над уровнем моря, особенно благоприятна для него средняя зона в пределах 900—1400 м, где он образует наиболее производительные древостои.

Рубки ухода за лесом в Северной Осетии имеют сравнительно небольшую историю. Первые опытные рубки были проведены в 1937 г. в зеленой зоне г. Орджоникидзе на нескольких десятках гектаров.

В послевоенный период рубки ухода в производственных масштабах были возобновлены только в 1949 г., после образования в 1947 г. Министерства лесного хозяйства РСФСР, а в Северной Осетии — управления лесного хозяйства. Отсутствие наставлений по рубкам ухода для горных лесов и производственного опыта в первое время создавало большие трудности, связанные еще с разновозрастностью и сложным составом буковых молодняков.

Образование разновозрастных насаждений в лесах Северной Осетии можно объяснить выборочными рубками на прииск, которые проводили в течение многих лет, и биологией бука восточного. Его подрост, находящийся в угнетении под пологом материнской породы, может сохраняться до 40—50 лет [1], а затем, пережив период угнетения, при улучшении светового режима развивает энергичный прирост по высоте, диаметру и объему. А. М. Шутяев [8] указывает, что эксплуатация девственных буковых лесов началась давно, причем характер вырубок в разных частях Северного Кавказа был различным.

Еще в 80-х годах прошлого столетия в Чечено-Ингушетии и Северной Осетии применяли сплошные рубки в течение многих лет, что не могло не отразиться на характере возобновления лесосек.

Вблизи населенных пунктов имели место беспорядочные рубки с постепенной вырубкой лучших деревьев для нужд хозяйства. Отсутствие лесовозных дорог и полного сбыта древесины вынуждало лесозаготовителей выбирать деревья по диаметру и качеству (клепочный краж и др.). Клепку и другие колотые сортаменты вывозили

Таблица 1

Лесничество	Вид рубок ухода	Площадь, га	Год рубки	Количество вырубленной древесины			Состав	Полнота
				с 1 га, м ³	со всей площади	% от общей зоны		
Чиколинское	Прореживание	9	1949	23	207	24	$\frac{2Бк7Гр1Кл}{4Бк6Гр}$	$\frac{0,9}{0,7}$
		10	1950	25	250	24	$\frac{1Бк9Гр,ед.Ив}{3Бк7Гр}$	$\frac{0,9}{0,7}$
	Прочистка	10	1955	11	110	14	$\frac{2Бк8Гр}{4Бк6Гр}$	$\frac{0,9}{0,8}$
		5	1952	10	50	18	$\frac{5Бк5Гр,ед.Ив}{7Бк3Гр}$	$\frac{0,8}{0,6}$
Хазнидонское	Прореживание	8	1951	14	112	15	$\frac{3Бк5Гр2Лп}{4Бк4Гр2Лп}$	$\frac{0,8}{0,6}$

гужом на выючных животных, а более 60% деловой древесины, не годной для изготовления колотых сортиментов, оставалось в лесу. Такие рубки приводили к образованию разновозрастных молодняков. Трудности подбора одновозрастных молодняков ограничивали площади участков, назначаемых в рубку. Поэтому рубки проводили на небольших лесосеках площадью 5—10 га, да и эти площади надо было подбирать в разных кварталах по всему лесничеству.

В табл. 1 показаны некоторые результаты рубок ухода, проведенных в 1949—1955 гг. в Ирафском лесхозе. Небольшой объем и мелкие площади рубок ухода не могли способствовать механизации работ, а разбросанность участков затрудняла вывозку продукции, так как строить дороги в горных условиях ради получения 100—200 м³ древесины не имело смысла. Уход за лесом заключался в уборке фауных экземпляров бука и второстепенных пород — граба, клена, ивы и др., мешающих росту и развитию главной породы. В результате этих рубок, хотя и на небольших площадях, формировались одновозрастные буковые насаждения.

Л. П. Яцыно [9] указывает, что важная и характерная особенность буковых молодняков Северного Кавказа, присущая всем его районам, — наличие в древостое так называемых маяков — отдельных деревьев третьего, а иногда второго и первого поколения, оставшихся после рубки материнского древостоя. Буковые маяки, выполнившие свои функции обсеменения площади и первоначальной защиты молодого подроста, начинают мешать нормальному росту последнего. Поэтому через 10—12 лет после рубки их, как правило, необходимо убирать из древостоя.

Таксационная характеристика типичного букняка папоротникового состава 10Бк (121—160 лет) после проведения главных (лесовосстановительных) рубок представлена в табл. 2. Положение участка — склон 10—15°. В верхнем ярусе встречаются редкие (3 шт. на 1 га) спелые и перестойные (181—240 лет) деревья I и II поколений (диаметр 72 см, высота 29 м), полнота неравномерная (0,2—0,4). Во втором ярусе подрост (10—40 лет) куртинами из бука (3000 шт. на 1 га) и граба (3000 шт.).

Таблица 2

Ярус	Преобладающая порода	Класс возраста Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³
Основной	Бук	$\frac{VII}{140}$	27	48	II	0,3	140
Подрост	Бук	$\frac{II}{25}$	11	12	II	0,8	90
	Граб	—	8 13	10 14	— —	— —	— —

Из таксационного описания участка видно, что в нем трудно назначить какой-либо вид ухода. В куртинах подроста полнотой до 1,0 необходимы прочистки и прореживания. Исходя из такого положения, по мере увеличения объемов рубок ухода, лесоводы Северной Осетии вынуждены были в 1961—1964 гг. проводить комбинированные рубки. Они заключались в следующем. В зависимости от возраста и состояния одновозрастного молодняка отводили лесосеки размером 5—10 га под прочистку или прореживание. Единичные спелые и перестойные деревья убирали в порядке санитарных рубок. После разделки крупных деревьев проводили уход в молодняках.

Таблица 3

Вид рубок ухода	Площадь рубок ухода, га, по годам		% к 1961 г.
	1961 г.	1968 г.	
Осветление	756	827	109
Прочистки	1321	3408	258
Прореживание	622	1222	196
Проходные	297	217	248
Итого	2996	6174	200,6

Дальнейший рост объема рубок заставил изменить их технологию. Нельзя было дальше выполнять планы рубок ухода такими мелкими лесосеками. Только с 1961 г. по 1968 г. рубки ухода в республике по площади увеличились почти вдвое (табл. 3). С 1964 г. в лесхозах республики начали внедрять комплексные рубки ухода на укрупненных участках. Под эти рубки отводят целые кварталы (или их части) размером 70—100 га, в зависимости от рельефа, уже пройденные лесовосстановительными рубками. Все намеченные в рубку деревья диаметром от 8 см и выше, в том числе

деревья 1-го, 2-го и 3-го поколений, нумеруют краской и клеймят, а в молодняках тоньше 8 см с целью определения вырубаемого запаса закладывают несколько пробных площадей. В первую очередь вырубают единичные перестойные деревья-маяки. Обычно эти деревья имеют большую раскидистую крону и при валке могут повредить большое количество молодняка и подроста, поэтому валку их следует проводить с особой осторожностью. И только после разделки сваленных деревьев и уборки поврежденного молодняка проводят комплекс рубок ухода во втором — основном ярусе. Таким образом, во всех биогруппах, в зависимости от возраста и состояния насаждения, проводят определенный вид ухода. Рубки низкой интенсивности (10—15% запаса) не дают положительных результатов. Наши наблюдения показывают, что при низкой интенсивности рубки на прочистках и прореживании не устраняется процесс заглушения и смены главной породы. Л. П. Яцыно [9] вполне справедливо отмечает, что общая интенсивность рубки смешанных буковых молодняков в среднем должна составлять 20—30%, а в отдельных случаях — 40—50%. В. И. Мирзашвили [6] и А. И. Ильин [5] считают, что лучше всего молодой бук растет при сомкнутости полога 0,5—0,6. Такого же мнения придерживается и А. Г. Долуханов [4]. А. Я. Орлов [7] считает оптимальным несколько меньшую сомкнутость (0,4—0,5). Шестилетний опыт проведения комплексных рубок на укрупненных участках в Северной Осетии показал, что эти рубки вполне соответствуют сложной структуре разновозрастных буковых насаждений.

Лесосеку отводят на больших площадях, с учетом рельефа и направления грузопотока. При этом снижается себестоимость отвода лесосек.

Все массивы леса, тяготеющие к данной лесовозной дороге, намечают в рубку на ближайшие годы, и таким образом одну дорогу с расходами на ее содержание и ремонт можно использовать для вывозки леса от рубок ухода в течение 2—3 лет, что экономически выгодно.

Одновременное проведение лесовосстановительных, санитарных рубок и рубок ухода позволяет применить комплексную механизацию на валке, разделке, трелевке леса и намного повысить производительность труда рабочих.

Проведение рубок ухода укрупненными участками позволяет в планомерном порядке охватывать этими рубками все новые и новые массивы молодняков ценных буковых лесов, улучшать их породный и качественный состав.

Преимущество комплексных рубок ухода перед другими, проводимыми мелкими участками, очевидно, несмотря на большие неясности по отводу лесосек. Необходимо обобщить производственный опыт и выработать основные придержки для их проведения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. В. Бицин. Строение и продуктивность горных лесов. Изд-во «Лесная промышленность», 1956. [2]. В. З. Гулисашвили. Распространение бука восточного в связи с почвенно-климатическими условиями. Вестник Тбилисского ботанического сада, вып. 6, 1952. [3]. В. З. Гулисашвили. Горное лесоводство. Гослесбумиздат, 1956. [4]. А. Г. Долуханов. Естественное возобновление бука в основных типах бучин Грузии. Труды Тбилисского ботанического сада, т. 18, 1956. [5]. А. И. Ильин. Лесоводственное обоснование способов рубки в горных лесах Северного Кавказа. Сборник материалов научно-технической конференции по комплексной механизации постепенных рубок в горных лесах Краснодарского края, Краснодар, 1960. [6]. В. И. Мирзашвили. Естественное возобновление бука в связи с рубками. Труды Института леса АН ГрузССР, т. II, Тбилиси, 1949. [7]. А. Я. Орлов. Буковые леса Северо-Западного Кавказа. Изд. АН СССР, 1953. [8] А. М. Шутяев. Некоторые особенности формирования и строения смешанных буковых и пихтово-буковых молодняков Северного Кавказа. Труды СКЛОС, вып. VIII, Орджоникидзе, 1967. [9]. Л. П. Яцыно. Буковые молодняки Северного Кавказа и принципы рубок ухода в них. Труды СКЛОС, вып. VI, 1964.

УДК 57 : 674.031.623.23

О НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО

И. С. МАТЮК

Москва

При изучении результатов облесения мелкобугристых песков с погребенными супесчано-суглинистыми почвами Терско-Кумской полупустыни Ставропольского края

(Ачикулакский лесхоз) мы установили довольно распространенное явление возникновения и развития корневых отпрысков на корнях тополя черного (осокоря) *Populus nigra* L., обнаженных в результате выдувания верхних слоев песка на глубину 30—40 см.

Наглядное представление о появлении и росте корневых отпрысков осокоря дают рис. 1 и 2. Обычно на обнаженной части корня появляются несколько групп отпрысков. В начале роста (первая половина вегетации первого года) не наблюдается заметного изменения в толщине корня по обе стороны группы отпрысков. Только во второй период вегетации первого года и на второй год роста корень между материнским деревом и отпрысками отмирает, а со стороны отпрысков, противоположной материнскому дереву, утолщается. Это очень хорошо видно на рис. 1, где отмирающий корень по диаметру примерно в 5 раз тоньше (0,8 см) корня, расположенного по другую сторону группы отпрысков (4,0 см). В конечном итоге, в конце второго или на третий год роста отпрыски отделяются от материнского дерева и продолжают расти самостоятельно.

Отмечены случаи появления групп корневых отпрысков осокоря на разных расстояниях от одного и того же обнаженного корня. При этом обнаженный корень, соединяющий две группы отпрысков, отмирает. Это прекрасно видно на рис. 2, где

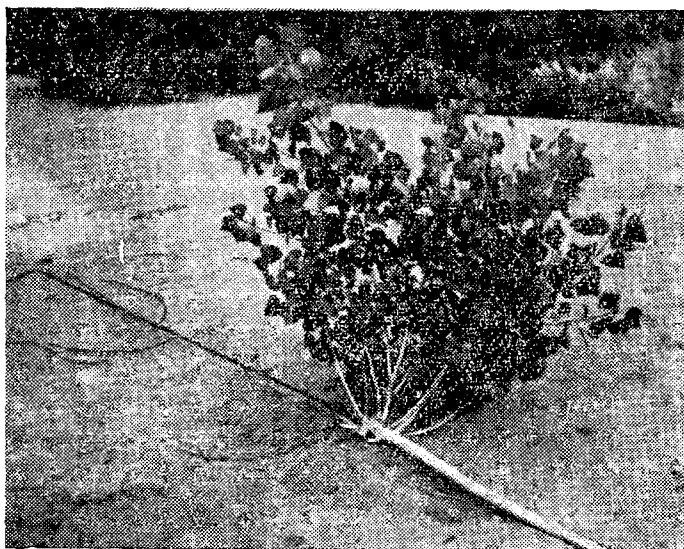


Рис. 1.

корень между двумя группами отпрысков 2-летнего возраста в 1,5 раза меньше (1,4 см) корня, уходящего в грунт (2,1 см). Обнаженный корень тополя, расположенный со стороны материнского дерева (более низкая по высоте группа отпрысков), также отмирает.

Корневые отпрыски на обнаженных частях корней осокоря появляются обильно. Так, например, на площади 400 м² одного из участков межкулисного пространства, на расстоянии до 5 м от материнского осокоревоего насаждения 6-летнего возраста искусственного происхождения насчитывалось 54 отпрыска в возрасте 1—3 лет, высотой в среднем 1,5 м. Все эти отпрыски по внешнему виду были здоровы.

Один из факторов, вызывающих отмирание обнаженных частей корней между материнскими деревьями и отпрысками, а также между группами отпрысков, — недостаточность и дальнейшее прекращение поступления влаги и питательных веществ из почвогрунта в первый период роста и развития. Корневые отпрыски осокоря, нужно полагать, перехватывают почвенно-грунтовую влагу и питательные вещества, поступающие от корней, расположенных с противоположных сторон отпрысков по отношению материнских деревьев.

Аналогичное явление и развитие корневых отпрысков на корнях, обнаженных в результате хозяйственной деятельности человека, мы наблюдали у тополя канадского *Populus canadensis* Moench. на супесчаных почвах Ростовской области и в реконструированных осиновых насаждениях на суглинистых почвах лесопарков Подмосквы.

УДК 631.55

О ВЛИЯНИИ СТРОЕНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО ДИАМЕТРУ НА УРОЖАЙ ШИШЕК*

А. И. БАРАБИН

Вельский лесхоз Архангельской области

Исследования [1], [4], [5] и др. показали, что урожай шишек ели концентрируется на деревьях высших классов Крафта. Связь урожая с толщиной дерева в одном насаждении выявлена А. М. Леонтьевым [2], П. Н. Пастуховой [3] и др., но еще недостаточно. Между тем, при количественной оценке семенности ели на пробных площадях важно выявлять не только общий процент цветущих деревьев, среднее число шишек на одном дереве и на единице площади, но и распределение деревьев в насаждении и урожая по ступеням толщины. Это было установлено при анализе пробных площадей, размером 0,5 га, заложенных в 1967 г. (малоурожайном) в учебно-опытном лесхозе АЛТИ на ст. Емца Архангельской области.

Проба № 1. Ельник-лог, состав 7Е2С1Б, класс возраста VIII, полнота 0,6, класс бонитета III, средний диаметр ели — 28 см, число деревьев ели — 170.

Проба № 2. Ельник-черничник свежий, состав 6Е3С1Б, класс возраста V, полнота 0,8, класс бонитета IV, средний диаметр ели — 20 см, число деревьев ели — 209.

Проба № 3. Ельник-кисличник, состав 10Е, ед. Б, класс возраста VI, полнота 0,9, класс бонитета III, средний диаметр ели — 24 см, число деревьев ели — 260.

На пробах проведен пересчет деревьев по 4-сантиметровым ступеням толщины с подсчетом числа шишек на каждом дереве. Данные показаны в табл. 1, в которой деревья объединены в три группы по их относительным диаметрам (число шишек на одном дереве подсчитано для всех деревьев ели, входящих в данную группу).

Из таблицы видно, что общий процент плодоносящих деревьев ели в насаждении не определяет урожая шишек на единице площади. Так, например, ельник-кисличник (проба № 3) имеет наименьший средний процент плодоносящих деревьев, но наибольшее число шишек как на одном дереве, так и на 1 га. На пробе № 1 среднее число шишек на одном дереве и средний процент плодоносящих деревьев больше, чем на пробе № 2, но число шишек на 1 га меньше.

Это определяется количеством деревьев ели на пробах и процентом деревьев с высшим диаметром. Хотя на пробе № 3 число шишек на одно дерево и проценты цветущих деревьев для всех ступеней толщины меньше, чем на пробах № 1 и 2, наибольшее число шишек на 1 га объяснялось максимальным процентом деревьев с высшими диаметрами (41,3%) и наибольшим числом деревьев ели (260 шт.)

* Работа выполнена под руководством канд. сельскохозяйственных наук П. И. Войчала.

Таблица 1

№ проб	Среднее число шишек на одном дереве на пробе	Общий процент плодоносящих деревьев	Число шишек на 1 га	Группы относительных диаметров	Число шишек на одном дереве	Процент плодоносящих деревьев	Процент деревьев данных диаметров
1	7,1	35	2420	0,8 и ниже	1,6	22	49,4
				0,9—1,1	10,5	59	26,4
				1,2 и выше	14,4	69	24,2
2	6,5	30	2720	0,8 и ниже	0,6	18,5	57,4
				0,9—1,1	12,6	60	29,2
				1,2 и выше	20,8	82	13,4
3	8,9	22	4680	0,8 и ниже	1,1	6,8	23,7
				0,9—1,1	7,5	21	35,0
				1,2 и выше	15,8	52	41,3

Следовательно, в малоурожайном 1967 г. большое влияние на репродуктивную способность насаждений, наряду с лесотипологическими и средними таксационными данными, оказывал процент деревьев с высшим диаметром. Этот вывод сделан нами на основе анализа показателей ельников значительной полноты в хороших условиях местопроизрастания.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. Замараев. О наблюдениях за урожаями лесных семян. «Лесной журнал», вып. 6, 1906. [2]. А. М. Леонтьев. Плодоношение ели сибирской на Верхней Печоре (и рекомендации для ведения лесного хозяйства). Труды Печоро-Илычского заповедника, вып. 10, 1963. [3]. П. Н. Пастухова. Плодоношение сосны и ели в лесах Архангельской области. Сб. «Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере», 1967. [4]. А. Н. Соболев, А. В. Фомичев. Плодоношение лесных насаждений. Приложение к вып. XVIII «Известия Лесного института», СПб., 1908. [5]. В. П. Тимофеев. Плодоношение еловых насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1939.

УДК 632.954 : 634.9

ОПЫТЫ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПОЧВЫ ПОД ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ В ГОРАХ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ

А. Н. МЕДВЕДЕВ, В. Ф. БУРМИСТРОВ

Казахский сельскохозяйственный институт

Затраты на создание лесных культур в горных условиях довольно высоки в связи с тем, что применение средств механизации ограничено из-за большой крутизны склонов и опасности эрозии. Применяемая лесхозами на склонах подготовка почвы плужными бороздами на конной тяге и вручную площадками имеет существенные недостатки, так как снимается верхний плодородный слой почвы. Если сеянец высаживают ближе к стенке борозды или площадки, то он попадает на минерали-

зованную, бедную органическими веществами почву и на северном склоне большую часть дня отеняется; если же сеянец попадает ближе к краю борозды или площадки, то его заглушают сорняки, которые быстро отрастают в этой части из-за мелкой вспашки.

Преимущество химической подготовки почвы перед механической заключается в том, что борьба с сорняками ведется без нарушения естественной почвенной структуры. Это снижает опасность водной эрозии. Облегчается и удешевляется сам процесс подготовки почвы.

Из литературных источников известно, что гербициды, уничтожая сорняки, усиливают активность почвенных микроорганизмов, благодаря чему плодородие почвы повышается. Отмечаемое некоторыми авторами кратковременное подавление жизнедеятельности почвенной микрофлоры вызывают только большие дозы гербицидов. В опытах с применением симазина и атразина отмечено возрастание в почве нитратов, подвижного калия и фосфора; монурон увеличивал содержание гумуса и подвижного фосфора, а 2,4-Д способствовал накоплению подвижных форм азота. Некоторые авторы указывают, что при химическом способе борьбы с сорняками водно-физические свойства почвы не ухудшаются.

В 1968—1970 гг. в Алма-Атинском лесхозе мы проводили опыты, чтобы определить возможности применения гербицидов для подготовки почвы под посадку лесных культур. Опытный участок выбран на склоне северо-северо-западной экспозиции крутизной 21° на высоте 2040 м над уровнем моря. Почва горно-луговая тяжелосуглинистая сильно задерненная. Пахотный горизонт содержит 4,69% гумуса, 0,42% азота, 0,15% фосфора. Фракция глинистых частиц составляет 62,96%, pH = 4,4.

Делянки размером 10 м² в мае 1968 г. обрабатывали водным раствором гербицидов в дозах (по действующему веществу): ДХМ — 50 и 75 кг, фенак — 15 и 25 кг, монурон — 5 и 10 кг, диурон — 5 и 10 кг, ТХА — 25, 50 и 75 кг, тордон 22К — 1, 3 и 6 л на 1 га. Расход воды — 1000 л на 1 га. Повторность опыта трехкратная.

В другом варианте делянки обрабатывали гербицидами в тех же дозах в августе. Учитываемая эффективность отдельных гербицидов при майской обработке, в августе применяли и смеси: фенак — 20 кг + ТХА — 25 кг, тордон 22К — 2 л + ТХА — 25 кг и тордон 22К — 3 л + ТХА — 25 кг на 1 га.

Весной 1969 г. в делянках, обработанных гербицидами, а также в хозяйственном контроле (почву готовили площадками размером 2 × 1 м) и в контроле без подготовки почвы высаживали 4-летние сеянцы ели тянь-шаньской и 3-летние — лиственницы сибирской. После посадки сеянцев, а также весной следующего года делянки, подготовленные химическим способом, обрабатывали симазинном в дозе 4 кг на 1 га. Уход за культурами в них и в контроле не проводили. В хозяйственном контроле по мере необходимости пропалывали сорняки и рыхлили почву.

Наблюдения за развитием сорняков показали, что в засоренности культур при майской и августовской подготовке почвы гербицидами различия незначительны. Гербициды проявили узкую избирательность, поэтому раздельное применение их в умеренных дозах не обеспечивало чистоты культур от сорняков.

Смесь тордона с ТХА хорошо уничтожает и двудольные, и злаковые растения. В этом варианте развитие одной группы сорняков не усиливается за счет гибели другой, поэтому эффект от каждого из гербицидов в смеси выше, чем при раздельном их применении. В варианте тордон — 3 + ТХА — 25 делянки были практически чистыми в течение двух лет роста культур. Влажность почвы в вариантах с применением смесей гербицидов была значительно выше, чем в хозяйственном контроле и в контроле. Эта разница максимальна в верхних слоях почвы и с глубиной убывает. Повышенная влажность почвы в варианте с химической подготовкой почвы сохраняется и на второй год, хотя менее значительна.

При подготовке почвы площадками верхний ее слой снимается. Площадкам придают уклон до 5° в сторону, противоположную направлению склона, для предотвращения поверхностного стока воды. Отсутствие дернины и сорняков, а также увеличение угла падения солнечных лучей на северном склоне способствуют более сильному нагреву и иссушению почвы. Потеря влаги, несмотря на систематическое рыхление поверхности, выше, чем в контроле.

При химической подготовке почвы естественный уклон поверхности сохраняется. Лишенная травянистой растительности почва нагревается сильнее, чем в естественных условиях, но наличие полуразложившейся дернины и отмерших растительных остатков предохраняет ее от иссушения. В этом варианте высокая температура сочетается с высокой влажностью почвы.

Срок внесения гербицидов (май и август) не оказал влияния на прирост ели как в год посадки, так и на второй год. Прирост лиственницы в первый год в вариантах с ТХА и ДХМ в дозе 75 кг на 1 га при августовской обработке был на 23—28% ниже, чем при майской. В остальных вариантах в первый год, а также во всех вариантах на второй год срок обработки почвы не повлиял на прирост лиственницы. При химической подготовке почвы сеянцы росли лучше, чем в площадках. (табл. 1).

Из таблицы видно, что в вариантах тордон — 2 + ТХА — 25, тордон — 3 + ТХА — 25, тордон — 3, ДХМ — 50 и ТХА — 50 прирост ели за 2 года был выше, чем в площад-

Таблица 1

Способ подготовки почвы	Прирост 1969 г., см		Прирост 1970 г., см	
	ели	лиственницы	ели	лиственницы
Площадки	1,28±0,05	3,46±0,15	2,22±0,10	4,23±0,16
Без подготовки	1,64±0,05	5,26±0,19	1,92±0,09	4,76±0,25
ДХМ — 50	1,67±0,08	5,43±0,32	2,95±0,15	7,89±0,46
ДХМ — 75	1,47±0,08	4,64±0,38	2,37±0,14	7,64±0,54
ТХА — 50	1,53±0,06	4,36±0,27	2,93±0,15	9,76±0,66
ТХА — 75	1,47±0,07	4,84±0,37	2,68±0,13	8,49±0,49
Тордон — 3	1,79±0,08	4,18±0,29	2,53±0,11	6,23±0,42
Тордон — 6	1,39±0,09	3,57±0,31	2,50±0,18	7,20±0,50
Тордон — 2+ТХА — 25	1,70±0,10	3,92±0,30	2,58±0,24	8,71±0,94
Тордон — 3+ТХА — 25	1,70±0,10	4,19±0,40	2,58±0,29	5,03±0,61

ках, на 22—32%. Прирост лиственницы за 2 года был на 60—83% выше, чем в площадках, в вариантах: ДХМ — 50 и 75, ТХА — 50 и 75, тордон — 2 + ТХА — 25.

Токсическое последствие гербицидов на сеянцы отмечено только в вариантах с применением тордона. В первый год роста культур наблюдалось пожелтение и скручивание кончиков хвои лиственницы, что свидетельствовало о неполной детоксикации тордона в почве. На второй год эти формативные изменения исчезли. В варианте тордон — 6 л на 1 га приживаемость лиственницы за 2 года была 75%, в остальных вариантах приживаемость ели и лиственницы была выше 90%.

УДК 634.028

ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ* ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

Г. Ф. КАЩЕНКО, Н. П. МАКОВКИНА

ВНИИ эфирномасличных культур

А. А. ПОДЫНИГЛАЗОВ

ПКТБ объединения Пермлеспром

В. Е. ГЕЙНЕ, М. Я. ЗУКОВСКА, У. И. ГАЛВАНС

ЛатНИИЛХП

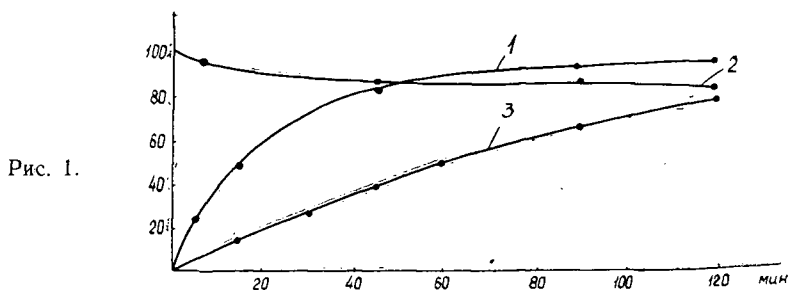
На основании исследований, проводимых в ЛатНИИЛХПе, ВНИИ эфирномасличных культур и ПКТБ Пермлеспрома, разработана технология комплексной переработки лесосечных остатков пихты сибирской на эфирное масло, витаминную муку и технологическую щепу. Преимущества новой технологии: 1) полное использование органической массы лесосечных остатков, которые до этого сжигались в лесу; 2) механизация всех операций процесса; 3) получение всех трех видов продукции в едином потоке, что дает увеличение производительности и снижение себестоимости каждого вида продукции.

В производственных условиях Гремячинского ЛПК объединения «Пермлеспром» при участии авторов проводились исследования технологического процесса получения эфирного масла и витаминной муки из пихтовой* ДЗ на стеновой установке непрерывного действия. Технология включала доставку ДЗ из лесосек, предварительное ее измельчение на щековом измельчителе ШИЗ-1, отгонку эфирного масла в установке непрерывного действия УНП и переработку отходов на агрегате АВМ-04. При проведении исследовательских работ изучали потери эфирного масла и каротина на всех стадиях переработки ДЗ, а также эффективность отгонки эфирного масла острым паром в непрерывном процессе.

Измельчение как способ подготовки сырья к переработке интенсифицирует процесс отгонки эфирного масла. Значительного уменьшения каротина в сырье при этом не наблюдается.

На рис. 1 графически изображен процесс переработки ДЗ на установке непрерывного действия. Кривая отгонки эфирного масла из измельченной ДЗ (1) проходит значительно выше, чем из неизмельченной (3). За два часа отгонки в первом

* В дальнейшем древесная зелень обозначается сокращенно ДЗ.



случае извлекается 96% масла, во втором — 79% при одном и том же количестве отогнанного дистиллята в расчете на 1 кг сырья. ДЗ пихты измельчалась до 3—4 мм.

На рис. 1 показана также кривая потерь каротина (2) при обработке ДЗ пихты острым паром. Как видно из графика, содержание каротина, в основном, уменьшается только в первый период паровой отгонки. Общие потери каротина за 2 часа обработки сырья паром не превышали 20%. После хранения в тонком слое (до 10 см) на протяжении 24 час в отработанном сырье осталось 85% каротина по сравнению с первоначальным содержанием. Прерывность процесса отгонки оказывает существенное влияние на содержание каротина.

При определении содержания каротина в сырье, находящемся в аппарате в течение 12 час без обработки паром, было отмечено снижение его количества на 10%. Такое же уменьшение каротина наблюдалось и при хранении отработанного сырья на открытом воздухе. С целью уменьшения потерь каротина отработанную ДЗ необходимо сразу же направлять на сушку.

Отработанную ДЗ перерабатывали на установке АВМ-04 на полноценную витаминную муку, смешивая ее перед сушкой со свежей древесной зеленью ели и сосны.

Полученная мука содержала: протеина 7,17%, золы 4,52%, кальция 1,24%, фосфора 0,24%, клетчатки 26,7%, каротина 45—50 мг/кг абс. сухого вещества, крупность 4,5%. Цвет зеленовато-коричневый, запах свойствен хвойной муке.

УДК 634.0.824.81/85

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЯ КБ-3 ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФУРАНОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

В. М. ХРУЛЕВ

Новосибирский инженерно-строительный институт

Г. М. ШУТОВ

Белорусский технологический институт

Исследования, проведенные нами [2], показали, что древесина, модифицированная фурановыми соединениями, хорошо клеится феноло-формальдегидным и резорцино-формальдегидным клеями холодного отверждения. Клеевые соединения модифицированной древесины достаточно прочны и обладают высокой стойкостью к переменным температурно-влажностным воздействиям.

Особый интерес представляет феноло-формальдегидный клей КБ-3. Он отверждается холодным способом, а также при нагревании, содержит меньше, чем другие клеи, токсичного свободного фенола, достаточно стабилен и жизнеспособен.

Опыты проводили, склеивая древесину березы, модифицированную фурановыми олигомерами ФА (продукт промышленного производства) и α (синтезирован в БелТИ).

Образцы древесины пропитывали жидкими олигомерами, содержащими в качестве отвердителя бензолсульфоуксусную кислоту. Пропитку мономером ФА, растворенным в фурфуроле в соотношении 1:1, производили при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении в течение 2 час.

При пропитке олигомером α древесину предварительно вакуумировали (в течение 20 мин при 600 мм рт. ст.), затем вводили подогретый до 45°C олигомер под давлением 8 атм. Мономер ФА после пропитки образцов отверждался в течение

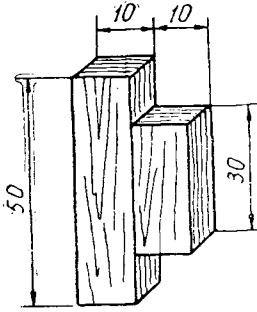


Рис. 1. Образец для определения прочности склеивания модифицированной древесины.

ровали в помещении при нормальной температуре в течение одних суток. Образцы клеевых соединений (рис. 1) испытывали на скалывание вдоль волокон в сухом состоянии и после увлажнения в воде комнатной температуры в течение 48 час.

В табл. 1 приведены данные о прочности клеевых соединений модифицированной и натуральной древесины березы при склеивании клеем КБ-3 холодного и горячего отверждения.

Таблица 1

Склеенная древесина	Показатели статистической обработки результатов испытаний								Показатель стойкости С	Примечание
	в сухом состоянии				после увлажнения					
	М	σ	ρ	п	М	σ	ρ	п		
Холодное склеивание										
Натуральная	90,8	17,6	5,6	10	43,7	10,1	3,2	10	0,48	Площадь скалывания образца 20×30 мм. Расход клея 300 г/м ² . Удельное давление запрессовки 7 кг/см ²
Модифицированная	83,7	25,7	8,1	10	69,0	15,1	4,8	10	0,83	
Горячее склеивание										
Натуральная	136,8	8,5	2,7	10	71,8	—	—	10	0,52	Площадь скалывания 10×30 мм. Расход клея 250 г/м ² . Удельное давление запрессовки 10 кг/см ²
Модифицированная	132,6	20,7	7,3	8	103,0	—	—	10	0,78	

Примечание. М — среднее арифметическое предела прочности на скалывание, кг/см²; σ — вариационный коэффициент среднего арифметического, %; ρ — показатель точности, %; п — число испытанных образцов.

Результаты испытаний показывают, что прочность клеевых соединений модифицированной древесины в сухом состоянии несколько ниже, чем натуральной, но после увлажнения соединения натуральной древесины ослабляются значительно больше (показатель стойкости С в табл. 1). Прочность клеевых соединений модифицированной древесины характеризуется повышенной изменчивостью ($\sigma = 20,7 \div 25,7\%$) по сравнению с соединениями натуральной древесины ($\sigma = 8,5 \div 17,6\%$). Повышенная изменчивость прочности свидетельствует о меньшей однородности адгезионных связей клея с поверхностью модифицированной древесины. Несмотря на это, сопротивление

действию воды и переменных температурно-влажностных факторов у клеевых соединений модифицированной древесины высокое. Аналогичное свойство обнаружено при испытании клеевых соединений древесины, модифицированной фенолоспиртами [1].

Прочность горячего склеивания модифицированной древесины превосходит прочность при холодном отверждении, что, впрочем, характерно для соединений многих других материалов на термоактивных клеях. При этом изменчивость прочности горячего склеивания меньше соответствующих значений, полученных при холодном отверждении, что, видимо, следует объяснить строжкой поверхности, повышающей однородность адгезионного взаимодействия. Следует также отметить, что применение клея с кислым катализатором для горячего склеивания модифицированной древесины менее опасно, чем для склеивания натуральной древесины, так как модифицирование повышает химическую стойкость древесной ткани.

В табл. 2 приведены данные о прочности клеевых соединений модифицированной и натуральной древесины березы при различном расходе клея КБ-3. Результаты испытаний (табл. 2) показывают, что лучшая прочность достигается при расходе клея 250—300 г/м². Проведены также испытания по определению оптимальной продолжительности нагревания клеевого шва при запрессовке. Оптимальная продолжительность нагревания при склеивании модифицированной древесины клеем КБ-3 составляет 30 мин (рис. 2).

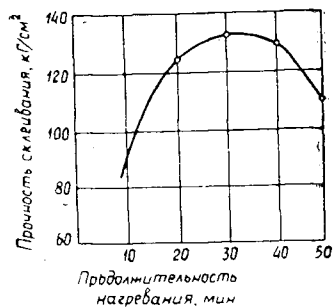


Рис. 2. Влияние продолжительности нагревания при 110°C на прочность склеивания клеем КБ-3 древесины березы, модифицированной фурановым олигомером α .

Таблица 2

Склеенная древесина	Расход клея, г/м ²	Показатели статистической обработки результатов испытаний				Примечание
		M	σ	ρ	n	
Натуральная	150	95,7	16,5	6,3	8	Давление запрессовки 10 кг/см ²
	200	139,2	9,8	3,3	9	
	250	136,8	8,5	2,7	10	
	300	134,7	18,7	7,0	7	
Модифицированная	150	138,8	21,4	8,1	7	
	200	142,3	10,6	3,8	8	
	250	132,6	20,7	7,3	8	
	300	155,6	8,7	3,5	6	

В целом результаты испытаний показывают, что модифицированная фурановыми соединениями древесина достаточно прочно клеится клеем КБ-3, а полученные соединения обладают высокой стойкостью к увлажнению.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Хрулев, В. А. Зайвий. Стойкость клеевых соединений древесины, пропитанной фенолоспиртами. ИВУЗ, «Строительство и архитектура» № 1, 1968.
 [2]. В. М. Хрулев. Склеивание древесины, модифицированной фурфурол-ацетоновым мономером ФА. В сб. «Модифицирование и пластификация древесины», Изд. «Зинатне», Рига, 1970.

УДК 621.635

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Г. Ф. КОЗОРИЗ

Львовский лесотехнический институт

В настоящее время для выбора режимов работы вентиляторов пользуются экспериментальными данными, обычно представленными в виде кривых, которые называются характеристиками вентилятора. Каждая кривая показывает связь между величинами производительности и давления при постоянном числе оборотов.

В данной статье дается методика получения аналитических зависимостей для определения давления, производительности и скорости вращения центробежных вентиляторов.

Характеристика большинства центробежных вентиляторов в зоне, близкой к максимальному к. п. д., то есть в зоне, наиболее выгодной для работы вентиляторов, представляет собой кривую, близкую к параболе. Вследствие этого можно аппроксимировать участок кривой (характеристики), соответствующей скорости вращения вентилятора n_0 , уравнением вида

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (1)$$

где $y = H_0$ — давление, развиваемое вентилятором;

$x = Q_0$ — производительность вентилятора;

a, b и c — постоянные коэффициенты для каждого типоразмера вентилятора.

Тогда выражение (1) примет вид

$$H_0 = aQ_0^2 + bQ_0 + c. \quad (2)$$

Как известно, для центробежных вентиляторов справедливы следующие отношения:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n}{n_0}; \quad (3)$$

$$\frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2, \quad (4)$$

здесь Q — производительность при любой скорости вращения вентилятора n ;

Q_0 — производительность при скорости вращения вентилятора n_0 ;

H — давление при n об/мин;

H_0 — давление при n_0 об/мин.

Индексом «0» обозначены величины, относящиеся к характеристике вентилятора, для которой определяются постоянные коэффициенты. Из уравнения (4) получим значение давления при любой скорости вращения вентилятора n

$$H = H_0 \left(\frac{n}{n_0}\right)^2.$$

Заменяя величины H_0 и Q_0 на их значения, получим

$$H = aQ^2 + bQ \frac{n}{n_0} + c \left(\frac{n}{n_0}\right)^2. \quad (5)$$

Обозначим

$$\frac{c}{n_0^2} = C; \quad \frac{b}{n_0} = B.$$

Тогда выражение (5) примет вид

$$H = aQ^2 + BnQ + Cn^2. \quad (6)$$

Решим уравнение (6) относительно n

$$n = \frac{-BQ \pm \sqrt{B^2 Q^2 + 4C(H - aQ^2)}}{2C} \quad (7)$$

Решим уравнение (6) относительно Q

$$Q = \frac{-Bn \pm \sqrt{B^2 n^2 + 4a(H - Cn^2)}}{2a} \quad (8)$$

Уравнения (6), (7) и (8) в общем виде устанавливают зависимость между производительностью, давлением и скоростью вращения центробежных вентиляторов, характеристики которых в рабочей зоне имеют параболический вид. Проверим справедливость этих выражений на примере вентиляторов Ц13-50 № 4 и Ц4-70 № 7. Применяя методы выравнивания и наименьших квадратов, определим коэффициенты a , b и c уравнения (1) при скорости вращения вентилятора $n_0 = 1000$ об/мин. Давление H_0 и производительность Q_0 вентиляторов берут из типовых (экспериментальных) характеристик (рис. 1, 2).

Рис. 1. Характеристики вентилятора Ц13-50 № 4

1 — типовые (экспериментальные); 2 — полученные по эмпирической зависимости (9); 3 — полученные по эмпирической зависимости (10).

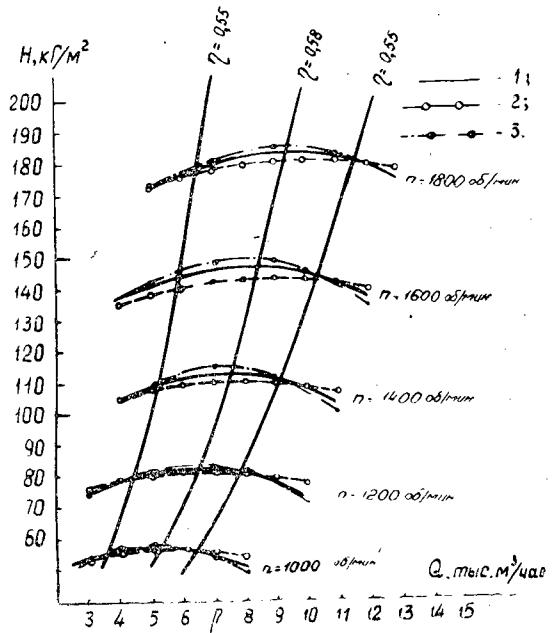


Таблица 1

Тип вентилятора	Коэффициенты		
	a	b	c
Ц13-50 № 4	-0,33	3,75	45,4
Ц4-70 № 7	-0,3	3,6	71,8

Результаты расчетов на электронно-счетной машине «Проминь» приведены в табл. 1.

Для вентилятора Ц13-50 № 4 (при $n_0 = 1000$ об/мин)

$$B = \frac{b}{n_0} = 3,75 \cdot 10^{-3}, \quad C = \frac{c}{n_0^2} = 45,4 \cdot 10^{-6};$$

для вентилятора Ц4-70 № 7 (при $n_0 = 1000$ об/мин)

$$B = \frac{b}{n_0} = 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad C = \frac{c}{n_0^2} = 71,8 \cdot 10^{-6}.$$

Тогда уравнения (6) и (7) примут следующий вид:

для вентилятора Ц13-50 № 4

$$H = -0,33Q^2 + 3,75 \cdot 10^{-3}nQ + 45,4 \cdot 10^{-6}n^2; \quad (9)$$

$$n = \frac{-3,75 \pm \sqrt{14,06Q^2 + 181,6(0,33Q^2 + H)}}{0,0908}; \quad (10)$$

для вентилятора Ц4-70 № 7

$$H = -0,3Q^2 + 3,6 \cdot 10^{-3}nQ + 71,8 \cdot 10^{-6}n^2; \quad (11)$$

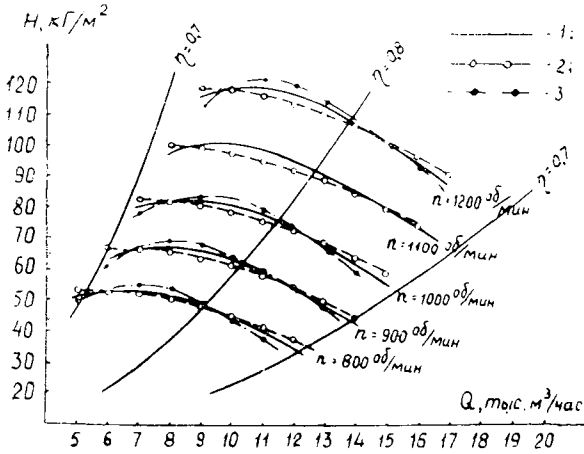


Рис. 2. Характеристики вентилятора Ц4-70 № 7.

1 — типовые (экспериментальные); 2 — полученные по эмпирической зависимости (11); 3 — полученные по эмпирической зависимости (12).

$$n = \frac{-3,6Q \pm \sqrt{12,96Q^2 + 287,2(0,3Q^2 + H)}}{0,1436} \quad (12)$$

По результатам расчетов построены графики (рис. 1 и 2), из которых видно, что максимальные отклонения кривых, полученных по зависимостям (9) — (12), от типовых характеристик вентиляторов составляют до $\pm 2\%$ для скорости вращения вентиляторов и до $\pm 4\%$ для давления, развиваемого вентилятором. Такие отклонения лежат в пределах точности расчета вентиляционных и пневмотранспортных установок, используемых на предприятиях лесной промышленности.

УДК 66.023/025

О ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ЦИКЛОННОМ АППАРАТЕ

Л. Б. ЗАРУДНЫЙ, Л. С. КАТОРИНА

Московский институт химического машиностроения

Циклонный принцип физико-химической переработки различных мелких материалов, обеспечивающий скоростную обработку сырья, можно эффективно применять в лесной и деревообрабатывающей промышленности.

В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования зависимости времени пребывания твердых частиц в аппарате циклонного типа от режимных и конструктивных параметров.

Применяя метод импульсного ввода индикатора, составляющего часть подаваемого потока массы материала, экспериментально определяли функцию распределения времени пребывания твердой фазы в аппарате (рис. 1).

$$F(\tau) = \frac{\sum_{i=0}^n B_{i \text{ меч}}}{B_{\text{меч}}}$$

где $F(\tau)$ — функция распределения времени пребывания твердых частиц в аппарате;

$\sum_{i=0}^n B_{i \text{ меч}}$ — поток массы меченых частиц, выходящих из аппарата за i -тый промежуток времени, г;

$B_{\text{меч}}$ — суммарный поток массы меченых частиц, поступающих в реактор, г.

Среднее время пребывания материала в аппарате определяли с помощью метода Симпсона [1] по формуле

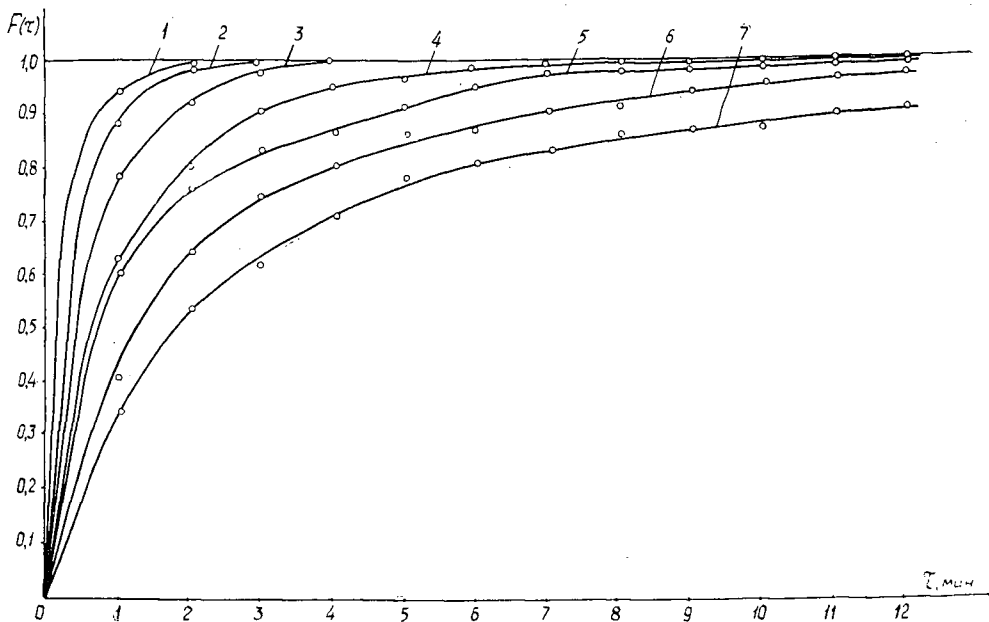


Рис. 1. Зависимость распределения времени пребывания твердой фазы в циклонном аппарате от величины расхода вторичного воздуха V_{II} ($0,71 < d_{ч} < 1$; $\rho_M = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

1 — $V_{II} = 2,24 \text{ м}^3/\text{час}$; 2 — 2,73; 3 — 3,15; 4 — 3,68; 5 — 4,26; 6 — 5,40; 7 — 5,92.

$$\bar{\tau} = \int_0^1 \tau dF(\tau),$$

здесь $\bar{\tau}$ — среднее время пребывания твердой фазы в аппарате, мин.

Опыты проводили на циклонных аппаратах диаметрами 60, 80 и 100 мм с верхним расположением сопел вторичного воздуха. Отношение высоты циклона к диаметру 1,35—0,21, радиус ввода материала 0—30 мм. Режимные параметры: плотность материала $0,8 \cdot 10^3$ — $2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; размер частиц 0,375—2,5 мм; поток массы твердых частиц 0,223—0,938 г/мин; расход вторичного воздуха 2,24—5,92 м³/час; температура в аппарате 20—400°C.

В результате обработки экспериментальных данных было получено критериальное уравнение, несколько отличающееся от приведенного в работе Ю. А. Миклина и др. [2],

$$\Theta = 2,77 \cdot 10^{-5} Fr^{0,48} Stk^{0,4} \mu_M^{-1,675}, \quad (1)$$

где

$$\Theta = \frac{w_{вх} \bar{\tau}}{L};$$

$$Fr = \frac{w_{вх} \rho_M}{g D \rho_0};$$

$$Stk = \frac{\rho_M w_{вх}^n d_{ч}^{n+1}}{C_{\mu}^n D \rho_0^{1-n}};$$

$$\mu = \frac{B \cdot 1000}{3600 V \rho_0}.$$

В этих формулах Θ — безразмерный критерий времени;

Fr — критерий Фруда;

Stk — критерий Стокса;

μ_M — относительная весовая концентрация, кг материала/кг воздуха;

ρ_M — плотность материала, кг/м³;

- g — ускорение свободного падения, м/сек²;
 ρ_0 — плотность воздуха, кг/м³;
 $d_{\text{ч}}$ — диаметр частицы материала, м;
 μ — динамическая вязкость воздуха, кг/м · сек;
 V — расход воздуха, м³/час;
 L — высота аппарата, м;
 D — диаметр аппарата, м;
 $w_{\text{вх}}$ — скорость газовой фазы на входе в аппарат, м/сек;
 B — поток массы материала, поступающего в аппарат, г/мин.

Коэффициент сопротивления движению частицы определяли по формуле

$$C = \frac{C_0}{\text{Re}_{\text{ч}}^n},$$

здесь $\text{Re}_{\text{ч}}$ — критерий Рейнольдса для частиц, вычисленный по скорости газовой фазы на входе в аппарат;

C_0 — коэффициент формы частиц;

$$0,8 \leq n \leq 1;$$

$$n = 1 \text{ при } \text{Re}_{\text{ч}} < 1000;$$

$$n = 0,8 \text{ при } \text{Re}_{\text{ч}} > 1000;$$

$$\text{Re}_{\text{ч}} = \frac{w_{\text{вх}} d_{\text{ч}} \rho_0}{\mu}.$$

Для сферических частиц $C_0 = 24$.

Критерий Стокса изменялся в пределах $35 \cdot 10^3 - 1150 \cdot 10^3$, критерий Фруда — в пределах $133 \cdot 10^3 - 4370 \cdot 10^3$.

На рис. 2 в логарифмических координатах представлены результаты опытов в виде зависимости безразмерного комплекса $K = \frac{\theta \mu_m^{1,675}}{\text{Stk}^{0,4}}$ от критерия Фруда. Экспериментальные точки хорошо ложатся на прямую, для которой показатель степени $m = 0,48$, что подтверждает применимость уравнения (1) для всего интервала изменения режимных и конструктивных условий опыта.

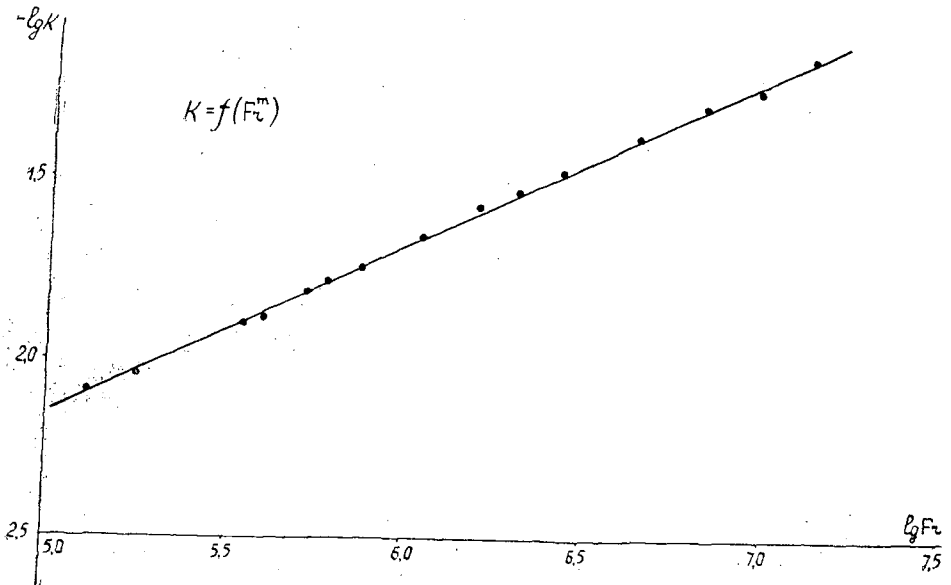


Рис. 2. Зависимость $\lg K = F(\lg Fr)$.

Из анализа результатов экспериментальных данных вытекают следующие выводы. Величина среднего времени пребывания материала в аппарате очень слабо за-

висит от радиуса материала. При $\frac{L}{D} = \text{const}$ с увеличением размеров аппарата это время повышается незначительно; с увеличением высоты аппарата оно возрастает.

При постоянном сечении сопел с повышением расхода вторичного воздуха время пребывания материала в аппарате резко возрастает. С увеличением размера частиц ($\rho_m = \text{const}$) при сохранении $w_{\text{вх}} = \text{const}$ время пребывания материала в аппарате возрастает до некоторого максимального значения, затем начинает уменьшаться (рис. 3).

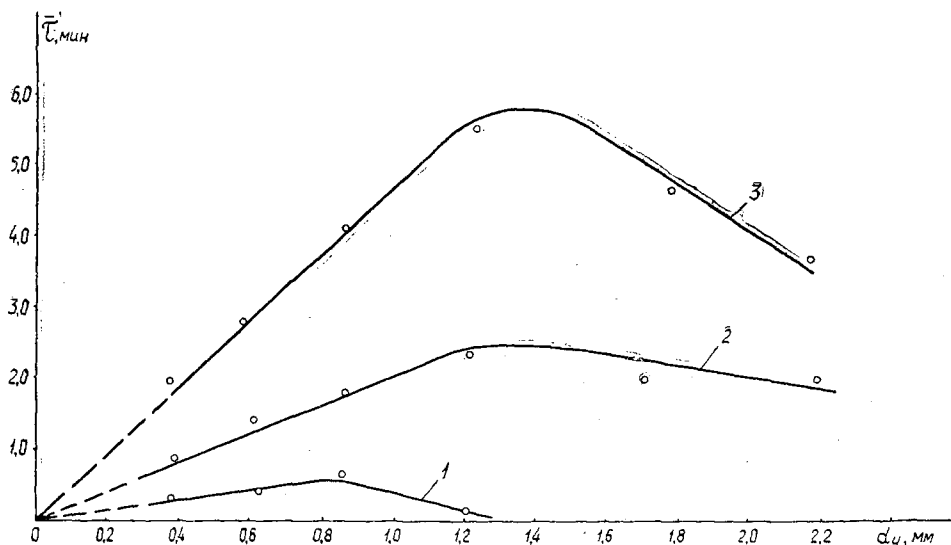


Рис. 3. Зависимость среднего времени пребывания твердой фазы в циклонном аппарате от размера частиц при различном расходе вторичного воздуха (площадь сечения сопел вторичного воздуха, m^2 , $F = \text{const}$; $\rho_m = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

1 — $V_{II} 2,24 \text{ м}^3/\text{час}$; 2 — 3,68; 3 — 5,4.

При этом с повышением $w_{\text{вх}}$ положение максимума кривой $\tau = f(d_c)$ смещается в сторону больших размеров частиц. Видимо, существует критическая масса частицы, при которой сила тяжести начинает преобладать над центробежной силой, в результате чего возрастает число частиц, которые, минуя аккумулированный слой, идут на выход из реактора; одновременно с этим возможно сокращение и времени пребывания частиц в аккумулированном слое аппарата.

Большое влияние на τ оказывает величина потока массы материала, особенно в области малых значений \bar{V} . Далее по мере увеличения подачи это влияние уменьшается, но во всех случаях возрастание \bar{V} ведет к снижению времени пребывания материала в аппарате. С увеличением плотности материала величина τ существенно возрастает.

Горячие продувки циклонного аппарата при постоянном массовом расходе воздуха показали, что с повышением температуры газового потока в аппарате время пребывания материала в нем увеличивается незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. М. Батунер, М. Е. Позин. Математические методы в химической технике. Изд-во «Химия», 1969. [2]. Ю. А. Миклин, П. Г. Романков, В. Ф. Фролов. ЖПХ, XII, № 5, 1969.

УДК 621.798.1 : 676

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ, ВЫРАБАТЫВАЮЩИХ КАРТОННУЮ ТРАНСПОРТНУЮ ТАРУ

Н. Т. ЛИЧМАН

Ленинградская лесотехническая академия

При производстве гофрированного картона и переработке его на ящики и различные детали к ним показатель использования производственной площади выражается количеством переработанного за год картона для плоских и волнистых слоев на 1 м^2 производственной площади. К производственной относится площадь, занятая машинами и оборудованием, различными приспособлениями для транспортировки и передачи заготовок от одного рабочего места к другому, рабочими местами, предназначенная для упаковки кип готовой продукции, а также для промежуточного отлеживания листов гофрированного картона в соответствии с технологией данного производства.

Рассматриваемый показатель характеризует два явления: эффективность использования производственной площади и загрузку этих площадей, которая, в свою очередь, определяет культуру производства и условия труда в гофроцехе. Эти явления противоречивы. С одной стороны, предприятия всячески стремятся повысить уровень съема, с другой, высокий уровень показателя свидетельствует о перегрузке производственной площади, создающей неудовлетворительные условия труда, затрудняющие технологический процесс, уменьшающие возможный объем выработки гофропродукции, что, в конечном счете, снижает эффективность производства.

Рассмотрим уровень названного показателя на ряде предприятий. Сравнительный анализ свидетельствует о наиболее эффективном использовании производственной площади на кондитерской фабрике им. Самойловой и Московском мясокомбинате, где уровень съема продукции с 1 м^2 гофроцеха почти в 2 раза выше заложенного в типовом проекте № 410—1—1, разработанном Мосгипробумом в 1967 г. Из одиннадцати обследованных нами гофроцехов только в комбинате «Киевлесотара» и на Киевском стеклотарном заводе съем продукции с 1 м^2 производственной площади ниже уровня, предусмотренного Мосгипробумом.

Однако привлечение к анализу ряда дополнительных технико-экономических показателей (использование производственной мощности оборудования, рабочего времени рабочих, производительность труда и т. п.) позволило сделать вывод о том, что высокий уровень съема гофропродукции с 1 м^2 в ряде случаев объясняется вовсе не высокой эффективностью использования производственной площади, а недостатком ее.

Мы рассчитывали необходимую площадь для каждого гофроцеха с учетом его мощности и норму производственной площади по проекту Мосгипробума. Сопоставление этих показателей свидетельствует о низкой обеспеченности цехов производственной площадью. Особенно низкую степень обеспеченности имеют гофроцехи Донецкой макаронной фабрики, кондитерской фабрики имени Самойловой и Московского мясокомбината, где производственная площадь составляет менее 40% необходимой. Несколько лучше положение на Энгельском мясокомбинате и Киевском стеклотарном заводе — около 60%, бумажной фабрике «Комсомолец» — 65%, комбинате «Киевлесотара» — немногим более 75%. Необеспеченность производственной площадью — один из важных факторов, снижающих эффективность использования основных фондов.

Несмотря на то, что использование производственной площади по предприятиям колеблется в пределах от 36 до 73%, загрузка ее достигла значительной величины. По мере освоения мощности ведущего оборудования недостаток производственной площади будет проявляться все острее. Так, гофроцех Донецкой макаронной фабрики освоил производственную мощность на 55%, при этом загрузка площади оказалась почти в 1,5 раза выше предусмотренной в типовом проекте. При условии полного освоения мощности загрузка производственной площади на этом предприятии окажется в 2,7 раза выше нормы.

Еще важнее вопрос обеспечения гофроцехов складскими помещениями. Отсутствие или ограничение площади склада сырья вынуждает предприятие хранить картон на открытых площадках, в лучшем случае под навесом или брезентом. Это обуслови-

вает большие колебания влажности по толщине и ширине рулона картона, что приводит к нарушению технологического режима гофроделательного агрегата, снижению его скорости и, как следствие, к уменьшению объема производства.

Складов готовой продукции на ряде предприятий вообще нет или они недостаточны. Так, потребность в складской площади кондитерской фабрики им. Самойловой, рассчитанная на основании нормы Типового проекта, с учетом производственной мощности данного цеха, удовлетворена лишь на 10%.

Недостаток или отсутствие складских площадей вынуждает предприятия хранить готовую продукцию в цехе, что резко ухудшает организацию производства и труда, санитарно-гигиенические условия и порождает большие неудобства в работе внутрицехового транспорта. Превращение производственных площадей в складские ставит работу гофроцехов в зависимость от работы транспорта. Нарушение графика отгрузки вызывает снижение рабочей скорости и простои гофроделательного агрегата, а в некоторых случаях приводит к остановке производства. По данным обследования предприятий в 1967—1970 гг., Майкопский и Астраханский ЦКК, кондитерская фабрика им. Самойловой, мясокомбинат и другие имели внутрисменные и целодневные простои по этой причине. Серьезный дефицит складских площадей (наряду с производственными) сдерживает освоение проектной скорости агрегата. Например, гофроцех Вильнюсского опытного завода волокнистых изделий, который уже на следующий год после ввода в действие освоил скорость 100—110 м/мин, не может постоянно работать на такой скорости, так как при этом заполняются готовой продукцией все производственные и складские площади. Такое же положение и на пущенном в 1968 г. Архангельском ЦКК, где скорости агрегата достигли 145 м/мин.

Одна из причин низкой обеспеченности производственными и складскими площадями — многочисленность организаций, осуществляющих проектировку гофроцехов (Гипробум, Гипропрод, Гипрожир, ГипроНИИполиграф и др.).

Следующая причина — традиционное размещение производства тары в основном при потребителях ее и только для обеспечения их потребности. Вследствие этого склады готовой продукции или совсем не строили, или приспособляли для этой цели другие помещения. Да и сами цехи, как правило, размещали в существующих и мало приспособленных помещениях, причем производственная программа таких цехов определялась не производственной мощностью оборудования, а потребностью в таре данного предприятия. Естественно, при таком подходе производственная площадь определялась размером существующего помещения.

Даже самые современные гофроцехи Майкопского, Астраханского и Архангельского ЦКК, а также Вильнюсского ОЗВИ имеют ограниченные производственные и особенно складские площади.

Необходимость незамедлительного решения вопроса обеспечения производственными и складскими площадями вызывается вводом в действие ряда новых предприятий этого профиля, а также тем трудным положением, которое возникло на некоторых действующих предприятиях при освоении ими мощности ведущего оборудования.

УДК 634.0.813.13

ВЛИЯНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ В ВОДНОЙ СРЕДЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУМАГИ

Л. Ф. ЛЕВИНА, Д. С. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

Сибирский технологический институт

На качество получаемой бумаги оказывают влияние различные факторы.

В производственной практике и при проведении научных исследований часто встречаются случаи, когда волокнистую суспензию приходится хранить продолжительное время. Поэтому важно знать, насколько при этом изменяются свойства волокнистых материалов и как срок хранения отражается на основных свойствах изготавливаемой бумаги.

Из литературных источников известно, что во время хранения древесной массы в виде водной суспензии она может поражаться различными грибами, вызывающими ее посинение, заплесневение и загнивание. Интенсивность воздействия грибов на волокнистые материалы зависит от температуры, кислотности среды, доступа кислорода к массе, а также от свойств самой волокнистой массы.

В настоящем сообщении приведены результаты изучения влияния продолжительности хранения в лабораторных условиях беленой и небеленой сульфитной целлюлозы и древесной массы на механические свойства изготавливаемой из них бумаги. Температура помещения, в котором хранились в разбавленном состоянии волокнистые ма-

Исследуемый материал	Продолжительность отлива, сек	Степень помола волокнистой массы, ° ШР (числи волокисто й)				
		1	2	3	4	6
Древесная масса	60	81 —	81 83	— 83,8	80 84,2	— 83,2
Небеленая сульфитная целлюлоза	20	17 —	17 88	— 87,8	17 88,2	— 88,1
Беленая сульфитная целлюлоза	20	18 —	18 83	— 83	17 84,5	— 83,9

териалы, летом была 22—24°C, зимой 12—14°C. Во всех исследованных случаях летом и зимой суспензии хранились при достаточном непрерывном перемешивании в закрытых сосудах с ограничением доступа воздуха и света. Отливки образцов бумаги весом 100 г/м² изготовляли на листоотливном аппарате Рапид-Кётен, высушивали под вакуумом до абс. сухого состояния. После суточной выдержки в эксикаторе, относительная влажность воздуха в котором поддерживалась равной 65%, производили испытания наиболее характерных механических свойств: разрывной длины и сопротивления излому. Определения проводили ежедневно в течение двух недель. Продолжительность отлива образцов во всех опытах контролировали с помощью секундомера.

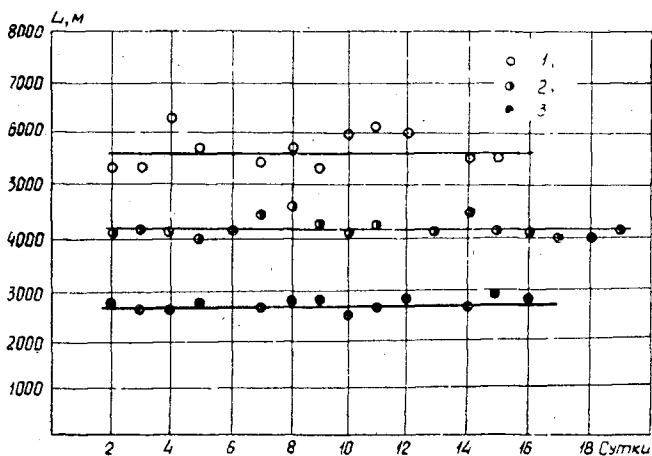


Рис. 1. Зависимость разрывной длины бумаги (L) от продолжительности хранения отливок и суспензий в зимний период.

1 — небеленая сульфитная целлюлоза; 2 — беленая сульфитная целлюлоза; 3 — древесная масса.

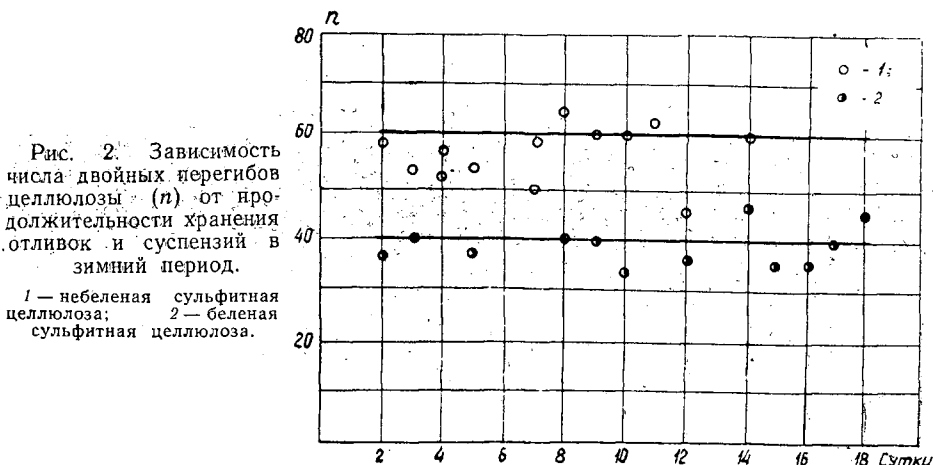


Рис. 2. Зависимость числа двойных перегибов целлюлозы (n) от продолжительности хранения отливок и суспензий в зимний период.

1 — небеленая сульфитная целлюлоза; 2 — беленая сульфитная целлюлоза.

Таблица 1

тель) и влажность отливок W , % (знаменатель) при продолжительности предварительного хранения суспензии, дней

7	8	9	10	11	13	14	15	16
$\frac{80}{83,1}$	$\frac{—}{83,6}$	$\frac{81}{84}$	$\frac{—}{84,1}$	$\frac{82}{84,7}$	$\frac{—}{85,2}$	$\frac{81}{82,7}$	$\frac{—}{83}$	—
$\frac{17}{88}$	$\frac{—}{88,1}$	$\frac{17}{88}$	$\frac{—}{88,4}$	$\frac{18}{88,6}$	$\frac{—}{88}$	$\frac{17}{—}$	—	—
$\frac{17}{83}$	$\frac{—}{82}$	$\frac{18}{83,3}$	$\frac{—}{85}$	$\frac{18}{85,2}$	$\frac{—}{84,8}$	$\frac{17}{83,9}$	$\frac{—}{84}$	$\frac{18}{84}$

В табл. 1 приведены результаты определений степени помола волокнистой массы и влажности отливок непосредственно после отлива. Как видно из данных табл. 1, расхождения исследуемых показателей бумажных отливок не выходят за пределы допустимых ошибок определений. За весь изучаемый срок хранения суспензий древесной массы и целлюлозы в зимний период в них не произошло таких изменений, которые могли бы заметно повлиять на свойства изготавливаемой бумаги. Высказанное положение подтверждается графиками рис. 1 и 2, из которых видно, что в течение двухнедельного хранения отливок и суспензий в зимний период свойства бумаги практически не изменяются.

Рис. 3. Зависимость разрывной длины бумаги (L) от продолжительности хранения отливок и суспензий в летний период.

1 — небеленая сульфитная целлюлоза; 2 — беленая сульфитная целлюлоза; 3 — древесная масса.

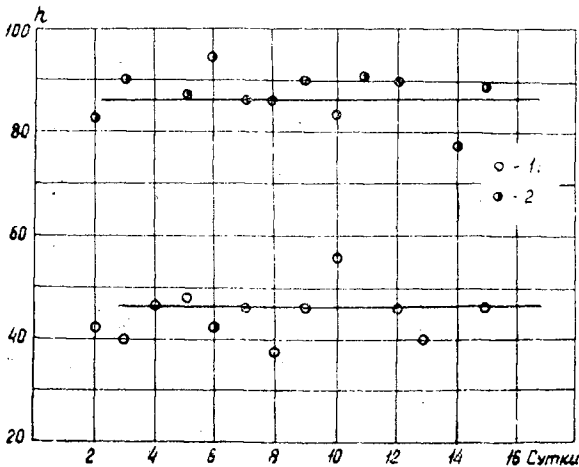
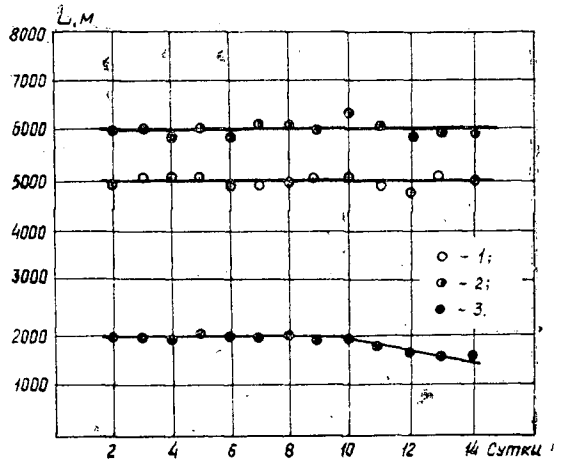


Рис. 4. Зависимость числа двойных перегибов целлюлозы (n) от продолжительности хранения отливок и суспензий в летний период.

1 — небеленая сульфитная целлюлоза; 2 — беленая сульфитная целлюлоза.

Из рис. 3 и 4 видно, что для летнего периода механическая прочность беленой и небеленой целлюлозы в течение двухнедельного хранения оставалась неизменной, а у древесной массы на десятый день хранения разрывная длина заметно понизилась, по-видимому, из-за действия микроорганизмов, которые или могли быть уже в исходной массе, доставленной с древесно-массного завода ЦБК, или развились за период хранения при температуре окружающей среды 22—24°C.

Результаты исследования дают основание сделать вывод, что хранение суспензии древесной массы в закрытых сосудах в течение 15 суток при температуре 12—14°C и суспензии сульфитной беленой и небеленой целлюлозы также в течение 15 суток при 12—24°C не вызывает заметного снижения качества бумаги.

УДК 533.6

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ АЭРОДИНАМИКИ ЦИКЛОННОЙ КАМЕРЫ С КОНИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ ПЛОЩАДИ ВЫХОДА

Э. Н. САБУРОВ

Архангельский лесотехнический институт

Экспериментальные исследования показали, что внешний осевой обратный ток можно ликвидировать и превратить его во внутренний с помощью конической вставки, расположенной в торцовом выходном отверстии осесимметрично с камерой. Принципиальная схема исследованного варианта приведена на рис. 1.

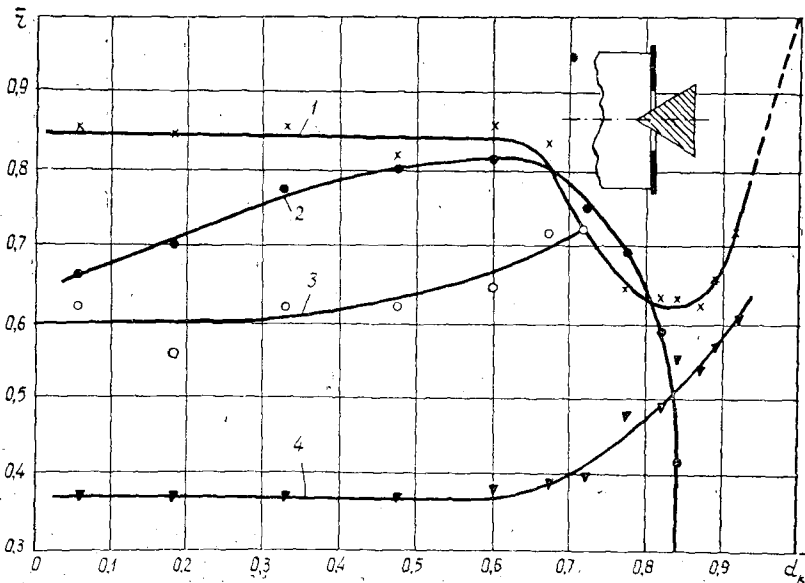


Рис. 1. Изменение радиальных размеров некоторых характерных областей потока в зависимости от параметра d_k .

Опыты проводили на модели диаметром 201 мм, длиной 316 мм и с диаметром выходного отверстия $d_n = 81,5$ мм. Воздух подводился в камеру двумя диаметрально противоположными шлицами 3×257 мм. Коническая вставка, в продольном разрезе представляла равносторонний треугольник. Поля скоростей и давлений измеряли в трех поперечных сечениях, деливших модель примерно на четыре равные части, трехкашальным цилиндрическим зондом с диаметром насадка 2,6 мм. Кроме того, для исследования движения потока у поверхности конуса и на срезе диафрагмы применяли нитяные флюгерки.

В данной работе изучали влияние степени заполнения конусом выходного отверстия $\bar{d}_k = \frac{d_k}{d_n}$ ($d_k = 2 r_k$ — диаметр конуса на внешнем срезе диафрагмы) на

аэродинамические характеристики камеры. Анализ опытных данных показал, что при любом из исследованных значений \bar{d}_k характер распределения вращательной составляющей скорости потока, а также статического и полного давлений соответствует обычно наблюдаемому в циклонно-вихревых камерах распределению этих параметров.

Вращательные составляющие скорости потока значительно больше осевых. При одних и тех же входных скоростях и прочих равных условиях максимальное значение тангенциальной составляющей $W_{\varphi m}$ в сечении зависит от величины \bar{d}_k ; при этом в случае появления конуса в выходном отверстии величина $W_{\varphi m}$ первоначально возрастает, достигая максимума при $\bar{d}_k \approx 0,72$, а затем резко уменьшается, стремясь к нулю при значениях d_k , близких к $d_{п.}$ Потери крутки в пристенном слое (определяемые по границе осесимметричного ядра) при $\bar{d}_k \leq 0,869$ не зависят от степени заполнения выходного отверстия и несколько увеличиваются при $\bar{d}_k > 0,869$. Введение в пережим конической вставки первоначально приводит к небольшому смещению максимума тангенциальной (вращательной) составляющей к центру, а после $\bar{d}_k \approx 0,72$ — от центра.

В периферийной части потока с ростом \bar{d}_k в диапазоне 0—0,55 статическое и полное давления незначительно уменьшаются, а при $\bar{d}_k > 0,55$ они возрастают, причем особенно интенсивно при $\bar{d}_k > 0,82$. С изменением \bar{d}_k меняется и радиус цилиндрической поверхности нулевого статического давления $\bar{r}_{\Delta p} = \frac{r_{\Delta p}}{r_{п.}}$. Зависимость $\bar{r}_{\Delta p}$ от \bar{d}_k представлена кривой 2 на рис. 1, из которого видно, что область отрицательных статических давлений в камере отсутствует при $\bar{d}_k > 0,844$.

Коническая вставка в выходном отверстии камеры даже при значениях \bar{d}_k близких к нулю, приводит к появлению ряда особенностей в осевых движениях потока. Как известно, на выходе из циклонных камер частицы потока разлетаются в околоторцовом пространстве по направлениям, хорошо совпадающим с касательными к траекториям их движения. В рассматриваемом случае ($d_{п.} = 81,5$ мм) эта область движения потока располагается в непосредственной близости к внешней поверхности пережима. Коническая вставка в выходном отверстии уменьшает угол распыла потока. Выходящая из камеры закрученная струя начинает распространяться вдоль конуса. Нескомпенсированный перепад давления приводит к появлению на поверхности конуса обратного тока, который проникает внутрь камеры до глухого торца. (В данном случае этот ток правильнее назвать радиально обратным.)

Как видно из рис. 1 (кривая 4), радиальные размеры внутреннего осевого обратного тока $\left(\bar{r}_u = \frac{r_u}{r_{п.}}\right)$ при $0 < \bar{d}_k \leq 0,6$ практически не зависят от \bar{d}_k , а при $0,6 < \bar{d}_k \leq 0,9$ они возрастают с ростом диаметра конической вставки; в последнем диапазоне изменения \bar{d}_k возрастает и мощность осевого внутреннего тока. Размеры обратного тока определены по радиусу (границе, разделяющей осевой обратный и выходной кольцевой вихри), на котором осевая скорость равна нулю.

Кроме того, увеличение \bar{d}_k приводит к некоторой перестройке осевого течения потока и в периферийной части камеры. Имевший место наряду с обратным прямой вихрь исчезает при $\bar{d}_k > 0,72$. В этом случае весь поток в периферийной части камеры направляется к ее глухому торцу, причем одновременно с увеличением уровня осевых скоростей повышаются радиальные размеры этой области течения. При $\bar{d}_k \geq 0,82$ существенно снижается мощность выходного вихря. Одновременно в приосевой области у глухого торца появляется замкнутая циркуляционная зона.

Место зарождения осевого обратного тока у поверхности конуса находили визуально с помощью нитяного флюгерка, причем в качестве определяющего условия принимали равенство нулю осевой составляющей скорости.

При $0 < \bar{d}_k < 0,72$ обратный ток у поверхности конуса появляется за пределами камеры; чем меньше \bar{d}_k , тем дальше от внешней поверхности пережима находится место зарождения тока. При относительном диаметре конической вставки, равном 0,72, осевой обратный ток зарождается в плоскости внешнего среза диафрагмы. С дальнейшим увеличением \bar{d}_k внешняя граница обратного тока перемещается по поверхности конуса внутрь камеры. Максимальное ее удаление от среза диафрагмы наблюдалось при $\bar{d}_k \approx 0,869$. При дальнейшем увеличении \bar{d}_k внешняя граница обратного тока приближается к пережиму.

На рис. 1 описанный характер перемещения границы обратного тока изображен кривой 1, представляющей зависимость безразмерного радиуса конуса $\left(\bar{r}_k\right)_u = \left(\frac{r_k}{r_{п.}}\right)_u$, соответствующего внешней границе обратного тока, от степени заполнения выходного сечения камеры. Принятый вариант обработки опытных данных позволил установить

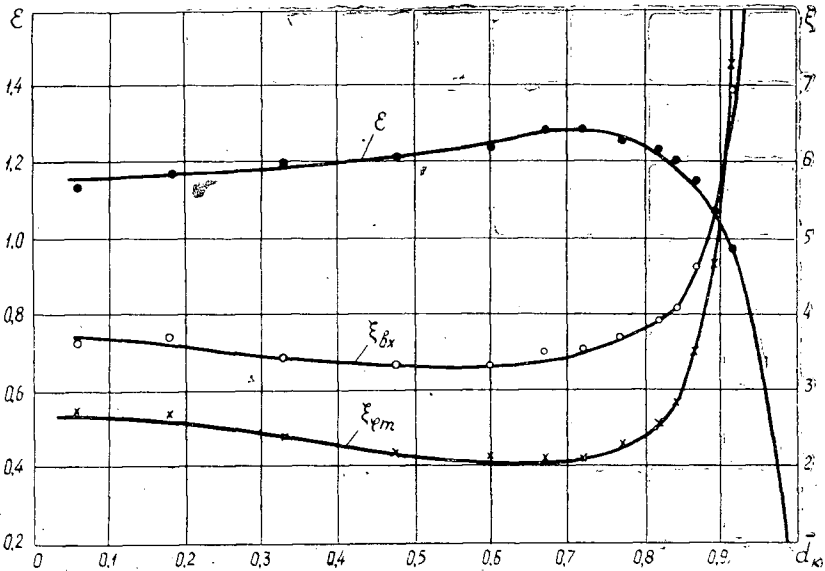


Рис. 2. Зависимость коэффициентов ϵ , ζ_{vx} и $\zeta_{\phi m}$ от степени заполнения выходного отверстия циклонной камеры.

также, что при $0 < \bar{d}_k \leq 0,6$ величина $(\bar{d}_k)_u$ практически не зависит от \bar{d}_k . Как видно из кривой 2 рис. 1, крайнее правое значение этого интервала соответствует такому значению \bar{d}_k , при котором радиус нулевого статического давления в камере имеет максимальную величину. Минимальное значение $(\bar{d}_k)_u$ наблюдается при величине \bar{d}_k , ликвидирующей в камере область отрицательных статических давлений.

На рис. 1 (кривая 3) приведена также зависимость безразмерного радиуса обратного тока на внешнем срезе диафрагмы от величины \bar{d}_k ; радиус возрастает с увеличением \bar{d}_k . Пересечение кривых 1 и 3 подтверждает ранее сделанное заключение, что при $\bar{d}_k \approx 0,72$ осевой обратный ток зарождается в плоскости внешнего среза диафрагмы. В камере без конической вставки радиус внешнего осевого обратного тока составляет примерно $0,62 r_n$. Поэтому в соответствии с кривыми 1 и 4 можно сказать, что величина \bar{d}_k не влияет на характеризуемые ими параметры лишь в зоне осевого обратного тока, характерного для камеры без конической вставки, то есть при сохранении условий выхода потока. Максимальное значение $r_{\Delta p}$ (кривая 2) наблюдается при \bar{d}_k , примерно равном диаметру внешнего осевого обратного тока в камере без вставки.

Рассматривая особенности течения потока в камере, имеющей на выходе коническую вставку и внутренний осевой обратный ток, можно заметить, что при выводе конуса из пережима даже в том случае, когда его вершина достаточно удалена от внешней поверхности диафрагмы, выходящая закрученная струя продолжает распространяться вдоль конуса. Однако в этом случае режим движения потока неустойчив и возвращается к обычному режиму движения газа в камере без конуса даже при незначительном внешнем воздействии.

Данные по суммарным характеристикам исследуемой циклонной камеры при различной степени заполнения выходного отверстия приведены на рис. 2, из которого видно, что коэффициент относительной крутки потока в рабочем объеме камеры $\epsilon = \frac{W_{\phi m}}{W_{vx}}$ (W_{vx} — средняя входная скорость потока в шлицах) в зависимости от \bar{d}_k

изменяется не монотонно. Максимум ϵ наблюдается при $\bar{d}_k \approx 0,72$, когда внешняя граница осевого внутреннего тока находится на срезе диафрагмы. Такое изменение ϵ определяется совокупным влиянием ряда факторов: смещением величины $W_{\phi m}$ (увеличением или уменьшением «квазипотенциальной» зоны), перестройкой поля осевых скоростей, потерями на трение и изменением условий выхода потока (условий распространения выходящей закрученной струи и площади выхода). Уменьшение площади выхода, вероятно, является причиной резкого падения ϵ при $\bar{d}_k \geq 0,844$; этим же вызывается резкий рост суммарных коэффициентов сопротивления

$$\zeta_{вх} = \frac{2\Delta P_{п}}{\rho_{в} W_{вх}^2}; \quad \zeta_{\varphi m} = \frac{2\Delta P_{п}}{\rho_m W_{\varphi m}^2}$$

В этих соотношениях $\Delta P_{п}$ — перепад полного давления в камере;

$\rho_{в}$ и ρ_m — плотности потока во входных шлицах и на радиусе, где достигается $W_{\varphi m}$.

Из рис. 2 видно, что в рассмотренной циклонной камере с конической вставкой оптимальные аэродинамические условия наблюдаются при $d_k \approx 0,7 \div 0,72$.

УДК 674.038.6

КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

А. М. БОРОВИКОВ, Г. А. ЧИБИСОВА

ЦНИИМОД

Установки для сортировки пиломатериалов по прочности [3], [5], [6], появившиеся за границей, не позволяют оценить прочность досок вблизи обоих концов на расстоянии до 60 см. Более универсален ультразвуковой метод сквозного прозвучивания объектов. При проверке этим методом прочности дубовой кровли строения восемнадцатого века было доказано, что уменьшение полезной площади поперечного сечения стропил наблюдается лишь на расстоянии 50 см от стены [4]. О снижении прочности судили по скорости распространения ультразвуковых колебаний (УЗК).

Цель наших опытов — выявление принципиальной возможности контроля прочности пиломатериалов по корреляционному уравнению между пределом прочности на статический изгиб при нагружении на пласт и скоростью распространения ультразвуковых колебаний в направлении от кромки к кромке. При этом мы не решали технической стороны осуществления ультразвукового контроля в технологическом потоке, полагая, что эта задача хотя и трудна, но вполне разрешима.

Опыты проводили на близких к радиальной распиловке пиломатериалах (сечением 50×100 мм и длиной около 150 см), взятых на одном из лесопильных заводов, сырье на который поступает с Севера европейской части СССР. При выборе исследуемого сечения ориентировались на ведущие сечения пиломатериалов хвойных пород, идущих на экспорт по Архангельскому порту. После естественной сушки вначале под навесом, а затем на экспериментальной базе лаборатории влажность пиломатериалов равнялась 10—14%, причем неравномерность ее распределения по длине и поперечному сечению не превышала +2%.

Скорость УЗК, точнее время распространения УЗК в направлении от кромки к кромке, измеряли прибором УКБ-1 (изготовитель — завод «Электроточприбор», г. Кишинев) у пиломатериалов на среднем участке длиной 40 см в десяти точках, отстоящих друг от друга на 4 см. В результаты измерений вносили поправку на время распространения УЗК в пластине, который использовали для улучшения акустического контакта. С этой же целью были простроганы кромки пиломатериалов. Поэтому мы считаем, что погрешность определения времени распространения УЗК не превышает погрешности прибора.

Предел прочности определяли с погрешностью не более $\pm 6,5\%$ по результатам испытания пиломатериалов на универсальной машине УМ-5 при постоянной скорости деформирования 60 мм/мин. Пиломатериалы нагружали на пласт по двухточечной схеме при расстоянии 120 см между опорами и 40 см между нажимными ножами.

Качество пиломатериалов оценивали по ГОСТу 8486—57, дополнительно зарисовывали излом и расположение пороков на участке между нажимными ножами.

Было проведено три серии опытов: первая — на еловых пиломатериалах, вторая и третья — на сосновых. Для первых двух серий пиломатериалы отбирали из числа подготовленных на экспорт, в последней серии опытов пиломатериалы были различного качества.

При обработке результатов опытов первой серии выявляли корреляционную зависимость между пределом прочности и скоростью УЗК в месте излома. Поскольку излом, как правило, охватывает несколько контрольных точек, то при выборе значения скорости УЗК, по отношению к которому выявлялась корреляционная зависимость, в определенной степени проявлялся субъективный фактор. Вначале получили коэффициент корреляции, равный —0,55. Ошибка равнялась $\pm 0,12$, то есть корреляция близка к недостоверной. Однако после аналогичных расчетов по отношению к скорости УЗК, максимальной из совокупности измерений для отдельных пиломатериалов, коэффициент корреляции возрос до —0,66, а его ошибка снизилась до $\pm 0,09$. Подсбная

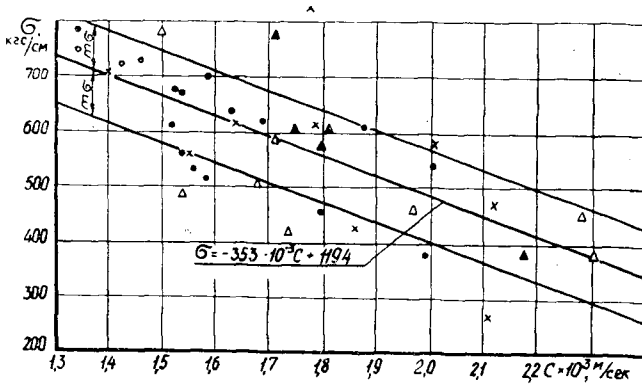


Рис. 1. Соотношение между пределом прочности при поперечном изгибе и скоростью УЗК в направлении от кромки к кромке для еловых пиломатериалов.

○ — сорт отборный; ● — первый; х — второй; △ — третий;
▲ — четвертый.

связь уже достаточна для оценки прочности пиломатериалов с вероятностью, удовлетворяющей запросы промышленности.

Корреляционное уравнение, график которого изображен на рис. 1 с указанием границ, соответствующих средней ошибке уравнения, для еловых пиломатериалов имеет вид

$$\sigma = -353 \cdot 10^{-3} C + 1194,$$

где σ — предел прочности на поперечный изгиб при нагружении на плость, $кг/см^2$;
 C — максимальная скорость УЗК в направлении от кромки к кромке, $м/сек$.

Наблюдаемая для пиломатериалов обратная зависимость предела прочности от скорости УЗК противоречит опытным данным [1], [2] для малых образцов, свобод-

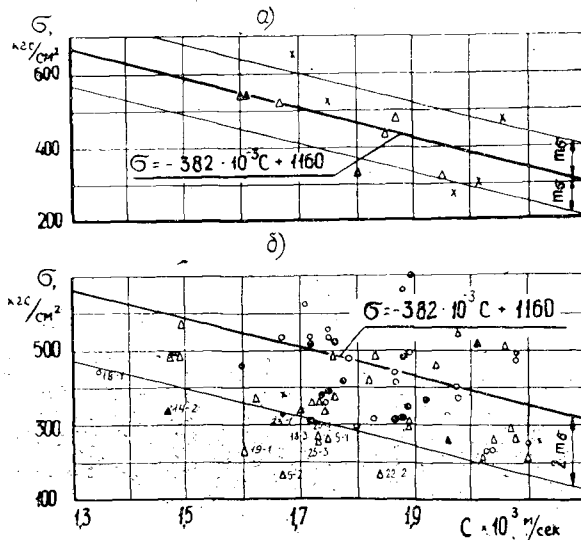


Рис. 2. Соотношение между пределом прочности при поперечном изгибе и скоростью УЗК в направлении от кромки к кромке для сосновых пиломатериалов.

а — со здоровыми сросшимися сучками; б — со всеми пороками. Обозначения см. под рис. 1.

ных от пороков. Это объясняется тем, что у испытанных пиломатериалов имелись только здоровые сросшиеся сучки, скорость УЗК для которых больше, чем для древесины. В то же время околосучковые завитки снижают прочность пиломатериалов, особенно, если находятся в растягиваемой зоне. В результате для пиломатериалов со здоровыми сросшимися сучками снижение прочности прямо пропорционально увеличению скорости УЗК.

Если у пиломатериалов имеются все виды пороков, то следует ожидать нарушения корреляции из-за различного влияния пороков на прочность и скорость УЗК. У пиломатериалов с несросшимися сучками прочность примерно такая же, что и у пиломатериалов со сросшимися сучками, но скорость УЗК из-за наличия прослойки воздуха резко уменьшается. Продольные вертикальные трещины и прорости также уменьшают скорость УЗК, не снижая практически прочности пиломатериалов на статический изгиб. Гнили же уменьшают и скорость УЗК, и прочность.

Этот вывод подтвердился при обработке результатов опытов второй (рис. 2, а) и третьей (рис. 2, б) серий. Для сосновых пиломатериалов со здоровыми сросшимися сучками коэффициент корреляции равняется 0,6 при ошибке 0,19; для пиломатериалов, не подсортированных по сучкам, предел прочности не коррелирует со скоростью УЗК (коэффициент корреляции равен 0,26 при ошибке 0,11).

Таблица 1

Маркировка пиломатериалов	Пороки в зоне разрушения
18—1	Трещина глубиной 15 мм
14—2	Прорость 495×40; сучок ребровый выпавший 40×30
19—1	Сучок круглый здоровый сросшийся 40×35; сучки ребровые здоровые сросшиеся 60×30 и 70×20
23—1	Сердцевинная трубка; сучок ребровый просмоленный несросшийся 20×30
5—2	Сучки групповые здоровые сросшиеся (2 шт.) 110×100
25—1	Два сучка круглых гнилых несросшихся 40×40
18—3	Сучок лапчатый здоровый несросшийся 40×70
25—3	Сучок круглый гнилой несросшийся 20×30;
5—1	Сучок продолговатый гнилой несросшийся 50×50; два сучка продолговатых здоровых сросшихся 110×100
22—2	Сучок продолговатый ребровый здоровый несросшийся 90×40

Примечание. После названия порока указаны размеры дефектной зоны (первый размер по длине пиломатериалов, второй — по ширине).

Пороки, из-за которых пиломатериалы выпадают из корреляционной зависимости, приведены в табл. 1. Эти пороки выявили, построив на рис. 2, б график корреляционного уравнения результатов опытов второй серии и отложив вниз удвоенную среднюю ошибку уравнения. К этим порокам относятся гнили, трещины, прорости, сердцевинная трубка, гнилые и несросшиеся сучки, а также групповые здоровые сросшиеся сучки. По сравнению с одиночными сучками групповые снижают прочность пиломатериалов в большей степени, чем увеличивают скорость УЗК.

Выводы

1. У сосновых и еловых пиломатериалов сечением 50×100 мм, имеющих только здоровые сросшиеся одиночные сучки, при влажности 10—14% наблюдается корреляционная связь между пределом прочности при поперечном изгибе и скоростью УЗК в направлении от кромки к кромке.

2. Предел прочности пиломатериалов со всеми видами пороков не коррелирует со скоростью УЗК. Корреляцию искажают несросшиеся гнилые и групповые сучки, трещины, прорости, дереворазрушающие гнили, сердцевинные трубки и другие пороки, скорость УЗК в которых меньше, чем у древесины.

3. Контроль прочности по скорости УЗК возможен при предварительной подсортировке пиломатериалов по здоровым сросшимся сучкам или после определения поправочных коэффициентов на наличие пороков, искажающих корреляцию.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. А. Баженов. Динамический модуль упругости как показатель ее физико-механических свойств. В сб. «Труды Института леса», т. 9, М., 1953. [2]. В. Д. Нишкишов. Исследование методов оценки прочности древесины без разрушения образ-

цов. В сб. «Труды МЛТИ», М., 1965. [3]. Н. Е. Booth. Machine Stress Grading Assures Timber's Future as a structural Material. The Australian Timber Journal and Building Products Merchandiser, 3; 78—84, 1964. [4]. J. D. G. Lee. Non-destructive Vibration tests of Wood. Journal of Institute Wood, Science, 3, 1959. [5]. J. G. Sunley, W. M. Hudson. Machine-Grading of Lumber in Britain, For. Prod. J., 14 (4); 155—158, 1964. [6]. Two stress grading machines in action. Forest industries, 8, 1963.

УДК 621.311.18

ПЛЕНОЧНЫЙ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЬ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЛЕСОЗАВОДА

А. В. КОСТРУШИН

Архангельский лесотехнический институт

На предприятиях лесной промышленности для электростанций и промышленных котельных целесообразно применять золоуловители со смоченной поверхностью, где улавливаемые частицы осаждаются на пленку жидкости, текущей по внутренним рабочим поверхностям аппаратов. В этих аппаратах обеспечивается надежное искрогашение и в отличие от аппаратов сухой очистки осаждение частиц на пленку воды исключает явления вторичного уноса улавливаемой золы.

Для крупных (котельных) агрегатов с производительностью свыше 100 т пара в 1 час используют золоуловители типа МП-ВТИ. Если производительность меньше 100 т/час, то рекомендуется применять золоуловители типа ЦС-ВТИ. В рассматриваемом случае, учитывая небольшую паропроизводительность котельного агрегата, был применен пленочный золоуловитель с колонками.

На рис. 1 дан продольный разрез и план пленочного золоуловителя. В средней части размещается пучок вертикально установленных профилированных полых стальных колонок с вогнутой поверхностью. Колонки в направлении потока дымовых газов расположены в шесть рядов в шахматном порядке. Число колонок по ширине 9—10. Шаг в направлении потока 190 мм, а по ширине—180 мм. Для упрощения конструкции вместо более устойчивых к коррозии чугунных колонок были выполнены стальные, сваренные из листа толщиной 4 мм. Поперечное сечение колонок 120×120 мм (рис. 1), высота 2100 мм.

Золоуловители включаются в газовый тракт через входной и выходной диффузоры. Над камерой пучка располагается открытый резервуар с размерами в плане по габаритам золоуловителя и высотой 450 мм. На дне резервуара размещены диафрагмы с калиброванными отверстиями, диаметр которых для первых трех рядов по ходу газов 8 мм, для последующих трех рядов—6 мм. Внизу под диафрагмами по оси указанных отверстий закреплены трубки с внутренним диаметром 25 мм и длиной около 500 мм. Под камерой размещается воронка высотой около 650 мм для стока отработавшей воды. Одинаковая толщина пленки по поверхности колонок достигается строго вертикальным расположением их и наличием ровной горизонтальной поверхности верхнего обреза.

При прохождении через пучок колонок газ многократно изменяет направление своего движения; при этом частицы уноса под действием инерционных сил отбрасываются на поверхность стекающей водяной пленки и вместе с водой концентрируются в воронке золоуловителя, откуда вся масса через водяной затвор выводится по трубопроводу в отстойный бассейн. Чтобы избежать срыва пленки воды с поверхности колонок и налипания на них золы необходимо иметь равномерное поле скоростей газового потока перед пучком колонок. Кроме этого требуется периодически промывать рабочие поверхности золоуловителя. До 80% максимальной нагрузки приходится на первые два ряда колонок. Остальные ряды улавливают незначительную часть уноса, так как по мере движения газов уменьшается концентрация уноса и изменяется его фракционный состав (снижается содержание крупных частиц).

Эффективность работы пленочного золоуловителя с колонками в значительной мере определяется скоростью газового потока. В данном случае при максимальной производительности котла скорость газов в живом сечении золоуловителя равна 4,8 м/сек (допустимый предел скорости 5,0 м/сек). При скорости газов в живом сечении, большей указанного предела, водяная пленка срывается и образуются брызги, что нарушает нормальную работу золоуловителя.

Пленочный золоуловитель имеет аэродинамическое сопротивление 20 мм вод. ст. Удельный расход воды 0,085—0,10 л/сек на 1000 м³ газа. Расход воды определяли с помощью водомера, установленного на линии подвода воды к золоуловителю. Степень очистки газов до 90%.

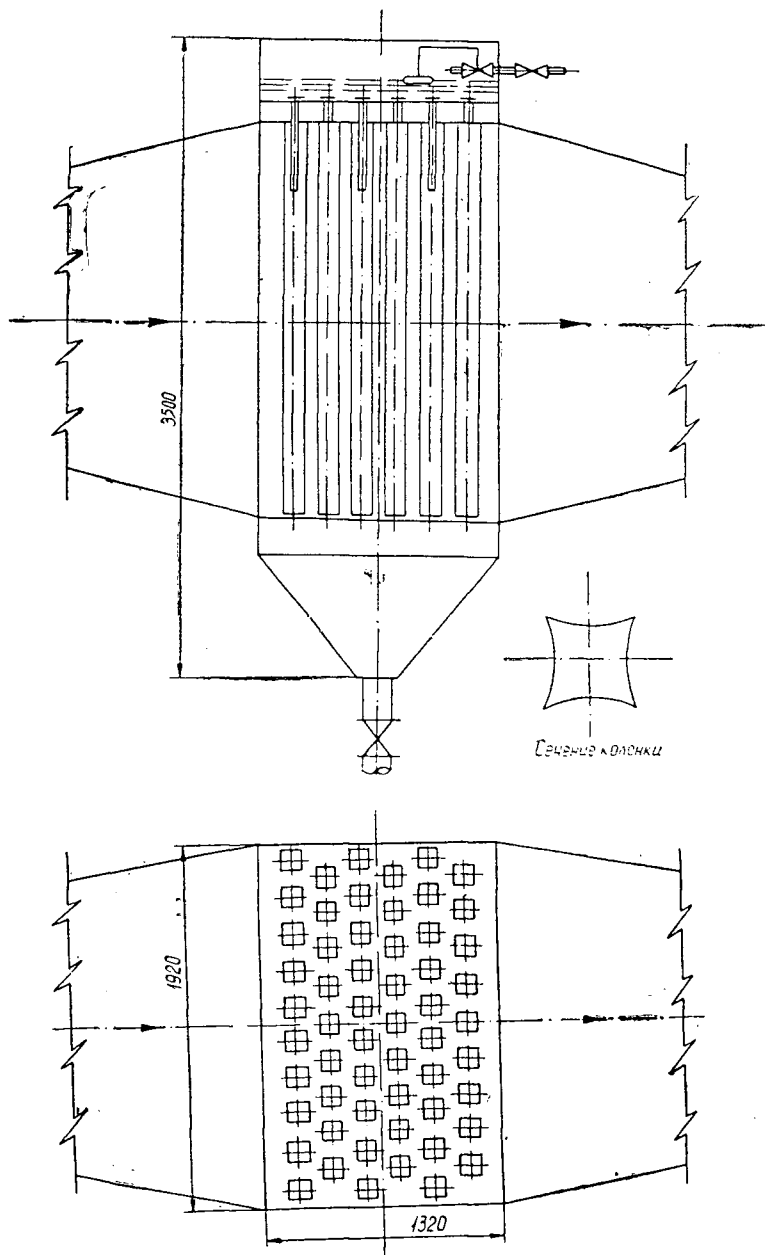


Рис. 1.

Аэродинамическое сопротивление золоуловителей ЦС-ВТИ составляет 65—80 мм вод. ст., расход воды 0,06—0,085 л/сек на 1000 м³ газа, а степень очистки до 92—94%. Значит, пленочный золоуловитель, имея преимущества в затрате энергии на тягу, уступает в отношении расхода воды и степени очистки газов.

В верхнем резервуаре слой воды 100—120 мм поддерживается поплавковым регулятором. Через калиброванные отверстия вода наполняет колонки для образования золоуловительной пленки. Примерно один раз в месяц золоуловитель чистят с частичной разборкой. Большого скопления золы в зоне расположения колонок не образуется, так как поверхность их почти ежедневно промывают струей воды под

большим напором при помощи гибкого шланга с наконечником. Возможно также устройство стационарного обмывочного приспособления, состоящего из ряда поворотных труб с внутренними соплами. Некоторое отложение золы наблюдается за пучком, так как на выходе газ поворачивает вертикально вверх к дымососу.

Золоуловитель очень надежен в эксплуатации, в течение восьми лет он совершенно не требовал ремонта и лишь позднее стали наблюдаться некоторые дефекты в колонках, вызванные коррозией металла.

Применение стальных колонок позволило значительно упростить конструкцию, изготовление и монтаж пленочного золоуловителя и сократить расход металла по колонкам в 2—2,5 раза.

Таким образом, пленочный золоуловитель — наиболее подходящий аппарат для очистки дымовых газов и может быть рекомендован к широкому внедрению в лесную промышленность для установок малой мощности.

УДК 547.992.3

О ВЛИЯНИИ ГРАДИЕНТА СКОРОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРОВ ЛИГНИНА В ДИОКСАНЕ

В. П. СВИТЕЛЬСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

При изучении полимеров вискозиметрическим методом важно учитывать влияние градиента скорости g на величину характеристической вязкости $[\eta]$. Даже при известном молекулярном весе характеристика полимера с помощью величины $[\eta]$ не будет полной, если не указать область g , в которой проведены измерения [3]. Взаимосвязь между этими показателями особенно заметна, если эксперимент проводить при высоких градиентах скорости.

Влияние градиента скорости можно учесть несколькими способами [1], [3], [4], основанными на приведении вискозиметрических данных к нулевому градиенту или градиенту, при котором погрешность определения $[\eta]$ практически не изменяется.

Для оценки влияния значения g на величину $[\eta]$ нефракционного образца полиэтилена низкого давления в тетралине удобен метод Мусса и Таблино [4]. Этот метод заключается в двойной графической экстраполяции вискозиметрических данных, полученных при различных режимах истечения раствора полимера разной концентрации, к нулевой концентрации $c=0$ и нулевому градиенту скорости $g=0$ в системе координат $\eta_{уд}/c-c; c+kg$. Режим истечения раствора из капилляра вискозиметра меняется обычно при изменении температуры в термостате или давления над капилляром вискозиметра.

Вискозиметрические данные, полученные при различных условиях истечения раствора, откладывают на графике определения величины $[\eta]$ при нормальных условиях истечения (рис. 1).

Влияние градиента скорости мы изучали на образце сульфатного лигнина, растворенного в диоксане. Для определения относительной вязкости растворов использовали вискозиметр Убеллоде. Время истечения раствора изменяли, путем увеличения давления над капилляром. Результаты измерений и данные их обработки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация раствора лигнина в диоксане, г/дл	Время истечения раствора, сек, при давлении		Ордината y' , дл/г	Ордината y'' , дл/г	Градиент скорости	
	повышенном	атмосферном			g' , сек ⁻¹	g'' , сек ⁻¹
Растворитель	37,6	83,7	—	—	542	271
0,7	39,4	87,5	0,0618	0,0648	518	269
1,21	40,7	90,7	0,0671	0,0690	500	250
1,73	41,9	94,0	0,0660	0,0720	482	241
2,62	44,4	100,3	0,0696	0,0757	448	220

По данным истечения растворов различных концентраций при разных режимах истечения вычисляют градиенты скорости.

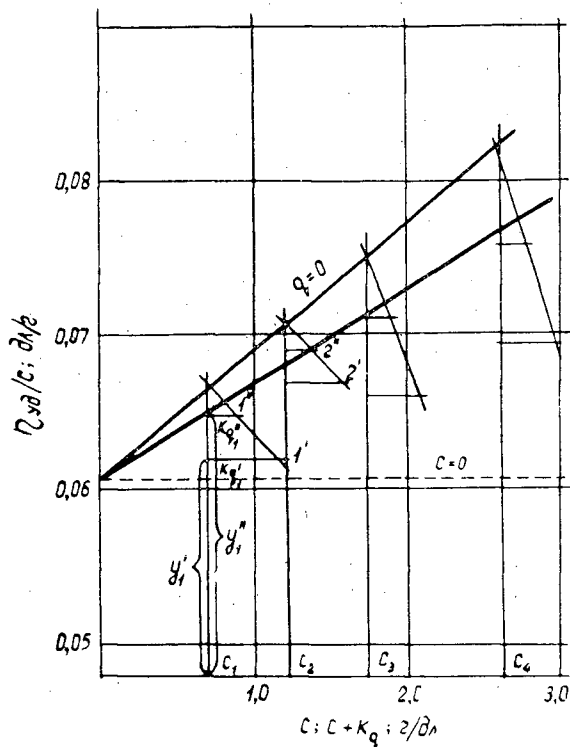


Рис. 1. Приведение характеристической вязкости раствора лигнина в диоксане к нулевому градиенту скорости и к нулевой концентрации.

Величину g мы определяли по приближенной формуле Пуазейля [2]

$$g = \frac{4V}{\pi R^3 t},$$

где V — объем раствора, истекающего из капилляра вискозиметра, $см^3$ ($V = 3,85 \text{ см}^3$);

R — радиус капилляра, $см$ ($R = 0,06 \text{ см}$);

t — время истечения раствора, $сек.$

В табл. 1 значения g' соответствуют истечению раствора при повышенном давлении, g'' — при атмосферном давлении.

Величины концентраций растворов c_n наносят на абсциссе графика $\eta_{sp}/c - c$ (рис. 1). Для соответствующих концентраций растворов ординаты дополнительного режима истечения вычисляют по следующей формуле:

$$y_n = \frac{1}{c_n} \left(\frac{t_n - t_0}{t_0} \right) \left[\frac{\partial \eta}{\partial c} \right],$$

где t_n — время истечения раствора при концентрации, равной c_n , $сек$;

t_0 — время истечения растворителя, $сек.$

Значение y_n откладывают от оси абсцисс как ординату, соответствующую определенной концентрации раствора при данном режиме истечения. Из вершины этой ординаты (например, для концентрации c_1 ординаты y_1' и y_1'') параллельно оси абсцисс откладывают отрезки $(c_1 + \kappa g_1'$ и $c_1 + \kappa g_1''$), учитывающие влияние скорости сдвига. (Здесь κ — масштабный коэффициент, определяется как $c_{max} |g_{cp}|$). Аналогичным построением для каждой концентрации раствора получают точки, подобные I' и I'' , с координатами соответственно $(y_1', c_1 + \kappa g_1')$ и $(y_1'', c_1 + \kappa g_1'')$ и т. д.

Чтобы привести вискозиметрические данные к нулевому градиенту, точки, соответствующие различным режимам истечения раствора одинаковой концентрации, соединяют прямой и продолжают ее до пересечения с ординатой, соответствующей данной концентрации. В результате получают ряд точек с $g = 0$. Пересечение прямой, проведенной через семейство точек $g = 0$, с осью ординат дает величину $[\eta]$ при $g = 0$ и $c = 0$.

Как следует из рис. 1, прямая экстраполяции характеристической вязкости к концентрации раствора $c=0$ без учета градиента скорости и прямая, учитывающая влияние этого градиента, практически пересекаются в одной точке на оси ординат. Это значит, что в данных условиях измерения вязкости градиент скорости не влияет на величину характеристической вязкости лигнина. Этот вывод справедлив лишь для рассматриваемых условий. Работая при других градиентах скорости и с другими препаратами лигнина, во избежание возможных ошибок в определении характеристической вязкости, необходимо проверять величину g и учитывать ее влияние при расчете.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. С. Лазуркин. Физические методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Изд. «Наука», 1967. [2]. С. Р. Рафиков, С. А. Павлова, И. И. Твердохлебова. Методы определения молекулярных весов, Изд. АН СССР, 1963, стр. 292. [3]. В. Н. Цветков, В. Е. Эскин, С. Я. Френкель. Структура микромолекул в диствовах. Изд. «Наука», 1964, стр. 163—194. [4]. С. Mussa, V. Tablino. *Polimer*, 1, 266, 1960.

УДК 547.992.3

АКТИВНОСТЬ ЛИГНИНА В ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Архангельский лесотехнический институт

Ранее при попытке оксимировать различные препараты лигнина гидроксиламином в щелочной среде нами было замечено, что потребление гидроксиламина в ряде случаев намного превышало возможное содержание в лигнинах оксимирующихся групп. Было установлено также, что это «излишнее» потребление гидроксиламина связано с участием кислорода воздуха (в опытах, проводимых в атмосфере инертного газа, оно полностью устранялось).

Это наблюдение послужило нам основой для предположения о возможной роли лигнина как активатора окисления гидроксиламина.

Для проверки этого предположения мы предприняли опыты по окислительному дегидрированию аскорбиновой кислоты (АК) в присутствии лигнина. Известно, что АК легко дегидрируется до дегидроаскорбиновой кислоты при действии различных окислителей, в том числе и молекулярного кислорода в щелочной среде. Очевидно, если лигнин способен активировать окислительные процессы, то окисление АК в щелочной среде в присутствии лигнина должно проходить интенсивнее.

Для опытов в титровальный стакан с магнитной мешалкой помещали навеску около 45 мг АК, навеску около 45 мг лигнина*, смачивали спиртом (1 мл) для улучшения растворения, приливали 2 мл 5 н. едкого кали и перемешивали 5 мин, затем выдерживали на воздухе в течение различного времени. Параллельно ставили опыты в тех же условиях, но без лигнина (холостой опыт).

Количество АК в стакане после экспозиции определяли потенциметрическим титрованием с 0,1 н. феррицианидом калия**. Перед титрованием раствор разбавляли водой (12 мл). Следует подчеркнуть, что определение основано на окислительном дегидрировании АК феррицианидом.

В обоих случаях, как без лигнина, так и в присутствии лигнина, имело место окисление АК, но в опытах с лигнином оно было значительно интенсивнее (рис. 1). Так, за 30 мин в растворе без лигнина окислилось менее 50% АК, тогда как в присутствии лигнина АК окислилась полностью.

Результаты опытов позволили рассчитать количество АК (z), окисленное за счет специфического активирования лигнином (мг-экв на 1 г лигнина), за вычетом окисления в соответствующем холостом опыте.

* В опытах использовали образец, выделенный из производственного черного щелока сульфатной варки древесины хвойных пород. Образец был освобожден от водорастворимых и смолистых веществ и содержал лигнина по Класону 94,5%, метоксильных групп 12,4%.

** А. Берка и др. Новые ред-окс-методы в аналитической химии. Изд-во «Химия». М., 1968.

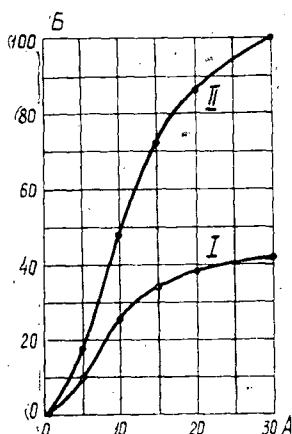


Рис. 1. Зависимость окисления аскорбиновой кислоты от времени.

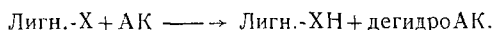
А — время, мин; Б — степень окисления, %; I — без лигнина; II — в присутствии лигнина.

При времени экспозиции 5 мин $\alpha = 0,68$, при 10 — 2,12, при 15 — 4, при 20 — 5, при 30 — 6,7.

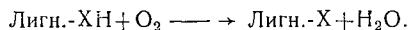
Чтобы убедиться, что активирующее действие лигнина не исчезает в течение более длительного времени, были поставлены опыты в тех же условиях, но с увеличенной навеской АК — 125 мг. В этих опытах степень окисления АК без лигнина за 1 час составила 45%, за 2 часа — 48%, а в присутствии лигнина степень окисления АК — соответственно 80 и 100%. С целью еще большего увеличения соотношения между АК и лигнином навеску последнего уменьшили до 10 мг. В этом случае после 2-часовой экспозиции степень разложения АК составила 89% и соответствующая величина $\alpha > 60$ мг-экв/г.

В том, что окисление АК связано с потреблением кислорода воздуха, мы убедились в опытах с экспозицией растворов в атмосфере аргона. Например, в опыте с раствором, содержащим 45 мг АК и 45 мг лигнина, при 20-минутной экспозиции под аргоном степень разложения АК составила 20%* (против 86% при экспозиции на воздухе).

Полученные результаты позволяют сделать предположение о каталитической роли лигнина при окислении АК. Вероятно, механизм участия лигнина в этом процессе подобен участию биохимических катализаторов-ферментов типа вторичных дегидраз в окислении органических веществ. На первом этапе окисления определенные реакционно-способные группы лигнина X осуществляют дегидрирование АК, присоединяя водород,



На втором этапе восстановленные группировки ХН, будучи неустойчивыми, сами окисляются молекулярным кислородом, регенерируясь таким образом в первоначальные реакционноспособные по отношению к АК группы



Затем процесс повторяется многократно.

Примером таких реакционноспособных группировок в лигнине могут быть хинонные группы, наличие которых установлено в последние годы в лигнинах (в сульфатном лигнине не более 0,2 мг-экв/г) и которые, как известно, обладают свойством легко восстанавливаться, а будучи восстановленными — легко и обратимо окисляться.

Вероятны, по-видимому, и другие объяснения процесса, но так или иначе, установленный факт представляет, по нашему мнению, научный и практический интерес и требует дальнейших исследований.

* Это разложение следует отнести за счет недостаточного полного удаления кислорода.

ЗА РУБЕЖОМ

УДК 634.0.2(439.1)

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО ВЕНГРИИ И ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОВОДСТВА
В СВЯЗИ С ЛАНДШАФТНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ СТРАНЫ *

В. А. МИХАЙЛОВ

Львов

Среди европейских социалистических стран Венгрия выделяется наименьшей лесистостью, поэтому проблемы лесоводства имеют здесь важное значение.

За 25 лет социалистического строительства в лесном хозяйстве достигнуты некоторые успехи. Рабоче-крестьянское правительство с первых дней своей деятельности много внимания уделяло лесоводству, всестороннему учету лесных ресурсов и их рациональному использованию.

Благодаря принятым в 1946—1969 гг. мерам, лесопокрытая площадь увеличилась на 330 тыс. га, что составляет одну треть всех лесов 1945 г. Доля лесов увеличилась с 11,9% в 1945 г. до 15,7% в 1970 г.

Совет Министров Венгерской Народной Республики 27 мая 1954 г. принял 30-летний план развития лесного хозяйства. По этому плану к 1985 г. намечено удвоить площадь лесов. Во второй пятилетке 1961—1965 гг. площадь лесов возросла на 70 тыс. га, а в следующем пятилетии — на 80 тыс. га. На четвертую пятилетку 1971—1975 гг. планируется увеличить площадь лесов еще более, чем на 70 тыс. га.

Такой большой объем работ в лесном хозяйстве Венгрии стал возможен благодаря тому, что ныне леса закреплены за 29 государственными лесными хозяйствами и производственными сельскохозяйственными кооперативами.

Потребление пиломатериалов в Венгрии в среднем составляет 3,5 млн. м³, около 60% древесины ввозится из-за границы. В составе импорта преобладают хвойные породы (80%). Главным поставщиком леса является Советский Союз (только за 1961—1970 гг. — более 15 млн. м³). Несмотря на ограниченные лесные ресурсы, в Венгрии сравнительно хорошо развита деревообрабатывающая промышленность.

Дальнейшее развитие лесоводства в Венгрии осуществляется на многоплановой основе. С одной стороны, необходимо улучшить обеспеченность деревообрабатывающей промышленности и других отраслей экономики. С другой стороны, лесные массивы нужны для охраны водных ресурсов, смягчения климата, предохранения от эрозии, для создания зон отдыха вблизи крупных городов и курортов.

Лесоводство в Венгрии связано со своеобразными ландшафтными условиями Среднедунайского бассейна, где сочетаются участки концентрически расположенных природных зон широколиственного леса — на горах и холмах, лесостепи и степи — на равнинах. Для благоприятного местного климата и обеспечения водного режима по расчетам венгерских ученых лесопокрытая площадь должна занимать 20—30% территории страны.

Чаще всего в Венгрии выделяют шесть макрорайонов.

Северовенгерское низкогорье включает природные ландшафты (районы): Земплен-Токайская горная гряда, Черехатское холмогорье, плато Бюкк, массив Матра, Черехатское мелкогорье и Бержень-Вышеградские горы, облесенные на 23%. На горах Земплен, Бюкк, Матра, Бержень имеются крупные сплошные массивы леса, которые приурочены к полосу, на абсолютных высотах 300—500 м. На плато Бюкк в этом поясе сосредоточено 75% всех лесов. Леса растут на склонах крутизной до 20—30°, сомкнутость крон до 60—80%. В составе древостоя преобладают дуб обыкновенный (более 20%), бук (10—20%), граб (10%), сосна (10%). Из других пород тут более широко, чем где-либо, расселился дуб скальный, который в сообществе с кленом образует разреженные леса на южных склонах, на бурых лесных почвах. Австрийский дуб встречается реже, чем в Средневенгерском низкогорье. В восточной полосе предгорий, наряду с насаждениями белой акации, имеются участки сообщества дуба пушистого и клена татарского. За 1780—1943 гг. в Северовенгерском низкогорье произошло резкое сокращение площади буковых и дубовых лесов, в Черехате по П. Якучу (1961) — втрое, где ныне лишь вершины гор и холмов покрыты «лесными шапками». На плато Бюкк был сплошной буковый лес, откуда произошло название «бюкк» — бук, Буковые горы. Все же эта область лучше других обеспечена лесами. Тут сосредоточены резервные леса страны. Новые лесопосадки ведутся главным образом в Черехате в долине р. Ракаца, где уже посажен лес на площади более 6000 га. Закрепляются лесом оползневые склоны долины р. Хернада, отвалы выработок горной породы в массиве Матра.

* По личным наблюдениям и литературным источникам.

Средневенгерское низкогорье включает природные ландшафты гор Буда-Пилиш-Герече, Вертеш-Веленце, массив Баконь, Прибалатонское нагорье с лесистостью до 18%. В древостое характерны дубы пушистый и австрийский, которые селятся на карстовых склонах крутизной до 40°, высотой до 570 м. Часто встречается граб, доля которого в древостое достигает 20%. Южные склоны гор Буда-Герече нередко заняты липой в сообществе с ясенем, особенно в полосе 220—500 м. В прошлом липа была более распространена, о чем свидетельствуют многочисленные названия гор «харшхедь» — липовая гора. В большинстве случаев горы с такими названиями покрыты дубом обыкновенным или безлесны. Лесозаготовки тут ограничены, они ведутся в массивах Баконь, Пилиш, и Вертеш. Лесопосадки в Средневенгерском низкогорье имеют больший масштаб, чем на севере. Облесаются с предварительным террасированием каменистые склоны гор Буда — дубом пушистым и сосной черной, гор Пилиш — дубом австрийским и обыкновенным. Лесопосадки проводятся вблизи многочисленных целебных минеральных источников, в оползневой зоне Прибалатонья, на отвалах горных разработок Баконя и Вертеша.

Южновенгерское (Дунайско-Дравское) холмогорье включает природные ландшафты гор Мечек-Виллань, холмов Тольна-Баранья, Шомодь и Зала. Лесистость в этой области колеблется от 22% в горах до 16% на холмах. Распространены дубово-буково-грабовые и сосновые леса. Заготовки леса ведутся в холмах Зала и в небольшом количестве в горах Мечек. В связи с тем, что в более сухом климате леса имеют важное водоохранное значение, лесопосадки приурочены к водоразделам. Лесом закрепляются сильно эродированные склоны холмов. В составе лесопосадок дуб обыкновенный, граб, а также кустарник-медонос снежнаягодник.

Венгерская приальпийская физико-географическая область представлена небольшими участками природных ландшафтов отрогов Восточных Альп — Шопронских и Кесегских гор и прилегающих к ним холмов. Лесистость здесь наибольшая — 24%. В древостое преобладают сосна, бук, граб и дуб обыкновенный. На небольших площадях развито лесное хозяйство, ведется заготовка хвойной древесины. Лесопосадки проводятся на холмах и в долинах горных ручьев.

Малая Среднедунайская (Кишальфельдская) низменность в Венгрии составляет один одноименный природный ландшафт. Лесистость не превышает 12%. Редкие леса из сосны на прилегающих холмах, в поймах — из дуба обыкновенного и тополя имеют противозонозное назначение. Лесопосадки тополя ведутся в поймах Дуная и его притока Рабы.

Большая Среднедунайская (Альфельдская) низменность включает лесостепные природные ландшафты: Верхней Тисы, Ньиршега, Дунайско-Тисского междуречья и плато Мезефелда и степные ландшафты: Средней Тисы, Прикережья и Юго-Восточного Альфельда. Лесистость в лесостепных ландшафтах колеблется от 8 до 14%, а в степных — 3—4%. До регулирования Тисы в середине XIX в. на Альфельде были распространены пойменные леса. Приводимые в качестве доказательства былой лесистости венгерские географические названия, образованные от слов «тельдь» — дуб и «кереш» — ясень, следует рассматривать как более поздние по сравнению со славянским словом «пуста» — пустошь. Вероятно, эти географические названия связаны с дубравами, являвшимися для прибывших в бассейн Среднего Дуная венгерских кочевников ориентирами в степных пустошах. Учитывая исконное безлесие пусты, здесь используют деревья и кустарники из состава дубрав. На луговых солонцах хорошо вегетируют дуб обыкновенный, дох узколистный, тамариск сдесский. На сильно засоленных почвах успешно растет дикая груша. В новых лесопосадках ландшафтно чуждая белая акация заменяется дубом обыкновенным. Лесоводство в поймах рек Альфельда учитывает, что в период затопления тут нередко формируются очаги распространения насекомых — вредителей лесов и плодовых насаждений. На территории Альфельда лесопосадки ведутся в самом большом масштабе.

Порайонные ландшафтные различия в лесоводстве в ряде случаев сочетаются со спецификой использования лесных ресурсов в экономике Венгрии. Районы Северовенгерского и Средневенгерского низкогорий, Южной Венгрии и приальпийских ландшафтов являются поставщиками древесины, а на Альфельде и Кишальфельде в интересах развития сельского хозяйства ведутся посадки лесов.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- [1]. В. Боровой. Леса Венгерской Народной Республики. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1960.
- [2]. В. А. Михайлов. Животные вредители лесов и борьба с ними на территории Венгрии. Тезисы докладов II научно-технической конференции по вопросам лесозащиты в Карпатах. Карпатский филиал УкрНИИЛХа, Ивано-Франковск, 1969 (на укр. языке).
- [3]. Б. М. Перепечин, Е. Д. Сабо. Заметки о лесном хозяйстве Венгрии. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1966.
- [4]. И. И. Шишков. Леса и лесное хозяйство Венгрии. Л., 1956.
- [5]. J. Babos. Magyarország tájbeosztásáról. Az Erdő, 1961.
- [6]. A. Major. Magyarország erdőterületei. Budapest, 1968.
- [7]. V. A. Mihailov. A. táj kutatás és a természeti földrajzi tájfelosztás Délnyugat — Ukrajna és Magyarország szomszédos területeinek példáján. «Földrajzi Közlemények», I, XII (LXXXVIII), 1964.
- [8]. T. Simon. Die Wälder des nordlichen Alföld. Budapest, 1957.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 634.0.232(091)

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ДЕЛА В ТУЛЬСКИХ ЗАСЕКАХ

А. И. УШАКОВ

Московский лесотехнический институт

О восстановлении леса в Тульских засеках впервые упоминается в царском указе 1737 г., который предусматривал вырубаемые лесосеки «запускать порослью», то есть ориентировал на естественное возобновление без какого-либо содействия. Однако такой способ лесовозобновления не принес положительных результатов, и уже в 1797 г. начальник Тульского оружейного завода в своем рапорте, отмечая плохое состояние засек, проектировал искусственное разведение нужных для завода пород (дуба и березы) на полянах и пустырях.

Осенью 1799 г. в засеках были посеяны желуди на площади 63 дес. 720 кв. саж. Посевы дали очень редкие всходы и вскоре погибли. В 1802 г. были произведены опытные посадки дуба, ильма, клена и ясеня; эти деревца также погибли.

В 1805 г. Лесной департамент распорядился осуществлять искусственное лесоразведение на полянах вблизи завода, при этом «отдавать их на три года под хлеба и с последним хлебом высевать семена дубовые, березовые и других родов деревьев, сколько десятин возможно будет».

За три года с 1807 г. по 1809 г. в Тульских засеках было посеяно и посажено 42 дес. 1753 кв. саж. лесных культур, после этого до 1837 г. культурами не занимались.

Наиболее успешными были посевы березы. Так, в лесоустроительном отчете Одоверского лесничества (1842 г.) отмечаются хорошо удавшиеся культуры березы, созданные посевом в 1807 г., как «достойная попытка» «сеянца березы».

Первое лесоустройство 1843—1846 гг. запроектировало сплошнолесосечную систему хозяйства в Тульских засеках и лесокультуры. В первые годы после лесоустройства в засеках были приняты энергичные меры по восстановлению лесов. Закладывали чистые и смешанные культуры дуба посадкой и посевом. При этом высаживали по 7200 саженцев на 1 дес. (7866 шт. на 1 га) и высевали по 10 пудов желудей на 1 дес. (179 кг на 1 га). Размещение посадочных и посевных мест 3×7 фут. ($0,9 \times 2,1$ м). В Подгородном и Щегловском лесничествах были вполне удачно заложены питомники.

Культуры первого ревизионного периода давали удовлетворительные результаты, но впоследствии из-за отсутствия ухода погибали. Ревизия 1858 г., разочаровавшись в успешности культуры, ориентировала хозяйство на естественное возобновление, а лесокультуры предполагалось создавать на полянах и участках перестойного леса. Предпочтение было отдано посадке 3—5-летними саженцами (преимущественно дичками) с размещением 3×7 фут. ($0,9 \times 2,1$ м). Предполагалось дуб сажать с ясенем и березой для усиления его конкуренции с осиной. Посев дуба и ясеня допускался в виде исключения «по местам не травянистым» в площадки размером 1 кв. фут. ($0,09$ м²). Лесные культуры этого периода были признаны «довольно посредственными».

На состоянии лесокультурного дела в Тульских засеках сказывался общий застой в экономике страны. Кроме того, лесокультурные работы до 1869 г. являлись натуральной повинностью крестьян и поэтому велись весьма неудовлетворительно.

Ревизия 1864 г. показала, что дуб в Тульских засеках — «вытесняемая порода». Однако практических мероприятий по искусственному возобновлению намечено не было.

Совещательная комиссия ревизии 1875 г. решила, что только культурами можно сохранить дуб в засеках и наметила на ревизионный период закладку в каждом лесничестве по 40 дес. (43,7 га) лесокультур. Предполагали посадки 3—4-летними саженцами дуба с обрезанными корнями, по 2400 шт. на 1 дес. (2200 шт. на 1 га). В качестве ухода планировали кошение травы в междурядьях шириной 1 саж. (2,1 м). Была высказана также мысль о прочистках и прореживаниях как мерах борьбы с порослью осины и кустарниками. Дуб предполагалось разводить в смеси с липой, причем липу высаживать после того, как ликвидируется опасность заглущения дуба травой. Липа должна была ускорять смыкание культур, очищать их от

сучьев и защищать дубки от морозов. Однако сенокосение на лесокультурных площадях приносило значительный вред и в 1883 г. было запрещено.

По данным ревизии 1885 г., из 1083 дес. (1183 га) культур прошлого ревизионного периода 535 дес. (585 га) признано погибшими, а остальные — требующими дополнения. Совещательная комиссия рекомендовала высаживать крупномерные саженцы высотой не менее 1 арш. (0,7 м) по 1200 шт. на 1 дес. (1100 шт. на 1 га). Посадка столь крупных саженцев обосновывалась тем, что они менее чувствительны к морозу и менее требовательны к уходу.

Посев было рекомендовано производить в площадки размером 7×7 верш. (31×31 см). Почву в площадках обрабатывали на 2 верш. (8,9 см) и высевали по 5 желудей. Площадки располагали правильными рядами на расстоянии 1×1 саж. (2,1×2,1 м).

Но крупные саженцы пересадку переносили очень болезненно и страдали от заморозков. В первые 3—5 лет после посадки верхушки дубков обмерзали.

В конце прошлого столетия лесничий I Одоевского лесничества А. П. Молчанов пришел в выводу, что культуры на заросших лесосеках растут лучше, чем на открытых местах. Это привело его к мысли, что культуры надо создавать не сразу после рубки, а спустя 2—3 года, когда вырубка зарастет порослью высотой до 1,5 арш. (1,1 м). Ревизия 1896 г. отменила прежние методы лесокультур и приняла за основной метод А. П. Молчанова, получивший название коридорного. Он прочно вошел в лесокультурную практику Тульских засеков и не потерял актуальности до настоящего времени. Этот метод исключает вредное влияние травы и заморозков. Здесь соблюдается основное требование дуба расти «в шубе, но с открытой головой».

В 1898 г. В. Д. Огиевский предложил метод густой культуры местами, который также нашел широкое применение в засеках.

Ревизия 1906 г. отметила, что с 40-х годов XIX столетия до 1906 г. в Тульских засеках создано 15800 дес. (17261 га) лесных культур, из которых уцелело только 6650 дес. (7265 га). Было обращено особое внимание на необходимость ухода за культурами дуба.

В дореволюционный период лесоводы проделали значительную работу по лесовосстановлению, но увеличить площадь насаждений с господством дуба им удалось лишь на 1,8% по сравнению с 1838 г. Бессистемные рубки периода I мировой войны и военной интервенции привели к накоплению значительных площадей вырубок, не облесившихся ценными породами. Однако, несмотря на общие трудности в стране, в засеках с 1917 г. по 1927 г. было создано 1560 га лесокультур, в том числе 1555 га дуба и 5 га ели.

Последующий период характерен небывалым размахом лесокультурных работ, совершенствованием технологии закладки лесокультур и механизацией трудоемких работ. Только за последние 20 лет (1947—1967 гг.) создано столько культур, сколько за весь дореволюционный период. В табл. 1 показано распределение площадей лесных культур, заложенных в разные периоды.

Таблица 1

Порода	Площадь культур, га							всего
	1827— 1847 гг.	1847— 1867 гг.	1867— 1887 гг.	1887— 1907 гг.	1907— 1927 гг.	1927— 1947 гг.	1947— 1967 гг.	
Дуб	4,0	722,7	1242,6	3026,8	3302,7	4447,7	5303,3	18049,8
Сосна	—	1,0	11,0	4,0	2,0	33,9	120,9	172,8
Ель	—	—	3,4	42,7	18,3	36,3	286,8	387,5
Листвен- ница	—	—	1,0	31,8	2,0	12,5	155,1	202,4
Липа	—	76,0	25,0	27,0	6,0	1,0	5,0	140,0
Ясень	—	12,0	—	—	—	—	2,8	14,8
Клен	—	—	—	—	—	—	2,0	2,0
Береза	—	—	—	5,3	5,0	3,0	22,2	35,5
Тополь	—	—	—	—	—	2,0	2,3	4,3
Ветла	—	—	—	—	1,0	—	—	1,0
Итого	4,0	811,7	1283,0	3137,6	3337,0	4536,4	5900,4	19010,1
То же в среднем за 1 год	0,2	40,6	64,1	156,8	166,7	226,8	295,0	—

Вырубаемые лесосеки культивируются сразу после рубки, поэтому классический метод А. П. Молчанова претерпел изменения. Закладка лесокультур ведется преимущественно посадкой.

Подготовка почвы механизирована. Плугом ПКЛ-70 нарезают борозды на глубину 10—12 см с одновременным рыхлением дна борозды рыхлительной лапой. Отваленные пласты разрыхляют рыхлителем РЛД-2 в два прохода.

На свежих лесосеках почву можно готовить непосредственно перед посадкой или одновременно с ней (при этом к плугу ПКЛ-70 прицепляют посадочное приспособление). Высаживают преимущественно 2-летние саженцы посадочной машиной СБН-1, а на легких почвах — ЛМД-1 с тракторами ТДТ-40 или ДТ-54А.

В тех случаях, когда на вырубке имеется значительное количество самосева ценных пород, создают так называемые частичные культуры. При этом высаживают дуб чистыми рядами с размещением посадочных мест 6—8 × 0,5—0,75—1,0 м, то есть 2500—3000 шт. на 1 га.

На вырубках, возобновившихся мягколиственными породами или вовсе не возобновившихся, сажают дуб со спутниками чистыми рядами: 50% дуба и 50% сопутствующих пород (клена, липы). Ширина междурядий сокращается до 3—4 м. Размещение в ряду 0,5—0,75—1,0 м (чаще всего 0,5 м). При посадке хвойных пород густоту культур увеличивают до 5000 шт. на 1 га. В редицах за 2—3 года до рубки создают подпологовые культуры дуба и ели. Технология их закладки та же, что и на вырубках.

Посев производят на незначительных площадях, так как высевные желуди очень часто уничтожаются кабанями. Желуди высевают в подготовленные полосы строчно-луночным способом с применением посевного приспособления конструкции С. А. Маркина, одновременно с подготовкой почвы. Норма высева от 50 до 100 кг желудей на 1 га.

Уход за культурами ведут в течение трех лет механизированным способом преимущественно культиватором КЛБ-1,7 с тракторами ТДТ-40, ДТ-54А или «Беларусь» разных модификаций, в рядах выполняют дополнительную ручную прополку.

Кратность уходов: 1-й год — 3, 2-й год — 2, 3-й год — 1—2. В последующее время ведут коридорный уход. Уровень механизации в 1967 г. составил: на подготовке почвы — 96,7%, на посадке — 85,4%, на уходах — 79,0%.

Таблица 2

Преобладающая порода	Лесопокрытая площадь, %					
	1828 г.	1884 г.	1906 г.	1927 г.	1950 г.	1968 г.
Дуб	24,5	15,5	27,3	39,2	55,1	61,7
Осина	30,0	45,3	26,7	25,7	19,0	11,5

В результате больших работ по искусственному лесовосстановлению в Тульских засеках в течение последнего 50-летия задача восстановления господства дуба успешно решена (табл. 2). В настоящее время 33,5% лесопокрытой площади засек составляют насаждения искусственного происхождения.

При написании настоящей статьи автор использовал обширную литературу по Тульским засекам, список которой не приведен из-за ограниченного размера работы.

Поступила 16 ноября 1970 г.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВАЯ КНИГА ПО ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ*

Книга, написанная известным ученым, состоит из двух частей. В первой части дана краткая сводка по морфологии и новой систематике грибов. Очень полезны приведенные здесь ключи для определения главнейших родов грибов, а также сводные таблицы по четырем классам грибов (с указанием порядков, семейств, главнейших родов и видов), поражающих древесные породы и кустарники.

В главе IX и в табл. 5 приведены ценные сведения о грибах, образующих мицелию древесных пород.

Во второй части книги, в главах X, XI и XII, на 85 страницах дано краткое описание наиболее распространенных и вредоносных болезней отечественных лесных хвойных и лиственных пород и кустарников с указанием их возбудителей и мер борьбы с ними.

В разделе «Перечень грибов, встречающихся на древесных растениях», на 148 страницах в алфавитном порядке приводятся списки русских названий 100 видов древесных растений и грибов, поражающих плоды, листья, ветви, стволы, корни. Для каждого вида древесного растения в алфавитном порядке даны латинские названия грибов. В заключение этого раздела приведен обстоятельно составленный указатель латинских названий грибов, упоминавшихся в книге.

Справочные сведения, имеющиеся в рецензируемой книге, будут весьма полезны не только научным и педагогическим работникам лесных вузов и техникумов и специалистам лесного хозяйства, но также озеленителям, садоводам, специалистам, занимающимся разведением орехоплодных и субтропических культур, студентам.

Довольно обширная библиография содержит 146 названий. Полагаем, что при втором издании ее следует дополнить книгами И. И. Журавлева и Д. В. Соколова. «Лесная фитопатология» (изд-во «Лесная промышленность», М., 1969) и В. Ф. Пересыпкина. «Сельскохозяйственная фитопатология» (изд-во «Колос», М., 1969).

* Н. А. Черемисинов, С. Ф. Негруцкий, И. И. Лешковцева. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. Под ред. проф. Н. А. Черемисинова. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1970, (стр. 392, ц. 1 р. 61 к.).

В. М. Дронжевский, Н. В. Катичева
Брянский технологический институт.

ОТРАДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЛЕСНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

За короткое время вышло в свет несколько хороших книг, освещающих различные области лесного хозяйства. Их объединяет высокое качество, показывающее непрерывный рост лесной науки и практики в нашей стране. Для примера рассмотрим три книги*.

В небольшой книге акад. И. С. Мелехова подняты важнейшие проблемы. Над одними из них сейчас трудится армия советских лесоводов, другие должны решаться в ближайшем будущем. Нам представляется, что каждый ученый и практик, работающий в области лесного хозяйства, должен постоянно заглядывать в эту книгу и черпать из нее указания для своей работы. Можно перечислить особо важные, на взгляд рецензента, вопросы, разбираемые И. С. Мелеховым. Это — пути комплексного использования леса, возрастающее значение лесов и лесных наук, прогноз будущего лесоводства, современные его задачи, техническая политика в области лесовосстановле-

* И. С. Мелехов. Проблемы современного лесоводства. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1969. И. В. Воронин, В. А. Бугаев, С. А. Масленников, В. П. Смородин. Лесное хозяйство ЦЧЭР за 50 лет Советской власти. Центрально-Черноземное книжное изд-во, Воронеж, 1970. Н. А. Картель, Е. Д. Манцевич. Генетика и лесоводство. Изд-во «Наука и техника», Минск, 1970.

ния, проблема повышения продуктивности лесов, генетика и селекция в лесоводстве, вопросы экономики лесоводства, географический принцип в лесоводстве. Все эти важнейшие вопросы кратко, но убедительно раскрыты на страницах книги.

Группа авторов из Воронежа во главе с проф. И. В. Ворониным дала ценную конкретную разработку, в которой подвела итоги развития лесного хозяйства Центрально-Черноземного экономического района за истекшие 50 лет и определила пути дальнейшего совершенствования лесохозяйственного производства.

Особо следует подчеркнуть ценность главы V «Перспективы улучшения ведения лесного хозяйства ЦЧЭР». Здесь сделаны реальные расчеты, освещающие возможную динамику лесистости района, продуктивности леса, размеров главного, промежуточного, а также побочных пользования. Расчеты показывают, в частности, что целесообразное ведение лесного хозяйства в ЦЧЭР может способствовать увеличению площади хвойных насаждений на 60% и высокоствольных дубрав на 80% при возрастании общего среднего прироста на 44% и размера пользования с 1 га — в 2 раза. Но и в этом случае ввоз древесины из других областей может быть сокращен лишь до 47% потребности, против 70% в настоящее время. Значит, отказ от далеких перевозок древесины не будет достигнут в центральной лесостепи даже через 30—35 лет.

Такой реальный анализ и разработка перспективных мероприятий по совершенствованию лесохозяйственного производства очень важны. Мы полагаем, что подобную работу необходимо провести как можно скорее и в других экономических районах, в том числе и в таких, которые по инерции еще продолжают именоваться лесозыбыточными (например, на Европейском Севере СССР).

Доброго слова заслуживает и книга Н. А. Картеля и Е. Д. Манцевича. И не только потому, что у нас мало издано книг по лесной генетике, мало печатается статей на эту тему в журналах и сборниках. Эта книга хороша тем, что в ней есть материалы оригинальных исследований, ряд интересных данных, полученных отечественными и зарубежными генетиками; довольно подробно освещены вопросы мутагенеза и искусственной полиплоидии. Даны краткие, но четко изложенные сведения о строении, химии и жизнедеятельности клетки, о размножении клетки, о перестройке хромосом, о внутривидовом разнообразии древесных пород, об их отборе и гибридизации и т. п. Приведена обширная литература (88 источников на русском языке и 37 на иностранных). Как небольшую по объему, хорошую по изложению и научному уровню и доступную для широкого круга читателей лесоводов книгу эту нужно рекомендовать вниманию специалистов лесного хозяйства, работникам и студентам лесных вузов.

П. И. Войчалъ

Архангельский лесотехнический институт.

О КНИГЕ

«АНТИФУНГАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ» *

Выяснению антифунгальных свойств высших растений посвящена рецензируемая монография, выпущенная в 1969 г. Центральным Сибирским Ботаническим садом СО АН СССР при участии ученых Москвы, Ленинграда, Киева и Новосибирска.

Основопологающим материалом монографии служат экспериментальные данные Е. П. Лесникова и литературные обобщения 512 работ исследователей 25 стран. Впервые можно на 252 страницах познакомиться с уникальным обзором высших растений — продуцентов противогрибных средств и с разнообразными способами применения последних. Тексту сопутствуют литературный указатель, включающий 431 работу, указатель русских и латинских названий растений-продуцентов фунгицидов и указатель фунгицидов из высших растений. Все это делает книгу удобной для справок и позволяет видеть в ней практическое руководство для широких кругов специалистов, интересующихся антифунгальными свойствами фитонцидов. Для специалистов лесохимической промышленности, лесного и сельского хозяйства, для научных работников и аспирантов лесотехнических и сельскохозяйственных институтов представляет особую ценность приведенный в книге богатейший материал по эффективности природных фунгицидов растительного происхождения и степени пригодности растения как перспективного продуцента.

Антифунгальный феномен растений в монографии рассматривается с позиций эколого-эволюционной проблемы взаимоотношений организмов, а вырабатываемые растениями вещества — как факторы естественного иммунитета растений. Применительно к грибным заболеваниям правильно сделан логический вывод в соответствии

* Антифунгальные свойства высших растений. Коллективная монография под редакцией доц. Е. П. Лесникова, СО изд-ва «Наука». Новосибирск, 1969.

с концепцией Н. И. Вавилова: наблюдаемый иммунитет растений есть выявление взаимоотношений между хозяином-растением и патогенным грибом. Следовательно, формирование паразитов связано с эволюцией хозяина-растения. Как нам кажется, правильна фиксация внимания на том, что полезную симбиотическую грибную флорумикоризу в практической деятельности следует отличать от псевдомикоризы при поражении корней растений патогенными грибами. Автор (Е. П. Лесников), на наш взгляд, должен был бы сильнее выразить свое отрицательное мнение по поводу существующей тенденции (Ф. Ю. Гельцер «Микология и фитопатология», т. 3, вып. 4, 1969) навязать признание всеобщности только микотрофного существования растительного мира, особенно древесных пород и кустарников.

Необходимо переиздать книгу большим тиражом, так как первое издание уже стало библиографической редкостью. Желательно, чтобы во втором издании были освещены новые достижения как отечественных авторов (М. И. Запрометова, Л. В. Метлицкого, О. Л. Озерецковской, В. Е. Соколовой, Н. И. Восюковой), так и зарубежных (Д. Харборна, Т. Кожибского). Эти данные позволят сделать широкие биологические обобщения.

Ю. И. Пермин.

Свердловский сельскохозяйственный институт.

А. Е. Казанина.

Уральский лесотехнический институт.

ЮБИЛЕИ

70-летие ИВАНА СТЕПАНОВИЧА АВЕРКИЕВА

Исполнилось 70 лет со дня рождения и 42 года производственной, научно-педагогической и общественной деятельности заслуженного деятеля науки Марийской АССР, профессора, доктора биологических наук Ивана Степановича Аверкиева.

Иван Степанович родился в семье крестьянина в Чувашской АССР. В 1929 г. окончил лесной факультет Казанского института сельского хозяйства и лесоводства, по окончании которого работал заведующим учебной частью и преподавателем в Марийско-Посадском лесном техникуме. С 1930 г. непрерывно ведет учебно-педагогическую работу в вузах: в первые два года в Казанском институте сельского хозяйства и лесоводства, затем в Казанском лесотехническом институте, а с переводом института в 1932 г. в г. Йошкар-Олу — в Поволжском лесотехническом институте, преобразованном в 1968 г. в Марийский политехнический институт.

На основе выполненных научных исследований и защиты диссертации И. С. Аверкиеву в 1939 г. присуждается ученая степень кандидата биологических наук, а в 1960 — доктора биологических наук. В 1935 г. И. С. Аверкиеву присвоено ученое звание доцента, а в 1961 г. — профессора.

С 1947 г. по 1954 г. И. С. Аверкиев заведовал кафедрой энтомологии и фитопатологии, а с 1960 г. — кафедрой ботаники и лесозащиты. Под его руководством выполняют и успешно защищают диссертации аспиранты очного и заочного обучения.

Наряду с педагогической работой, И. С. Аверкиев по заданиям местных и центральных научно-исследовательских и производственных учреждений выполняет научно-исследовательские работы, результаты которых внедряются в производство и опубликованы в изданиях АН СССР и ВАСХНИЛ, в трудах Международных конгрессов, в различных журналах и сборниках трудов.

Научная деятельность Ивана Степановича Аверкиева плодотворна и разносторонняя. Ученый успешно работает в области лесной энтомологии, изучая биологию, экологию вредных лесных насекомых и разрабатывая меры борьбы с ними. Опубликованные им работы (около 100) имеют важное научное и практическое значение. Иван Степанович принимает активное участие в общественной жизни, является председателем вузовского Совета охраны природы, лектором общества «Знание», членом лесохозяйственной секции научно-технического Совета Министерства высшего и среднего специального образования СССР. За заслуги в развитии энтомологической науки, за плодотворную деятельность Иван Степанович награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями.

Сердечно поздравляем Ивана Степановича Аверкиева со славным юбилеем. Желаем юбиляру доброго здоровья, дальнейшей плодотворной работы и счастья.

М. Дворецкий, М. Данилов, Г. Незабудкин, В. Рахов, В. Пчелин
Марийский политехнический институт.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. С. Романов.</i> Вуз и экономика	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. С. Чернобровцев.</i> К проблеме хозяйства в дубравах лесостепной зоны	5
<i>В. А. Алексеев.</i> Оценка степени поражения осины трутовиком в зависимости от содержания обменных кальция и магния в почве	7
<i>П. П. Попов.</i> Формы ели в лесах Прикамья	9
<i>В. В. Мартыненко.</i> О глубинном выращивании энтомопатогенного гриба	13
<i>В. Г. Польшинский, А. Д. Шевченко.</i> Анатомическое строение смоляных ходов древесины ствола и корней кедра корейского	16
<i>А. М. Березин, А. А. Григорьев.</i> О связи лесной растительности с рельефом и горными породами в бассейне среднего течения р. Подкаменной Тунгуски	21
<i>В. М. Горбатенко, В. В. Протопопов.</i> К вопросу о составлении таблиц веса кроны и хвои	25
<i>Ф. Н. Чешко, Г. А. Можейко.</i> Рост сосны обыкновенной на Присивашье	27
<i>М. П. Рагозин.</i> Относительные величины таксационных показателей древостоев нормальных насаждений и их применение	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>В. Г. Нестеренко.</i> К вопросу о природе сил отжима и затягивания при резании древесины	35
<i>Б. Д. Васильев-Козлов, П. Ф. Марченко.</i> О жесткости рам автолесовозов при кручении	38
<i>С. А. Ворухайлов.</i> О влиянии некоторых эксплуатационных факторов на сопротивление повороту трактора ТДТ-75	42
<i>Р. Л. Коровкин.</i> Некоторые результаты экспериментальных исследований колеиных покрытий из железобетонных плит при динамическом нагружении	44
<i>Г. А. Чернышев.</i> О характере изнашивания подшипников качения трелевочных тракторов	47
<i>Е. Ф. Оняков.</i> О расчете угла установки резца в окорочных станках роторного типа	52

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>М. С. Мовнин, А. Г. Ермолович.</i> Исследование метода непрерывного уплотнения древесины	58
<i>Б. Н. Уголев, Ю. Г. Лапшин.</i> О деформировании древесины при нагружении в условиях сушки	62
<i>Е. М. Боровиков, А. С. Поздеев.</i> Влияние положения пластинки твердого сплава на прочность зубьев рамных пил	66
<i>Б. М. Заливко.</i> Выход заготовок при индивидуальном раскросе пиломатериалов	69
<i>Н. В. Ващев, В. И. Онегин.</i> Нагревание древесины в процессе уплотнения	73
<i>Р. Ш. Бакиев.</i> Применение метода акад. Н. И. Мухелишвили к исследованию резания	77
<i>В. И. Любченко.</i> Анализ условий получения высококачественной стружки (шпона) в процессах поперечного резания древесины	80
<i>А. А. Поздняков.</i> Степень нагруженности различно ориентированных стружек древесностружечной плиты	84
<i>Г. М. Васильев.</i> Увеличение производительности круглопильных станков для поперечной распиловки древесины	87

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Л. П. Ажар, Э. Д. Левин.</i> Оптимальный режим получения гербицида на основестойкой лигниновой смолы	91
<i>И. М. Бховкин, Б. К. Семенов.</i> Об устойчивости комплексов фурфурола с нитропроизводными фенола	95
<i>Т. С. Коромылова, И. А. Гамова, Л. Н. Наткина, Н. Я. Солечник.</i> Древесные пластики из опилок	98
<i>Л. Г. Хаустова, Г. М. Иоффе, Р. З. Пен, Н. И. Игнатьева.</i> Целлюлоза из древесины лиственницы. Сульфатная варка лиственницы с добавками восстановителей и серы	101

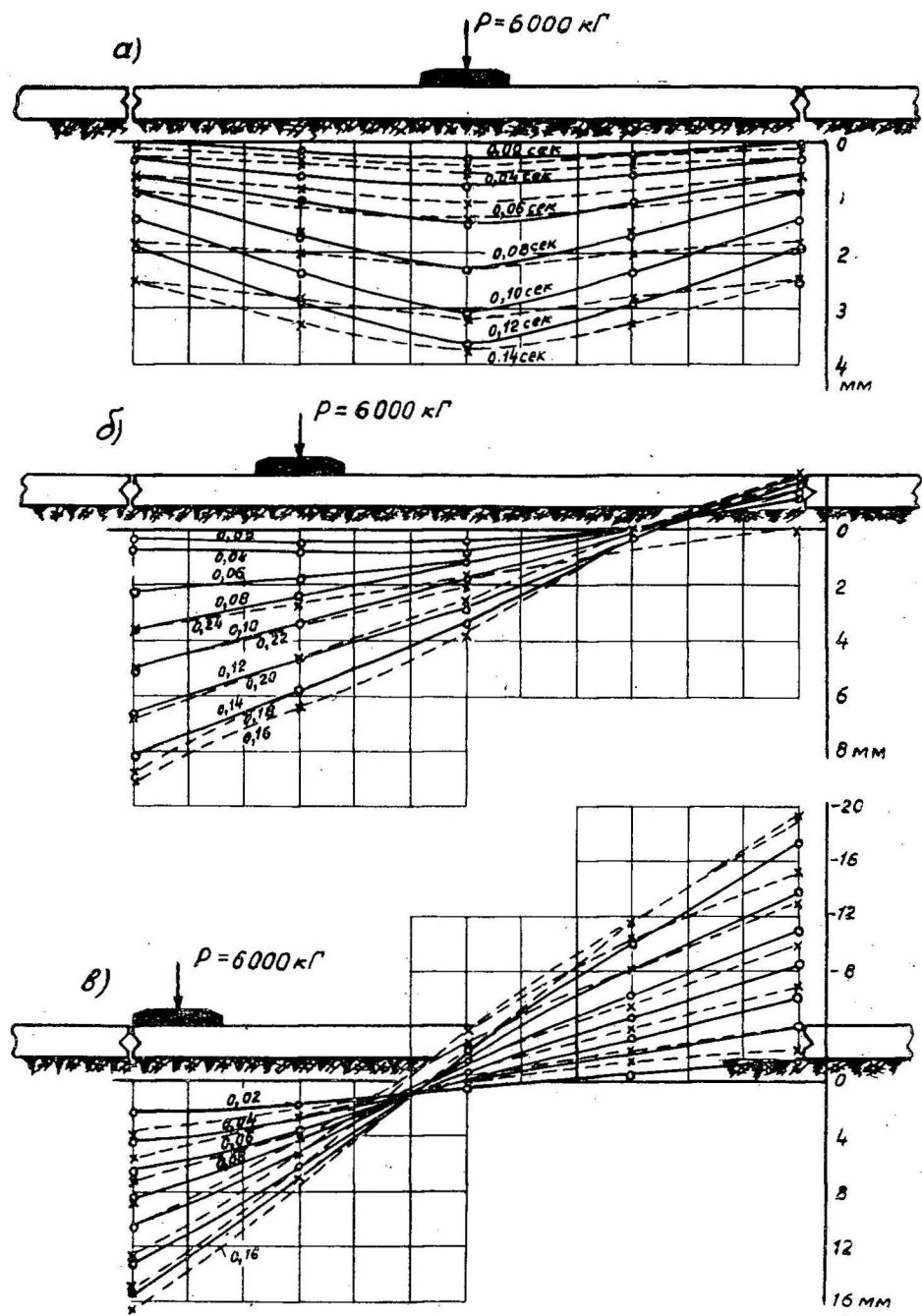


Рис. 4.

а — положение нагрузки в центре плиты; б — в четверти длины; в — на конце.

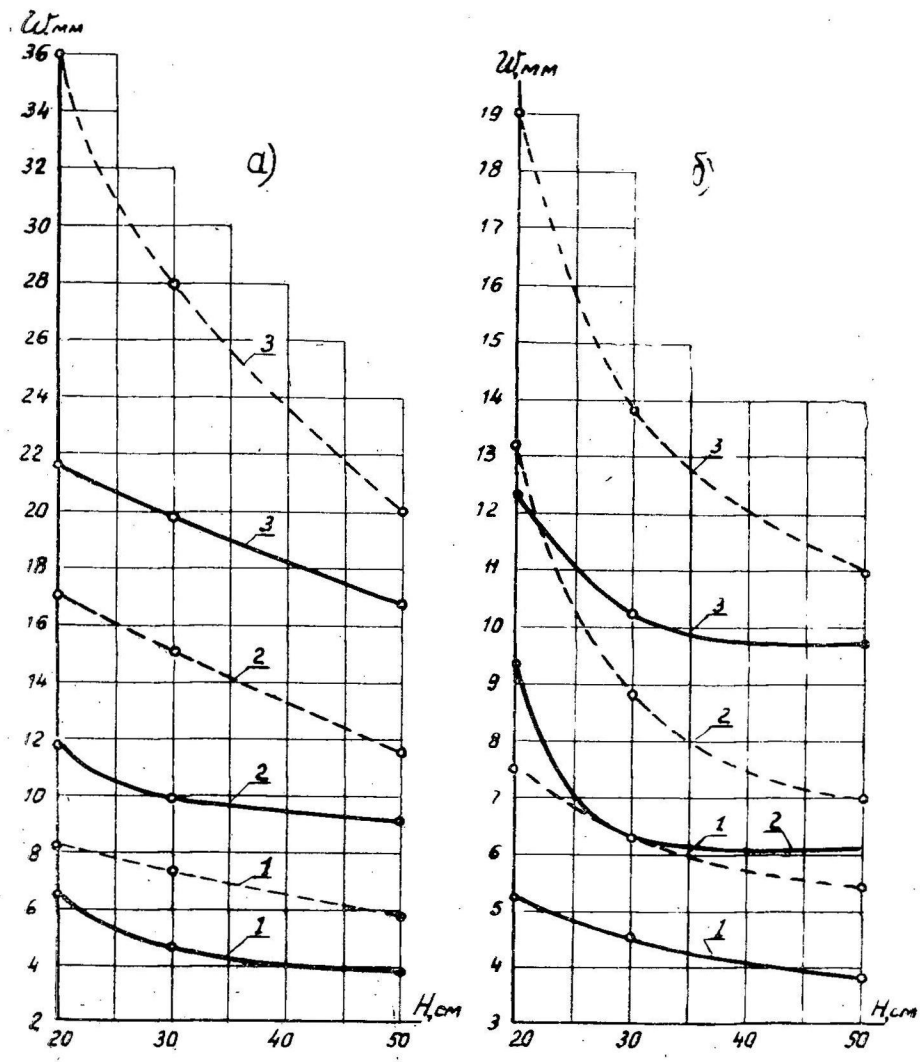


Рис. 5.

а — свободная плита; б — плита со стыковыми соединениями. 1 — нагрузка в центре плиты; 2 — в четверти длины; 3 — на конце.

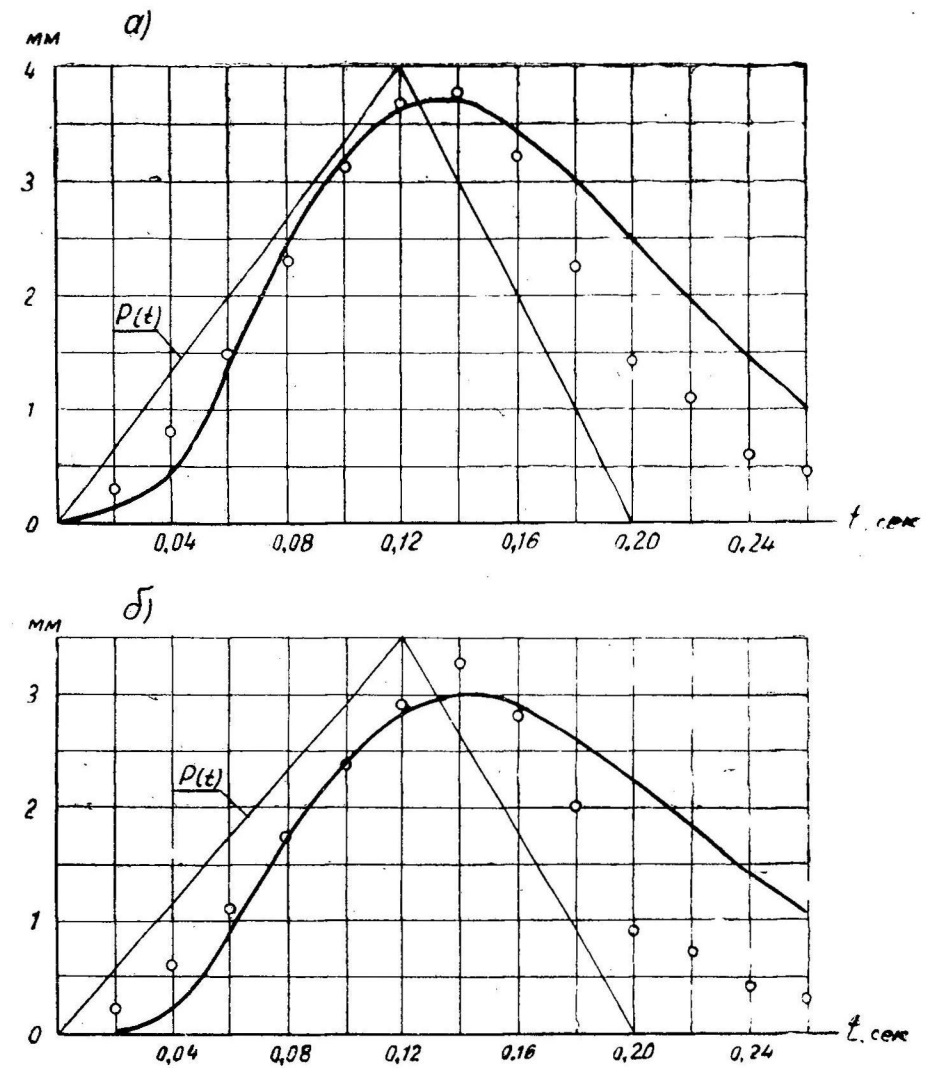


Рис. 6.

а — осадка в центре плиты; б — в четверти длины плиты.

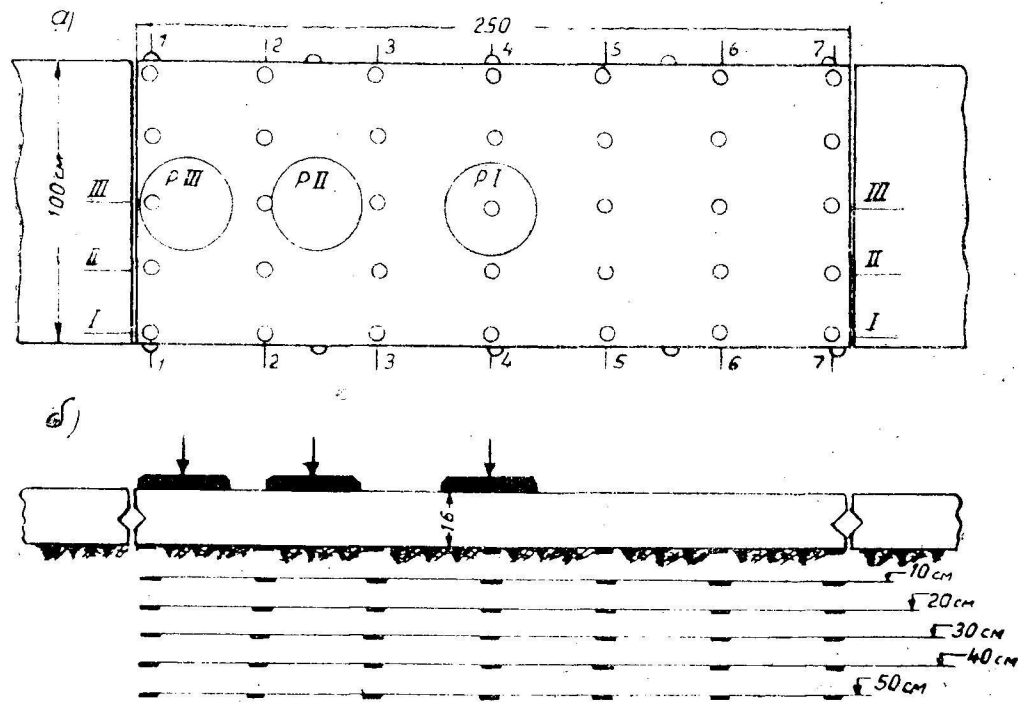


Рис. 1.

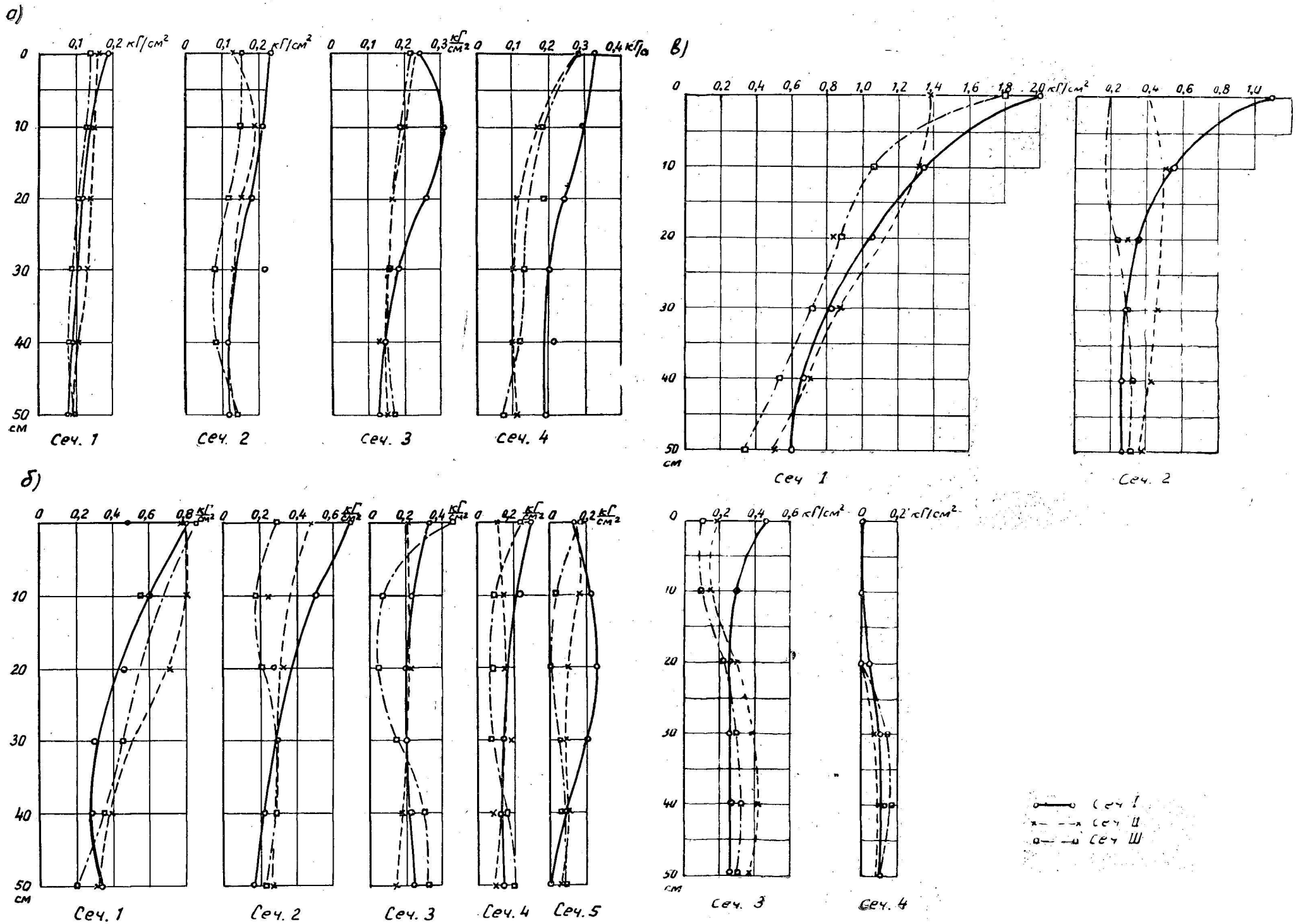
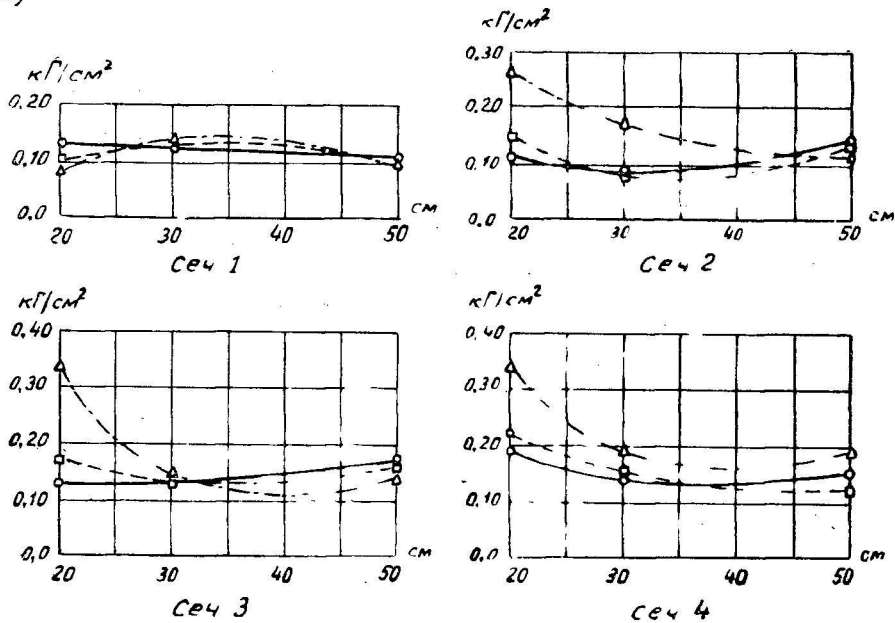


Рис. 2.

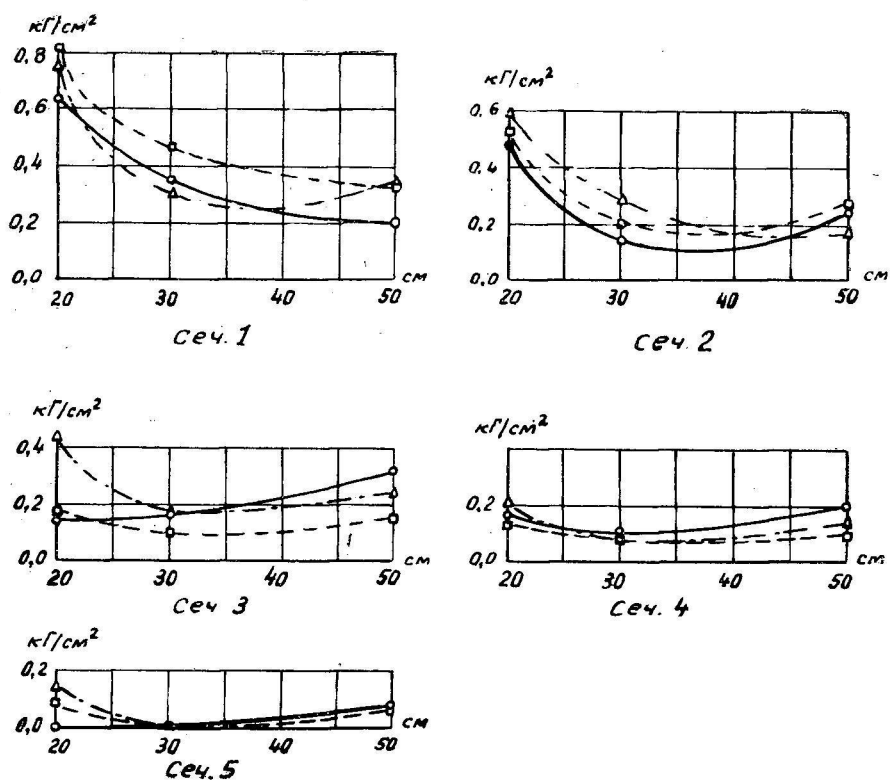
а — положение нагрузки в центре плиты; б — в четверти длины; в — на конце.

Свободная плита

а)



б)



в)

Свободная плита

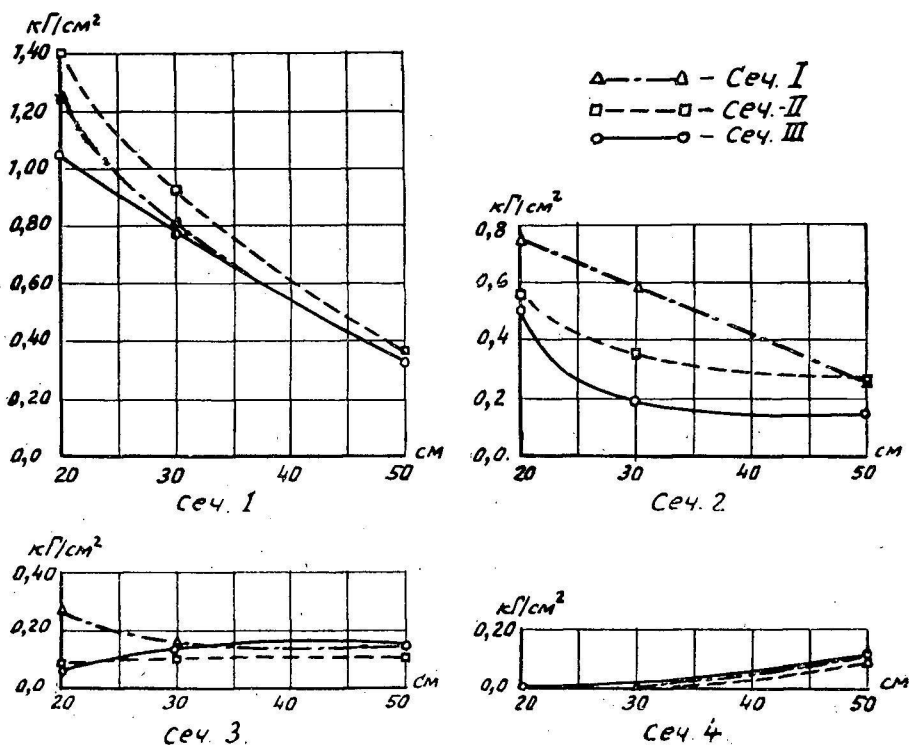


Рис. 3. Обозначения см. под рис. 2.

Г. Я. Аким, Н. С. Вишневецкая, А. Б. Поляк, Л. И. Иванова. Влияние условий облагораживания на химические свойства и выход целлюлозы	106
В. В. Некрасов. О связи электропроводности с вязкостью в слабых растворах лигнина в диоксане	108

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. Ф. Николаев. Потери древесины в карандашах при лущении на современных станках	113
Г. А. Жодзицкий. Корреляционные связи точности измерения параметров лесоматериалов и интервалов квантования	116

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

С. В. Починков. К вопросу о перспективном планировании технического развития лесозаготовительной промышленности	121
Н. В. Мурашкин, П. И. Горышин. Эффективность применения на трелевке леса бесчokerных тракторов ТБ-1	124
В. П. Сабадаш. К вопросу о совершенствовании системы премирования работников лесного хозяйства за результаты лесокультурной деятельности	128
С. А. Красавин. Производительность труда и средняя заработная плата на лесозаготовках	131

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

И. С. Васильев. Опыт рубок ухода в горных лесах Северной Осетии	135
И. С. Матюк. О некоторых биологических особенностях тополя черного	137
А. И. Барабин. О влиянии строения еловых насаждений по диаметру на урожай шишек	139
А. Н. Медведев, В. Ф. Бурмистров. Опыты по химической подготовке почвы под лесные культуры в горах Заилийского Алатау	140
Г. Ф. Кацеско, Н. П. Маковкина, А. А. Подыниглазов, В. Е. Гейне, М. Я. Зукowska, У. И. Галванс. Переработка древесной зелени пихты сибирской	142
В. М. Хрулев, Г. М. Шугов. Применение клея КБ-3 для склеивания древесины, модифицированной фурановыми соединениями	143
Г. Ф. Козориз. Определение производительности, давления и скорости вращения центробежных вентиляторов	146
Л. Б. Зарудный, Л. С. Каторина. О времени пребывания твердых частиц в циклонном аппарате	148
Н. Т. Личман. Использование производственных площадей предприятий, вырабатывающих картонную транспортную тару	152
Л. Ф. Левина, Д. С. Добровольский. Влияние срока хранения целлюлозы и древесной массы в водной среде на физико-механические свойства бумаги	153
Э. Н. Сабуров. Об особенностях аэродинамики циклонной камеры с коническим регулятором площади выхода	156
А. М. Боровиков, Г. А. Чибисова. Контроль прочности пиломатериалов по скорости распространения ультразвуковых колебаний	159
А. В. Кострушин. Пленочный золоуловитель на электростанции лесозавода	162
В. П. Свительский. О влиянии градиента скорости на величину характеристической вязкости растворов лигнина в диоксане	164
Е. Д. Гельфанд. Активность лигнина в окислительно-восстановительных процессах	166

ЗА РУБЕЖОМ

В. А. Михайлов. Лесное хозяйство Венгрии и проблемы лесоводства в связи с ландшафтными особенностями страны	168
---	-----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

А. И. Ушаков. История и современное состояние лесокультурного дела в Тульских засеках	170
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. М. Дронжевский, Н. В. Катичева. Новая книга по лесной фитопатологии	173
П. И. Войчал. Отрядные явления в лесной литературе	173
Ю. И. Пермин, А. Е. Казанина. О книге «Антифунгальные свойства высших растений»	174

ЮБИЛЕИ

М. Дворецкий, М. Данилов, Г. Незабудкин, В. Рахов, В. Пчелин. 70-летие Ивана Степановича Аверкиева	175
--	-----

Цена 1 руб.

Индекс 70368

**Подписывайтесь
на журнал на 1971 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». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста. Статьи, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *a* и *u*; *u* и *a*, *o* и *a*, *l* и *J*, *z* и *z*.

Для отличия от буквы *O* — нуля (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и матема-

тических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, на матовой бумаге, чертежи сделаны черной тушью на ватмане). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе и напечатаны на машинке.

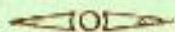
Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректурa статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 15 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ

