

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ШЕСТНАДЦАТЫЙ

2

1973

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**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, 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**, доц. **В. О. Самуйлло**, 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.

ВЕСТЕСТВИА ВИСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИИ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

(Год издания шестнадцатый)

Сдан в набор 13/II-1973 г. Подписан к печати 10/V-1973 г. Форм. бум. 70X108¹/₁₆,
Печ. л. 15,4 + 2 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,65. Тираж 2280.
Сл. 00052. Заказ 972. Цена 1 руб.

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

НОВЫЕ ЗАДАЧИ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

В решениях XXIV съезда КПСС, в речи Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Л. И. Брежнева на Всесоюзном слете студентов, в Постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 18 июля 1972 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию высшего образования в стране» дана высокая оценка работе высшей школы. Высшая школа в основном успешно решает поставленные перед ней задачи по подготовке и воспитанию высококвалифицированных специалистов всех профилей, играет видную роль в ускорении темпов научно-технического прогресса, оказывает все возрастающее влияние на развитие экономики и культуры. В учебных заведениях молодежь овладевает марксистско-ленинской теорией, знакомится с достижениями науки и техники, учится сознательному отношению к труду, высокой организованности и ответственности, коллективизму.

Бурная научно-техническая революция, задачи коммунистического строительства выдвинули новые требования к обучению и идейно-политическому воспитанию специалистов. Конкретные пути дальнейшего повышения качества подготовки специалистов были определены на Всесоюзном совещании работников высших учебных заведений, созванном по инициативе Центрального Комитета КПСС и проходившем 16—18 января 1973 г. в Большом Кремлевском дворце.

В работе совещания принимали участие члены Политбюро ЦК КПСС А. П. Кириленко, К. Т. Мазуров, М. А. Сулов, секретарь ЦК КПСС Б. Н. Пономарев, заместитель Председателя Совета Министров СССР В. А. Кириллин, секретарь ЦК ВЛКСМ Е. М. Тяжелников, вице-президент Академии наук СССР М. Д. Миллионщиков, министры СССР и союзных республик, руководители вузов, представители профессорско-преподавательского состава и студентов, работники промышленности.

С докладом «Задачи высших учебных заведений по реализации Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 18 июля 1972 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию высшего образования в стране» выступил министр высшего и среднего специального образования СССР В. П. Елютин. В докладе и выступлениях участников совещания отмечены особенности современного развития общества: возрастающая роль науки, возникновение новых взаимоотношений человека и науки, человека и техники, общества и окружающей среды. В этих условиях нужны специалисты широкого профиля, глубоко знающие свое дело, понимающие перспективы развития науки и производ-

ства, способные вести научный эксперимент, совершенствовать производственный процесс, решать новые производственные задачи, быстро овладевать самыми современными средствами труда.

В соответствии с этим содержание учебных дисциплин должно обеспечивать приобретение студентами фундаментальных научных знаний, развивать у них творческое мышление, потребность в активной практической деятельности, стремление и способность к дальнейшему совершенствованию знаний и навыков. Учебный процесс должен носить творческий, активный характер; органически сочетаться с научно-исследовательской работой студентов; предусматривать повышение их самостоятельности, использование методов индивидуального и группового обучения. Вуз должен стать развитым учебно-научным комплексом с высококвалифицированными научно-педагогическими кадрами, где взаимодействуют образование, наука и производство.

Дальнейшее совершенствование высшего образования неразрывно связано с улучшением производственного обучения студентов. Неудовлетворительно организованную практику следует рассматривать как невыполнение учебного плана. Специальным кафедрам надлежит планировать изучение части учебного материала в период практики. Занятия по этим разделам курсов должны проводить ведущие конструкторы, технологи, экономисты и другие высококвалифицированные специалисты предприятий. Студенты в период практики должны самостоятельно собирать материал для выполнения реальных дипломных проектов, научных исследований, участвовать во внедрении новой техники, технологии, научной организации труда.

Кафедры общественных наук совместно с местными, партийными, комсомольскими и профсоюзными организациями должны обеспечить общественно-политическую практику студентов на предприятиях и в учреждениях.

Наша Партия и Правительство особое внимание уделяют преподаванию общественных наук и формированию у студентов коммунистического мировоззрения. Это — дело всех преподавателей института. Необходимо, чтобы каждый студент или аспирант органически соединил в себе знание марксистско-ленинской теории с твердой убежденностью в победе идеалов коммунизма, был активным борцом за осуществление политики Коммунистической партии.

Важнейший показатель работы высшей школы — успеваемость студентов. Учебный план-график выполнения домашних заданий и сдачи зачетов и экзаменов является государственным планом для студентов, выполнение его — долг каждого студента перед обществом. Необходимо укреплять авторитет студентов-отличников, порицать работающих неритмично, плохо успевающих.

В деле заочного и вечернего обучения перед работниками высших учебных заведений выдвинуты новые задачи. Следует уточнить перечень специальностей заочного и вечернего обучения, учебные планы. Преподаватели заочных и вечерних факультетов обязаны больше зани-

маться научной организацией учебного процесса, изучением бюджета времени студентов, социально-психологическими проблемами их обучения и воспитания.

Дальнейшее совершенствование высшего образования в стране прежде всего зависит от квалификации научно-педагогических кадров, их умения вести учебно-воспитательную и научно-исследовательскую работу на современном уровне. Преподаватель советского вуза — это широко образованный человек, хорошо владеющий научными методами обучения и воспитания, умело использующий технические средства в преподавании, непрерывно повышающий научную и педагогическую квалификацию, активно участвующий в научно-исследовательской работе. Преподаватели вуза должны поддерживать тесную связь с работниками производства, изучать и обобщать их передовой опыт, хорошо знать состояние соответствующей отрасли и перспективы ее развития.

Следует активнее использовать все формы подготовки научно-педагогических кадров и повышения их квалификации. Подготовка преподавателей вузов должна предусматривать глубокое изучение педагогики высшей школы, психологии и методики преподавания. Повышая требовательность к преподавателям высшей школы, необходимо проявлять и больше заботы о них. Целесообразно разработать систему морального и материального поощрения лучших преподавателей как за учебно-методическую, так и за воспитательную работу, шире распространять опыт лучших педагогов.

Научно-исследовательская работа профессорско-преподавательского состава позволяет готовить специалистов в соответствии с требованиями научно-технического прогресса, привлекать молодые научные силы, широко использовать кооперирование труда работников различных научных направлений.

Конкретным вкладом вузов в дальнейшее укрепление связи с производством должно стать расширение работы преподавателей и студентов в заводских лабораториях, имеющее целью поднять научный уровень этих лабораторий, усилить их влияние на повышение уровня производства.

Характерная особенность вузов — широкое вовлечение студенчества в научную работу. В зависимости от профиля факультета и кафедры могут быть использованы различные формы участия студентов в научных исследованиях.

Успехи высшей школы в подготовке специалистов зависят от степени подготовленности абитуриентов и установленных при приеме в вуз критериев отбора. В ряде институтов проводится большая работа по профориентации выпускников школ. Видное место в вузах занимают подготовительные отделения. В дальнейшем необходимо совершенствовать их работу и одновременно расширять сеть подготовительных курсов.

Наша обязанность подготовить не только высококвалифицированных специалистов, но и физически развитых людей. Надо добиваться такой постановки физического воспитания в вузах, чтобы занятия физ-

культурой и спортом стали потребностью наших студентов. Преподавателям кафедр физического воспитания следует всю работу вести совместно со спортклубами и обратить особое внимание на методическую и научную работу.

Партия и Правительство всегда уделяли большое внимание вопросам улучшения материально-бытовых условий студентов. В начале текущего учебного года повышена стипендия студентам (в среднем на 25%), расширен контингент стипендиатов. При распределении стипендий учитываются результаты учебы и участие в общественной работе. В течение пятилетки предусматривается построить для студентов вузов общежития общей площадью 3 млн. м².

На совещании отмечено, что работники высшей школы творчески участвуют в решении общегосударственных задач, выдвигаемых Партией и Правительством, и вносят достойный вклад в грандиозные усилия советского народа, направленные на создание коммунистического общества. На совещании принято обращение ко всем профессорам, преподавателям, аспирантам, студентам и сотрудникам советской высшей школы по улучшению учебной, воспитательной и научной работы.

Задача сейчас состоит в том, чтобы в соответствии с Постановлением Центрального Комитета КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О развертывании Всесоюзного социалистического соревнования работников промышленности, строительства и транспорта за досрочное выполнение народнохозяйственного плана на 1973 г.» профессорско-преподавательский состав, аспиранты и студенты способствовали успешному выполнению плана третьего, решающего года пятилетки. Их деятельность явится хорошей школой для будущих специалистов, которые будут умелыми организаторами социалистического соревнования на производстве, активными борцами за выполнение намеченных планов.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.893

ДИНАМИКА НИТРАТОВ, ПОДВИЖНОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ, ВЛАЖНОСТИ И АКТУАЛЬНОЙ КИСЛОТНОСТИ В УДОБРЕННОЙ ПОЧВЕ ПРИСПЕВАЮЩЕГО ЕЛЬНИКА

А. П. ЗВИРБУЛЬ, В. М. СТЕПАНОВ

Приводятся результаты внесения карбамида и нитроаммофоски на динамику важнейших агрохимических показателей лесной почвы в течение вегетационного периода. Исследования проведены в рамках почвенных ареалов в подстилке, гумусовом и переходном горизонтах. Одновременно определены климатические показатели и влажность почвы, которые во многом влияют на ход накопления и потребления элементов питания и изменение актуальной кислотности.

Летом 1970 г. в выделе 15 квартала 69 Лисинского учебно-опытного лесхоза был выбран участок преспевающего елового леса площадью 8 га под внесение минеральных удобрений: состав 9Е(60)1Е(150), класс бонитета II, полнота 0,8, запас 220 м³/га, тип леса — кислично-черничный. Почвы модергумусные слабо- и средне-подзолистые, развивающиеся на глубоких (> 1 м) двучленных суглинисто-песчаных отложениях размытого оза. Их особенность — мало-мощный гумусовый горизонт (2—3 см) с содержанием гумуса < 5%, высокая скважность (57,4—71,6%) и степень аэрации (48,6—57,2%), сильноокислая реакция (рН солевой вытяжки < 4,5) и низкая степень насыщенности основаниями. Почва обеднена элементами питания. Подвижного калия было достаточно, поэтому его динамику не изучали.

На участке 14 мая 1971 г. произведен ручной рассев минеральных удобрений: карбамида с содержанием N 46% и нитроаммофоски с соотношением N : P₂O₅ : K₂O как 16 : 16 : 16, то есть с действующим началом в 48%. При этом было заложено две серии вариантов азотного и полного удобрения (табл. 1) по определенной схеме (табл. 2), площадь каждого варианта 0,5 га (60 × 84 м²).

Таблица 1

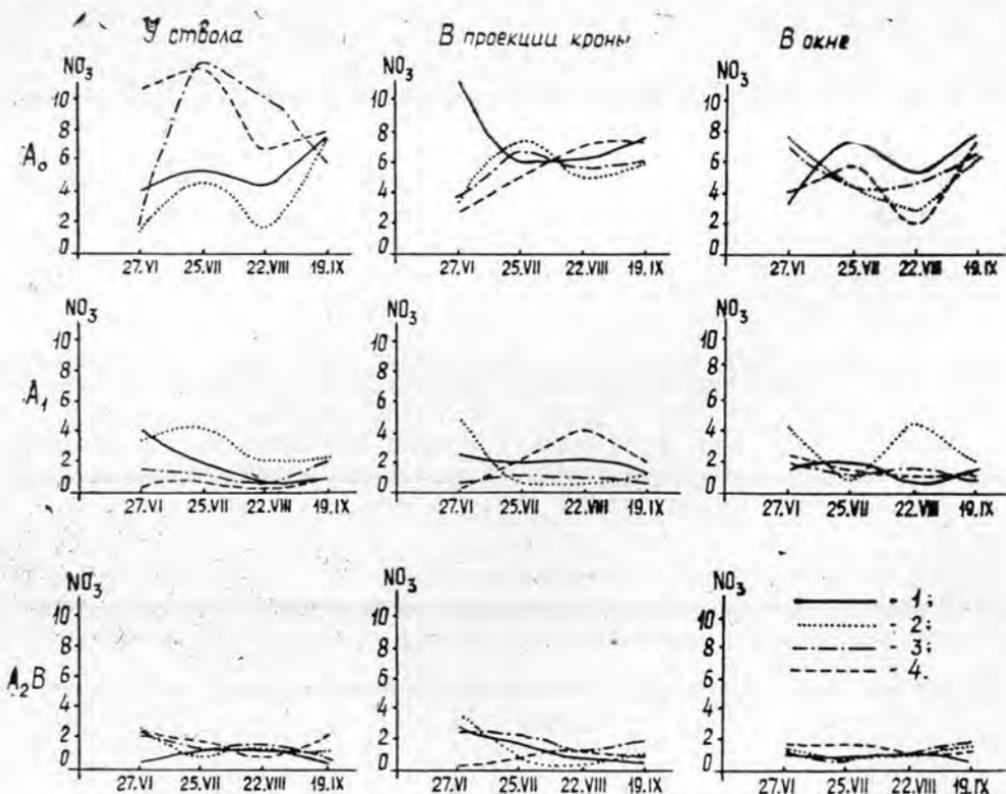
Варианты	Нормы внесения, кг/га	
	по действующему началу	собственно удобрения
Серии азотного удобрения		
N-1	46	100
N-2	92	200
N-3	138	300
Серии полного удобрения		
NPK-1	16 : 16 : 16	100
NPK-2	32 : 32 : 32	200
NPK-3	48 : 48 : 48	300

Таблица 2

NPK-1	N-2	NPK-3	Контроль-2
N-1	NPK-2	N-3	Контроль-1

Для изучения динамики важнейших агрохимических показателей на каждом из вариантов и контрольных участках было выбрано по модельному дереву, отвечающему средней таксационной характеристике древостоя (высота 17—20 м, диаметр 18—23 см). В зоне его влияния на почву, определяемой проекцией кроны, а также в окнах один раз в месяц брали смешанные образцы из трех верхних генетических горизонтов (A_0 0—4; A_1 4—7; A_2B 10—20 см): 4 образца в 30 см от ствола в направлениях: С—Ю, З—В, по радиусу на концах проекции кроны и в окне. Глубину взятия образцов определяли в первую очередь зоной активной ризосферы (3—7 см). В переходном горизонте A_2B , то есть на глубине 10—20 см, активная корневая система практически ничтожна, хотя и встречались корни, уходящие вглубь.

Первый раз образцы брали, когда с поверхности подстилки исчезали гранулы удобрения. В связи с засухой в конце мая—начале июня этот период растянулся на 44 дня с момента внесения удобрения. Образцы обрабатывали в стационарных условиях — на кафедре почвоведения ЛТА. Актуальную кислотность и нитратный азот определяли в свежих образцах, подвижную фосфорную кислоту — в воздушно сухих. Кислотность водной и солевой вытяжек устанавливали на

Рис. 1. Динамика NO_3^- (мг на 100 г почвы), вариант N-1, 2, 3.

1 — контроль; 2 — вариант N-1; 3 — N-2; 4 — N-3.

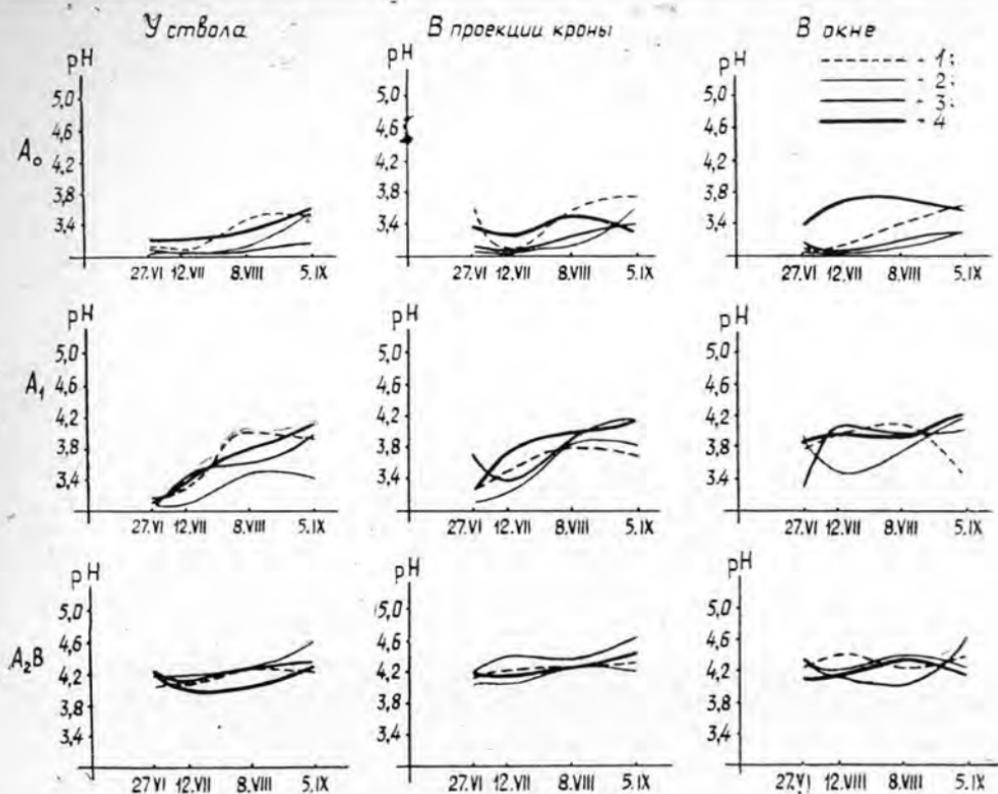


Рис. 2. Динамика pH в KCl, вариант NPK-1, 2, 3.

1 — контроль; 2 — вариант NPK-1; 3 — NPK-2; 4 — NPK-3.

ЛПУ-0,1м, нитраты — методом Грандваль — Ляжу, с дисульфифеноловой кислотой, подвижную фосфорную кислоту — по Кирсанову с использованием фотоколориметра (в 4—5-кратной повторности с параллельной проверкой каждого двадцатого образца).

Результаты проделанной работы были обобщены в семи сводных таблицах, на основе которых составлено 8 графиков (выравненных кривых) изменения каждого агрохимического показателя за вегетационный период. В качестве примера приводим два из них (рис. 1 и 2).

Изменение содержания подвижных элементов питания в почве зависит от метеорологических условий, прежде всего от температуры и влажности. Данные табл. 3 характеризуют динамику этих показателей за вегетационный период с интервалом в одну неделю.

Согласно данным табл. 3 и рис. 1, накопление нитратов в корнеобитаемых горизонтах почвы (A_0 и A_1 или A_0'' A_1) происходит в два периода. Наиболее выражено оно в июле, то есть в период малых осадков, температуры почвы 16—19°C и полевой влажности в пределах 36—45% (на уровне коэффициента завядания). Второе незначительное повышение содержания нитратов наблюдается к началу осени и, очевидно, связано с окончанием роста древесных растений. Подвижная фосфорная кислота имеет пик накопления, подобно нитратам (по амплитуде и сроку), но к осени ее содержание заметно убывает. Поскольку оба внесенных удобрения относятся к физиологически кислым, то на рис. 2 хорошо заметно постепенное раскисление почвы, имеющее августовский пик, связанный прежде всего со значительным выпадением осадков (табл. 3).

Варианты	Температурный режим и динамика влажности лесной подстилки					
	3.VI	9.VI	16.VI	23.VI	30.VI	7.VII
Средняя дневная температура						
N-1, 2, 3	23,8	14,0	12,5	15,7	16,5	17,2
NPK-1, 2, 3	21,5	13,1	12,8	16,0	16,0	16,8
Контроль	24,5	14,5	12,0	16,0	16,5	18,0
Средняя температура горизонта						
N-1, 2, 3	9,2	8,7	8,7	8,8	10,2	10,8
NPK-1, 2, 3	9,5	8,5	8,7	9,2	9,8	11,8
Контроль	10,0	8,5	8,0	8,5	9,5	10,0
Динамика						
N-1, 2, 3	46,3	50,4	54,5	59,4	54,2	51,7
NPK-1, 2, 3	44,4	49,2	54,1	55,8	53,1	52,4
Контроль	39,8	44,9	48,9	51,6	48,1	44,1
Осадки за						
—	22,8*	8,5	24,8	1,0	9,5	—

* С 14.V по 3.VI.

Генетические горизонты	Варианты N-1, 2, 3			Варианты
	у ствола	в проекции кроны	в окне	у ствола
pH водной				
A ₀	<u>4,00—5,40</u> 30	<u>4,10—6,15</u> 44	<u>4,10—5,50</u> 29	<u>3,85—4,95</u> 26
A ₁	<u>3,80—4,75</u> 22	<u>4,10—5,10</u> 22	<u>3,90—5,15</u> 27	<u>3,35—4,60</u> 32
A ₂ B	<u>4,25—4,70</u> 10	<u>4,45—5,40</u> 20	<u>4,60—5,50</u> 18	<u>3,85—5,05</u> 27
pH солевой				
A ₀	<u>2,95—4,10</u> 33	<u>3,10—4,40</u> 37	<u>3,20—5,25</u> 53	<u>2,60—4,35</u> 57
A ₁	<u>2,90—4,05</u> 31	<u>3,10—4,15</u> 28	<u>2,90—4,15</u> 34	<u>3,05—4,10</u> 30
A ₂ B	<u>3,90—4,30</u> 10	<u>4,00—4,45</u> 11	<u>4,05—4,50</u> 10	<u>3,70—4,60</u> 22
NO ₃ , мг на				
A ₀	<u>1,3—13,8</u> 178	<u>2,6—7,1</u> 90	<u>1,7—7,5</u> 113	<u>3,1—27,9</u> 220
A ₁	<u>0,2—4,0</u> 272	<u>0,6—4,9</u> 268	<u>0,9—4,7</u> 181	<u>1,1—8,2</u> 245
A ₂ B	<u>0,8—2,3</u> 100	<u>0,4—4,6</u> 288	<u>0,7—1,7</u> 72	<u>0,3—7,5</u> 300

Таблица 3

в удобренном ельнике за вегетационный период 1971 г. (по В. Г. Рожковой)

14.VII	21.VII	28.VII	4.VIII	11.VIII	18.VIII	25.VIII	1.IX
воздуха на уровне лесной подстилки							
18,2	16,3	18,3	17,8	14,8	12,5	9,3	10,0
18,3	16,5	18,5	18,2	15,3	12,8	8,8	10,6
19,0	16,5	19,0	18,5	15,0	13,0	10,0	10,0
A ₀ ^{'''} A ₁ — слоя активной ризосферы							
12,5	11,7	13,0	14,2	12,5	11,8	9,2	8,2
12,0	12,3	13,5	14,3	12,2	11,3	9,2	8,3
12,5	11,5	11,5	14,5	12,5	12,0	9,5	8,0
влажности в A ₀ ^{'''} A ₁							
46,5	43,4	44,2	39,3	63,8	67,0	67,1	68,2
47,4	44,1	46,6	37,3	64,2	66,9	67,2	68,3
40,4	32,1	32,7	30,9	58,1	59,4	59,8	59,9
неделю, мм							
4,0	21,6	0,8	21,7	26,4	23,0	—	16,0

Таблица 4

NPK-1, 2, 3		Контроль 1 и 2		
в проекции кроны	в окне	у ствола	в проекции кроны	в окне
вытяжки				
<u>3,75—4,55</u>	<u>3,80—4,60</u>	<u>4,00—4,90</u>	<u>4,10—4,85</u>	<u>4,05—4,70</u>
19	19	32	17	14
<u>3,65—4,80</u>	<u>3,90—4,80</u>	<u>3,85—4,70</u>	<u>3,90—4,65</u>	<u>4,25—5,40</u>
28	20	19	17	25
<u>4,15—4,90</u>	<u>4,20—5,15</u>	<u>4,05—5,60</u>	<u>4,20—4,90</u>	<u>4,75—5,40</u>
16	21	34	15	13
вытяжки				
<u>2,65—3,60</u>	<u>2,65—3,70</u>	<u>2,85—3,75</u>	<u>3,80—3,10</u>	<u>3,90—2,90</u>
30	32	26	20	28
<u>3,10—4,15</u>	<u>3,10—4,25</u>	<u>3,15—4,00</u>	<u>4,15—3,30</u>	<u>3,90—3,15</u>
28	30	24	22	21
<u>3,50—4,65</u>	<u>4,00—4,35</u>	<u>3,75—4,30</u>	<u>4,40—4,10</u>	<u>4,30—4,00</u>
27	9	13	7	7
100 г почвы				
<u>2,2—14,0</u>	<u>1,8—6,8</u>	<u>0,4—7,5</u>	<u>4,6—11,4</u>	<u>3,0—7,6</u>
193	100	171	97	92
<u>0,5—4,9</u>	<u>0,4—8,7</u>	<u>0,7—4,2</u>	<u>0,8—4,6</u>	<u>1,5—7,4</u>
244	460	218	190	214
<u>0,8—2,2</u>	<u>0,4—3,5</u>	<u>0,3—3,6</u>	<u>0,7—2,8</u>	<u>0,6—1,8</u>
116	220	286	155	114

Генетические горизонты	Варианты N-1, 2, 3			Варианты
	у ствола	в проекции кроны	в окне	у ствола
	P ₂ O ₅ , мг на			
A ₀	$\frac{0,1-21,0}{195}$	$\frac{2,5-40,0}{205}$	$\frac{1,0-27,0}{247}$	$\frac{1,0-57,5}{231}$
A ₁	$\frac{1,0-1,6}{150}$	$\frac{0,5-3,4}{414}$	$\frac{0,2-3,2}{1000}$	$\frac{1,0-11,6}{482}$
A ₂	$\frac{0,1-5,7}{250}$	$\frac{0,4-5,8}{245}$	$\frac{2,2-7,4}{118}$	$\frac{1,1-4,0}{103}$
	Влажность			
A ₀	$\frac{51,2-73,1}{34}$	$\frac{38,8-74,5}{55}$	$\frac{57,0-71,6}{22}$	$\frac{41,9-76,4}{55}$
A ₁	$\frac{14,8-22,1}{40}$	$\frac{13,3-30,0}{86}$	$\frac{11,6-24,1}{65}$	$\frac{13,7-29,4}{74}$
A ₂ B	$\frac{11,5-19,0}{51}$	$\frac{10,9-17,7}{51}$	$\frac{11,5-19,5}{55}$	$\frac{10,7-25,0}{87}$

Примечание. В числителе абсолютные данные; в знаменателе — относитель

Из анализа табличных данных получены результаты, отражающие амплитуду колебания значений каждого показателя по отношению к среднему за сезон (табл. 4) и выявлена агрохимическая характеристика элементарных почвенных ареалов (педонов), то есть зоны влияния дерева на почву (табл. 5).

Генетические горизонты	Средняя мощность, см	P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы			NO ₃ , мг на 100 г почвы		
		у ствола	в проекции кроны	в окне	у ствола	в проекции кроны	в окне
		Варианты азотного					
A ₀	4	10,6	18,3	10,5	7,00	4,98	5,10
A ₁	3	0,4	0,7	0,3	1,40	1,30	2,07
A ₂ B	10	2,0	2,2	4,4	1,53	1,50	1,27
		Варианты полного					
A ₀	4	24,6	22,0	32,4	11,30	6,10	5,00
A ₁	3	2,2	1,2	Следы	2,90	1,80	1,80
A ₂ B	10	2,8	3,1	3,7	2,40	1,20	1,40
		Контроль					
A ₀	4	14,1	19,4	16,4	4,15	7,05	5,00
A ₁	3	3,2	1,2	1,8	1,60	2,00	2,75
A ₂ B	10	4,8	3,4	3,8	1,15	1,35	1,05

По амплитуде колебания (в процентах от среднего значения за сезон) агрохимические показатели образуют следующий ряд: P₂O₅ > NO₃ > W > pH_{KCl} > pH_{H₂O}, или 284,0% > 196,5% > 48,5% > 25,2% > 22,8%. Наиболее высокие колебания показателей актуальной кислотности отмечены в подстилке, нитратов и подвижного фосфора — в гумусовом, влажности — в переходном и гумусовом горизонтах.

Продолжение табл. 4

НРК-1, 2, 3		Контроль 1 и 2		
в проекции кроны	в окне	у ствола	в проекции кроны	в окне
100 г почвы				
$\frac{1,0-55,0}{247}$	$\frac{1,0-70,6}{215}$	$\frac{1,8-32,0}{214}$	$\frac{7,5-30,0}{116}$	$\frac{1,0-31,0}{191}$
$\frac{1,0-4,8}{317}$	$\frac{1,0-3,8}{935}$	$\frac{0,2-9,0}{275}$	$\frac{1,0-4,1}{258}$	$\frac{0,9-3,6}{257}$
$\frac{0,4-6,5}{197}$	$\frac{0,4-8,0}{205}$	$\frac{0,8-3,8}{187}$	$\frac{0,1-7,7}{224}$	$\frac{0,7-5,2}{161}$
W, %				
$\frac{54,2-75,4}{32}$	$\frac{56,3-79,8}{33}$	$\frac{51,1-74,0}{36}$	$\frac{56,6-74,2}{26}$	$\frac{53,5-79,8}{30}$
$\frac{15,2-24,1}{45}$	$\frac{17,1-29,9}{59}$	$\frac{12,3-23,2}{63}$	$\frac{13,2-24,4}{59}$	$\frac{16,3-24,0}{20}$
$\frac{11,9-19,1}{47}$	$\frac{9,0-19,0}{70}$	$\frac{12,2-18,5}{42}$	$\frac{13,7-19,2}{35}$	$\frac{12,3-24,3}{39}$

ные

В табл. 5 представлена агрохимическая характеристика почвенного ареала по средним показателям за сезон. Внесение полного удобрения способствовало повышению влажности почвы, увеличению содержания нитратов, особенно в приствольной части. Применение азотных удобрений отразилось на мобилизации подвижной фосфорной кислоты

Таблица 5

рН в КС1			Влажность, %		
у ствола	в проекции кроны	в окне	у ствола	в проекции кроны	в окне
удобрения (N-1, 2, 3)					
3,51	3,55	3,49	63,8	65,0	66,2
3,55	3,72	3,70	17,6	19,5	19,3
4,13	4,24	4,30	14,7	13,4	14,6
удобрения (НРК-1, 2, 3)					
3,40	3,18	3,53	62,8	67,2	70,3
3,48	3,70	3,88	21,3	19,6	21,5
4,15	4,18	4,18	16,5	15,4	14,3
I и 2					
3,40	3,57	3,45	63,7	67,8	69,7
3,52	3,57	3,77	17,2	19,1	18,9
4,07	4,15	4,25	14,8	15,8	15,5

по сравнению с контролем. При разовом внесении физиологически кислых удобрений (как азотного, так и полного) заметного подкисления почвы не произошло.

Итак, динамическое изменение внесенных в почву элементов питания происходит по выравненной кривой типа «кляшки», на которую в виде максимумов и минимумов накладывается их сезонное накопление и потребление, зависящее, прежде всего, от влажности и темпера-

туры почвы и от особенностей поглощения древесными породами. По данным исследований, наиболее четко выделяется июльский максимум накопления подвижного азота и фосфора, совпадающий с периодом повышенных сухости и температуры почвы. К осени практически все внесенные с удобрением элементы питания оказались вовлеченными в кругооборот веществ почва — растение: их заметного накопления не произошло.

Поступила 10 октября 1972 г.

УДК 634.0.232.315.3

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ ЯСЕНЯ ПУШИСТОГО

Е. Н. САМОШКИН, Е. П. РОДЯНКОВ

Брянский технологический институт

Обработка семян ясеня пушистого водными растворами N-нитрозоэтилмочевины, N-нитрозометилмочевины, 1,4-бис-диазоацетилбутана, диметилсульфата и этиленмина в определенных дозах оказывает положительное влияние на выживаемость сеянцев и их рост.

Как известно, многие химические мутагены часто оказывают положительное влияние на рост сельскохозяйственных растений [1], [2]. Интересно было изучить это явление у древесных пород.

В настоящем сообщении приводятся результаты наших экспериментов с ясенем пушистым. Испытано пять наиболее эффективных химических мутагенов в пяти концентрациях каждый: N-нитрозоэтилмочевина (НЭМ); N-нитрозометилмочевина (НММ); 1,4-бис-диазоацетилбутан (ДАБ); диметилсульфат (ДМС) и этиленмин (ЭИ).

Семена ясеня, собранные осенью, в зимнее время хранили под снегом. В лаборатории мутагенеза растений Института химической физики АН СССР (Москва)* взятые из-под снега влажные семена в марлевых мешочках (по 500 шт.) помещали в кристаллизаторы с растворами мутагенов разной концентрации на 18 час. Затем образцы полчаса промывали водой. Через пять дней их высевали в дендрарии Брянского технологического института. Почва на участке — торфянисто-подзолистая со следами оглеения на флювиогляциальных песках. В октябре сеянцы учитывали. Чтобы достоверно оценить влияние различных доз мутагенов на рост сеянцев ясеня пушистого, данные полевых измерений обрабатывали методом дисперсионного анализа, уровень значимости принят 5%, следовательно, величина вероятности равна 0,05.

Анализируя полученные результаты, видим, что обработка семян ясеня пушистого химическими мутагенами в большинстве случаев стимулирует рост сеянцев (табл. 1). Так, весьма благоприятным было действие 1,4-бис-диазоацетилбутана: растения при всех испытанных концентрациях (0,05—0,2%) имели более крупные листья и в большинстве вариантов (второй — четвертый) отличались усиленным ростом в высоту.

Под влиянием N-нитрозометилмочевины в основном изменились размеры листьев: длина их во всех изученных вариантах (концентра-

* За помощь в работе автор выражает признательность сотрудникам лаборатории.

Название мутагена	№ варианта	Концентрация раствора мутагена, %	Количественные признаки сеянцев										
			высота, см			диаметр у шейки корня, мм			размеры листьев, см				
			n_x	\bar{x}	t	n_x	\bar{x}	t	n_x	длина		ширина	
							\bar{x}	t	\bar{x}	t			
НЭМ	1	0,1	20	3,50	2,528	16	1,25	3,157	26	2,81	7,441	1,35	7,151
	2	0,05	25	5,08	0,034	33	1,55	0,631	28	4,37	3,613	2,09	3,189
	3	0,025	44	4,34	1,389	44	1,50	1,122	28	5,82	0,050	2,65	0,110
	4	0,012	56	5,26	0,401	35	1,61	0,000	32	7,26	3,787	3,58	5,153
	5	0,01	59	6,08	2,059	40	1,64	0,327	52	8,06	6,338	3,80	6,898
НММ	1	0,025	19	4,61	0,689	22	2,35	6,575	41	6,09	6,779	2,93	1,031
	2	0,012	64	5,28	0,429	36	1,56	0,497	47	6,82	2,437	3,25	2,351
	3	0,01	66	6,04	1,920	44	1,66	0,516	50	8,01	5,324	3,90	5,026
	4	0,006	52	5,59	1,003	36	1,63	0,199	58	7,33	3,755	3,52	3,538
	5	0,004	62	6,61	3,015	33	1,75	1,366	67	7,86	5,150	3,61	3,986
ДАБ	1	0,2	49	5,63	0,988	40	1,61	—	64	6,92	2,785	3,34	3,311
	2	0,13	49	6,27	2,097	31	1,61	—	54	7,53	4,213	3,49	3,968
	3	0,1	69	6,47	2,562	37	1,75	—	52	7,42	3,924	3,45	3,754
	4	0,07	66	6,86	3,255	30	1,89	—	64	8,19	5,944	3,87	5,930
	5	0,05	43	5,78	1,220	30	1,76	—	40	7,87	4,825	3,65	4,540
ДМС	1	0,07	33	6,47	1,816	29	1,78	1,499	40	5,42	0,903	2,50	0,922
	2	0,05	37	5,71	0,855	33	1,62	0,091	19	4,79	2,060	2,39	1,303
	3	0,025	76	7,65	3,807	37	2,18	5,278	63	8,84	7,691	4,22	8,944
	4	0,016	72	7,78	3,979	42	1,90	2,750	61	8,45	6,686	3,93	7,252
	5	0,012	71	6,91	2,700	46	1,70	0,869	63	7,32	3,845	3,38	4,097
ЭИ	1	0,2	3	8,53	10,302	4	1,73	0,606	5	3,42	3,882	1,48	4,041
	2	0,1	20	7,63	15,308	20	2,17	5,003	24	7,83	5,424	3,66	5,507
	3	0,05	38	5,75	4,762	30	1,84	2,268	48	6,41	1,845	3,16	3,085
	4	0,025	59	5,63	4,226	32	1,69	0,800	60	5,51	0,903	2,61	0,389
	5	0,012	61	4,64	3,137	37	1,47	1,438	36	5,20	1,736	2,54	0,783
Контроль			23	5,06		23	1,61		19	5,80		2,67	

Примечание. n_x — количество наблюдений; \bar{x} — среднее значение; t — показатель существенности различия средних величин.

ции 0,004—0,025%) и ширина в четырех (исключение — при концентрации 0,025%) значительно превосходили контрольные. Кроме того, мутаген способствовал лучшему росту сеянцев в пятом и увеличению диаметра у шейки корня в первом варианте.

Обработка семян растворами диметилсульфата в слабых концентрациях (0,012—0,025%) тоже дала положительный эффект: высота сеянцев, размеры листьев и диаметр у шейки корня превышали контрольные.

Существенное усиление роста сеянцев в высоту и увеличение длины и ширины листовых пластинок вызвала самая слабая концентрация (0,01%) N-нитрозоэтилмочевины. Концентрация 0,012% благоприятно повлияла только на величину листьев. Высокие же дозы этого мутагена, напротив, подействовали отрицательно: все количественные признаки растений первого варианта (концентрация 0,1%) были ниже контрольных, а во втором варианте более мелкими оказались листья.

В опыте с этиленмином растения ряда вариантов имели превосходство над контролем по высоте (первого — четвертого), диаметру у шейки корня и ширине листа (второго, третьего), длине листа (второго). Уступали контролю лишь сеянцы в вариантах с самой высокой (0,2%) и самой низкой (0,012%) концентрациями: в первом случае — по величине листьев, во втором — по высоте растений.

В большинстве вариантов опыта химические мутагены повысили выживаемость сеянцев. Так, если контрольный вариант имел 23 сеянца, то другие — 70 и более.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. А. Рапопорт. Химический мутагенез. Теория и практика. Изд-во «Знание», М., 1966. [2]. И. А. Рапопорт. Двойная генетическая стимуляция, индуцированная супермутагенами. Сб. «Мутационная селекция», изд-во «Наука», М., 1968.

Поступила 12 июля 1972 г.

УДК 634.0.385.1

ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ НА АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

И. К. БЛИНЦОВ, В. А. ИПАТЬЕВ

Белорусский технологический институт

Приведена методика изучения анатомического строения древесины сосны на осушенных торфяных почвах. Показано, что лесосушение способствует значительному увеличению диаметров ранних и поздних трахенд и их стенок. По мере удаления от осушительной канавы влияние ее на размеры анатомических элементов древесины сосны ослабевает и на расстоянии 110—125 м уже почти не сказывается.

Влияние лесосушения на микроскопическое строение древесины изучено до настоящего времени недостаточно [1], [3].

Наши исследования проводились в Пуховичском лесхозе Минской области, где на осушенном в 1966 г. переходном болоте были заложены три постоянные пробные площади (20×100 м), расположенные в 10, 50 и 125 м от мелiorативной канавы.

Среднее расстояние между осушителями 250 м. Почва торфяная, мощная, развывающаяся на осоково-сфагновом торфе, подстилаемом с глубины 90 см торфом из тростника с примесью осок. Мощность торфа 5—6 м. Тип леса сосняк осоково-сфагновый, состав насаждения 10С, возраст 20 лет, класс бонитета V, средние высота и диаметр соответственно 2,8 м и 3,8 см, полнота 0,6.

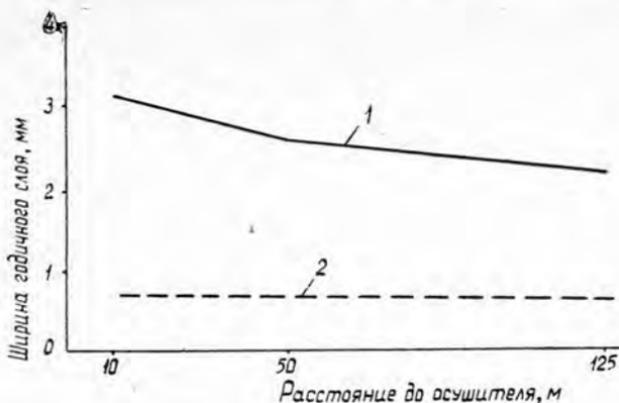


Рис. 1. Изменение ширины годичного слоя деревьев по мере удаления от осушителя. 1 — после осушения; 2 — до осушения.

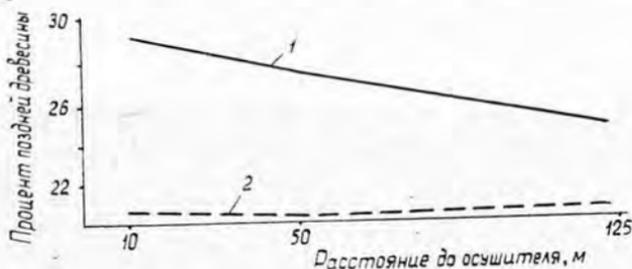


Рис. 2. Изменение процента поздней древесины по мере удаления деревьев от осушителя. Обозначения те же.

Ширину годичных слоев и процент поздней древесины изучали с 1962 г. по 1969 г. (по 4 года до и после осушения). На каждой пробной площади было взято по 10—12 средних модельных деревьев, у которых на высоте 1,3 м от шейки корня вырезали кружки древесины. Из них микротомом были сделаны срезы и получены микропрепараты, с которых аппаратом «Микрофот» отпечатаны снимки при 12-кратном увеличении. Измерения производили по диаметру, который в натуре соответствовал перпендикулярному направлению к осушительной канаве.

Приведенные на рис. 1 и 2 данные показывают, что после лесосушения резко увеличивается ширина годичного слоя и повышается процент поздней древесины. За четыре года действия лесосушительной сети ширина годичного слоя древесины возросла почти в 4 раза, процент поздней древесины — на 4—9%. Эти показатели максимальны вблизи осушителя, где наблюдается наиболее интенсивный сброс воды и самый низкий уровень стояния грунтовых вод.

Резкое уменьшение влажности почвы при осушении способствует значительному увеличению размеров трахеид. А. И. Шатерникова [4], изучавшая влияние условий увлажнения на анатомическое строение сосны, установила, что с повышением влажности почвы размеры трахеид уменьшаются, достигая минимальных размеров у сосны на болоте. Такая же закономерность была установлена М. И. Сахаровым [2] при исследовании сосны в Брянской области.

Трахеиды изучали у двух средних модельных деревьев на каждой пробной площади. Измерения производили при помощи микроскопа МБИ-6, при 180-кратном увеличении. Всего было изучено около 500 трахеид.

Показатели	Размеры анатомических-элементов на разных пробах в зависимости от расстояния до осушителя		
	1—10 м	11—50 м	111—125 м
Диаметр трахеид, <i>мк</i>			
ранних	$32,5 \pm 0,805$ $40,0 \pm 0,492$	$30,6 \pm 0,273$ $38,8 \pm 0,391$	$30,7 \pm 0,516$ $36,5 \pm 0,498$
поздних	$20,9 \pm 0,559$ $30,2 \pm 0,669$	$21,4 \pm 0,507$ $28,7 \pm 0,447$	$21,5 \pm 0,608$ $26,2 \pm 1,328$
Толщина стенок трахеид, <i>мк</i>			
ранних	$3,0 \pm 0,214$ $5,2 \pm 0,284$	$3,1 \pm 0,188$ $4,3 \pm 0,263$	$3,2 \pm 0,108$ $3,8 \pm 0,158$
поздних	$6,3 \pm 0,232$ $9,4 \pm 0,536$	$6,2 \pm 0,232$ $8,6 \pm 0,420$	$6,1 \pm 0,286$ $6,7 \pm 0,167$
Отношение толщины стенок поздних трахеид к их диаметру, %	$30,4 \pm 1,572$ $30,9 \pm 0,857$	$28,2 \pm 0,965$ $30,7 \pm 0,856$	$28,3 \pm 0,898$ $26,4 \pm 0,617$

Примечание. В числителе данные для древесины сосны до лесосошения; в знаменателе — после осушения.

Анализ приведенных данных (табл. 1) показывает, что благоприятные для роста соснового насаждения условия, которые создались в результате осушения, вызывают образование более крупных трахеид с толстыми стенками. Диаметр трахеид увеличился в результате роста как размеров полостей клеток, так и толщины клеточных стенок.

Как известно, действие осушительной канавы на производительность леса распространяется на определенное расстояние от нее. Для переходных болот его принято считать равным 150—200 м. Наши исследования (табл. 1) показывают, что уже на расстоянии 110—125 м действие осушительной канавы на размеры анатомических элементов древесины сосны сводится к минимуму. Если в 10 и 50 м от осушителя «прирост» поздних трахеид по диаметру составил соответственно 9,3 и 7,3 *мк*, то в 125 м — только 4,7 *мк*. Толщина стенок поздних трахеид возросла соответственно на 3,1 и 2,4 *мк*, а в 125 м — только на 0,6 *мк*. Такой важный показатель качества (плотности) древесины, как отношение толщины стенок поздних трахеид к их диаметру, после осушения увеличился лишь на первой и второй пробных площадях, расположенных соответственно в 10 и 50 м от осушителя.

Таким образом, лесосошение способствует значительному увеличению диаметров ранних и поздних трахеид и толщины их стенок, что приводит к заметному увеличению ширины годичного слоя и процента поздней древесины сосны.

По мере удаления от осушительной канавы влияние ее на размеры анатомических элементов древесины сосны ослабевает и уже в 110—125 м почти не сказывается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Ефремов. Исследование технических свойств древесины сосны с осушенных болот. Труды Государственного института сельскохозяйственной мелiorации, М., 1928. [2]. М. И. Сахаров. Анатомическое строение древесины сосны в связи с условиями местопроизрастания. Труды Брянского сельскохозяйственного института, т. II, Брянск, 1940. [3]. Н. И. Федоров. Влияние осушения лесных почв на физико-механические свойства древесины сосны. Научные доклады высшей школы. журн. «Леснинженерное дело» № 2, изд-во «Советская наука», 1959. [4]. А. Н. Шатерникова. О влиянии различного стояния грунтовых вод в почве на анатомическое строение сосны. Труды по лесному опытному делу, вып. II (XX), Л., 1929.

УДК 634.0.231:332

СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮПИНА ДЛЯ БОЛЕЕ УСПЕШНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКОВ СОСНЫ

П. П. РОГОВОЙ

Белорусский технологический институт

Излагаются результаты опытов выращивания лесокультур в различных условиях агротехники: в плужные борозды, по сплошной предварительной вспашке, по запашке посевов люпина, по запашке минеральных удобрений. Опыты показали, что посадка по запаханному люпину однолетнему дает результаты, близкие к показателям роста культур при внесении полного минерального удобрения, и значительно выше, чем посадка в плужные борозды.

Вопросам улучшенного выращивания лесов в целях повышения их производительности уже издавна уделяется большое внимание. Еще в 1949 г. по инициативе проф. М. Е. Ткаченко была принята тема все-союзного значения: «Изучение леса методом стационарных наблюдений и опытов», предусматривающая разработку улучшенных способов повышения производительности леса. По этой теме проведены большие исследовательские работы в Негорельском учебно-опытном лесхозе. В работе принимали участие почти все кафедры института.

В лесхозе почвы под лесом в основном дерново-подзолистые, развивающиеся на глубоких флювиогляциальных песках. Почвы эти легко промываются водой атмосферных осадков, поэтому они бедны питательными веществами, особенно верхние горизонты. Малы в них и запасы воды. Преимущественный тип леса — сосняки вересково-брусничные.

Лес развивается по-разному в разных возрастах. Особенно затруднены условия произрастания молодняков, когда корневая система деревьев расположена еще в верхнем горизонте почвы, наиболее бедном пищей, а летом — и водой. В последующие годы по мере углубления корней в нижние горизонты почвы, менее промытые и с более постоянным водным режимом, рост деревьев повышается до II и даже I классов бонитета.

Поэтому можно говорить о том, что помощь в росте необходима преимущественно молодому лесу. В первую очередь надо вносить в почву удобрения, чтобы повысить питание растений, а затем уделить внимание и вопросам увлажнения почв, чтобы устранить неблагоприятные проявления водного режима летом.

Общепризнанное удобрение лесных почв — люпин, способный своей углубленной корневой системой мобилизовать питательные вещества из более обогащенных глубинных горизонтов почв, а листовой частью поглощать азот из воздуха. После разложения отмерших остатков этих растений почва значительно обогащается питательными веществами и органикой, улучшающей водно-физические свойства почв.

Проведенные кафедрой почвоведения опыты выращивания люпина показали, что в насаждениях жерднякового возраста и старше люпин

Таблица 1

Вариант посадки	Год посадки	Возраст культур, лет	Количество деревьев на опытной площадке	Полнота	Высота саженцев, м	Диаметр саженцев, см	Общая масса, м ³	Годичный прирост в высоту, см
В плужные борозды	1956	15	134	0,46	4,5	5,0	0,84	1,8
	1957	14	171	0,40	3,8	4,0	0,58	1,3
	1958	13	145	0,30	3,3	3,8	0,36	0,9
	Среднее			149	0,39	3,9	4,3	0,59
По сплошной вспашке	1956	15	259	0,88	5,4	5,0	2,07	4,6
	1957	14	202	0,60	4,6	4,7	1,03	2,4
	1958	13	268	0,80	4,6	4,8	1,63	4,1
	Среднее			243	0,76	4,9	4,8	1,63
По запашке люпина многолетнего	1956	15	239	0,95	5,5	5,4	1,77	3,9
	1957	14	184	0,80	5,3	5,7	1,31	3,1
	1958	13	214	0,70	4,4	5,0	1,31	3,4
	Среднее			212	0,82	5,1	5,4	1,46
По запашке люпина однолетнего	1956	15	214	0,88	5,6	5,5	2,01	4,4
	1957	14	268	0,94	5,2	5,1	2,17	5,1
	1958	13	280	0,84	4,8	4,6	1,51	3,8
	Среднее			254	0,89	5,1	5,1	1,89

развивается слабо, и полезная роль его незначительна. В молодняках же первых лет люпин, при мощном его развитии, может подавлять лесные посадки. С учетом этого выполнены опыты по применению люпина в качестве предварительной культуры на лесокультурной площади с запашкой его перед посадкой леса.

Заложены лесопосадки в четырех вариантах: в плужные борозды, по чистой сплошной вспашке, по запашке люпина многолетнего и по запашке люпина однолетнего.

Поскольку люпин многолетний в первый год посева развивается слабо, решено было этот опыт повторить в последующие два года (были попытки повторить опыт и трижды).

Результаты опытов И. А. Юшкевича показали, что культуры, созданные по сплошной вспашке и особенно по запашке люпина, имели в 3—4 раза больше рост и массу древесины, чем посадки в плужные борозды. Отрастающий же в последующие годы люпин многолетний подавлял молодые лесные посадки.

В дальнейшем К. М. Евсевич в тех же примерно условиях, но на раскорчеванной лесосеке, повторил этот опыт, добавив в почву перед посадкой торф и полное минеральное удобрение (NPK), а также введя люпин многолетний в междуурядья посадок сосны. Эти опыты также показали большое преимущество сплошной вспашки и запашки люпина перед посадкой в плужные борозды. Внесение торфа больших улучшений не дало, а запашка NPK способствовала развитию саженцев, как при запашке люпина. Значит, люпин оказывает действие, подобное влиянию полного минерального удобрения.

Результаты этих исследований были неоднократно доложены и опубликованы*, но практического применения, к сожалению, не получили. Более того, были высказывания, что этот способ значительно удорожит лесокультурные работы, и даже предположения, что наблюдающееся улучшение лесопосадок кратковременно и с возрастом леса прекратится.

В связи с этим кафедрой проведен повторный учет этих культур, достигших возраста 13—15 лет и сомкнувших кроны. Результаты учета опытов И. А. Юшкевича приведены в табл. 1.

Из данных таблицы видно, что и в возрасте до 15 лет культуры по сплошной вспашке (когда были запаханы лесная подстилка и травяной покров) и по запашке люпина растут значительно лучше, чем на плужных бороздах (когда был снят более плодородный верхний слой). Это и понятно, так как в лучших условиях саженцы с первого же года хорошо развивают корневую систему, в силу чего начинают энергично поглощать воду и питательные вещества из более глубоких горизонтов почвы. Эти саженцы лучше приспособляются к местным условиям, сохраняются и развиваются. По общей массе эти культуры до сих пор в три раза превышают посаженные в плужные борозды. Пониженный уровень развития саженцев в посадках по сплошной вспашке в 1957 г. обусловлен проникновением отрастающего на соседней площадке люпина многолетнего, который угнетающе действовал на посадки, особенно в последующие после первого годы.

Проведен также повторный учет роста саженцев в опыте К. М. Евсевича. Результаты учета (средние из двух повторностей) приведены в табл. 2.

Из данных таблицы видно, что и в семилетних культурах сосны остаются примерно те же закономерности их развития. Четко вырисо-

* Пути повышения продуктивности лесов. Сборник материалов всесоюзной конференции по повышению продуктивности лесов, Минск, 1966.

Таблица 2

Вариант посадки	Количество деревьев на опытных площадках	Полнота	Высота саженцев, см	Диаметр, см	Общая масса м ³	Годичный прирост, см
В плужные борозды	299	0,75	290	2,6	0,46	0,05
По сплошной вспашке	263	0,94	310	3,1	0,67	0,08
Люпин в междурядьях	264	0,96	308	3,1	0,64	0,07
По запашке						
торфа	213	0,86	288	3,2	0,62	0,05
НРК	282	0,86	288	3,2	0,70	0,08
люпина многолетнего	343	0,99	318	2,9	0,84	0,09
люпина однолетнего	361	1,00	335	3,1	0,95	0,11

вызывается преобладание по всем показателям, особенно по общей массе, лесокультур по сплошной вспашке. Одновременное с посадкой введение люпина многолетнего в междурядья несколько понизило развитие лесокультур. Посадка по запаханному торфу не дала заметного повышения роста культур и даже вызвала значительное понижение полноты. Посадка по запаханному полному минеральному удобрению и особенно по запаханному люпину показала лучшее развитие культур, главным образом по общей массе.

Таким образом, и из этого опыта отчетливо видно, что улучшенная подготовка почв перед посадкой отражается на развитии лесокультур длительное время. Исходя из этого вполне можно дать определенные рекомендации производству.

1. Практикуемую посадку леса в плужные борозды следует признать наименее удачной.

2. Значительно лучшие результаты дает посадка по сплошной вспашке, поэтому целесообразно было бы предварительно раскорчевывать лесосеки.

3. Весьма целесообразно перед посадкой семян запахивать, как и в сельскохозяйственной практике, минеральные удобрения. Усиленное производство минеральных удобрений раскрывает возможности их применения и в лесном хозяйстве.

4. Наиболее желательно и возможно вводить люпин однолетний путем запашки перед посадкой лесных культур.

5. Также полезно применять на запашку люпин многолетний, но в связи с его способностью отрастать после запашки и угнетать молодые лесопосадки необходимо применять специализированную обработку почв или прополки.

6. Полезно вводить люпин многолетний и в междурядья лесокультур, но только через 3—4 года после посадок леса, когда саженцы достигают достаточной высоты. При таком использовании многолетний люпин обогащает почвы органикой и элементами питания лесопосадок до смыкания крон, когда он начинает отмирать.

Поступила 12 декабря 1972 г.

УДК 634.0.5

РОСТ И САМОИЗРЕЖИВАНИЕ ПОРΟΣЛЕВЫХ ЛИПНЯКОВ БАШКИРИИ

П. А. СОКОЛОВ

Марийский политехнический институт

Выявлена динамика основных таксационных показателей порослевых липняков на серых лесных почвах, дано изменение числа гнезд с разным количеством стволов в них и среднее число стволов в гнезде в зависимости от среднего возраста древостоя.

В существующих таблицах хода роста порослевых липняков указывается общее количество стволов на 1 га без учета особенностей роста и взаимодействия деревьев в порослевом гнезде. Между тем гнездо, возникшее из поросли на пне материнского дерева, есть та первоначальная биогруппа, в которой наиболее ясно выражен процесс взаимодействия и взаимовлияния деревьев, в результате чего формируется древостой в целом.

Изучение процесса самоизреживания и строения древостоев в зависимости от количества деревьев в порослевом гнезде позволит более целенаправленно проводить рубки ухода в липняках для формирования лучших древостоев.

Для исследования роста и естественного изреживания липняков в Гафурийском лесхозе Башкирской АССР нами в содружестве с Поволжским лесоустроительным предприятием было заложено 12 пробных площадей с рубкой 240 деревьев. Доля участия липы в составе древостоя пробных площадей колеблется от 6 до 9 единиц, относительная полнота 0,7—0,9, возраст 17—92 года, класс бонитета III, почвы серые лесные оподзоленные суглинистые, склон 6—12°. В примеси клен, пльм, дуб, вяз. В живом напочвенном покрове преобладают сныть, копытень, крапива двудомная, ясменник, будра плющевидная, медуница, звездчатка.

Критерием отнесения древостоев к одному естественному ряду служила общность фитоценоза, почвенно-грунтовых условий, экспозиции и крутизны склонов.

При исследовании хода роста элемента леса по средней высоте и среднему диаметру использовали общеизвестные графические зависимости этих показателей от возраста древостоев, выражающиеся соответствующими графиками. Элементарный запас определяли путем деления общего запаса липы на ее абсолютную полноту. Выравненные значения элементарного запаса липы в зависимости от средней высоты умножали на выравненное число квадратных метров площадей сечений на 1 га, в результате чего был получен общий запас древостоя чистых липняков.

Динамика основных таксационных показателей липняков (весь древостой) на серых лесных почвах III класса бонитета приведена в табл. I.

Для выявления интенсивности самоизреживания древостоя с возрастом на пробных площадях учитывали число стволов в каждом по-

Возраст, лет	Средние		Сумма площадей сечения на 1 га, м ²	Запас на 1 га, м ³	Число стволов на 1 га, шт.	Число гнезд (числитель) и стволов в них			
	высота, м	диаметр, см				1	2	3	4
20	7,0	5,5	18,4	75	7667	11,5 1,9	11,5 3,8	12,5 6,2	12,5 8,2
30	10,4	8,7	22,8	122	3864	18,5 5,0	18,0 9,8	17,5 14,2	14,5 15,4
40	13,3	11,5	26,5	169	2548	24,5 7,8	21,5 13,7	18,0 17,2	13,5 17,2
50	15,6	14,4	29,4	212	1804	29,0 10,3	24,5 17,5	17,5 18,7	11,0 16,0
60	17,2	17,8	31,5	245	1265	34,0 13,6	25,5 20,4	17,5 21,0	10,5 16,8
70	18,2	20,6	32,8	267	985	38,0 16,9	27,0 23,9	17,5 23,3	9,5 16,8
80	19,1	22,7	33,9	287	837	42,5 20,8	28,0 27,5	17,0 25,0	8,5 16,6
90	19,7	24,3	34,7	302	748	46,0 24,5	29,5 31,4	16,0 25,5	7,5 15,9
100	20,2	25,6	35,3	314	685	49,5 28,4	31,0 33,5	15,0 25,8	4,5 10,3

послевого гнезде и составляли ряд процентного распределения гнезд по числу стволов в них. Для каждой пробной площади устанавливали сумму накопленных процентов с 1, 2, 3 и т. д. стволами в гнезде. Эти суммы накладывали на график: по оси абсцисс — средний возраст древостоев пробных площадей, по оси ординат — накопленные проценты.

Проведены плавные линии, с которых по десятилетиям взяты отсчеты накопленных процентов. После этого путем вычитания последующей суммы из предыдущей получали процент числа гнезд с данным количеством стволов по десятилетиям.

Наибольшее число деревьев в гнезде уменьшается с 44 шт. в 20-летнем древостое до 4 шт. в 100-летнем. Наиболее интенсивный отпад стволов в гнезде происходит до 30 лет. Так, в возрасте от 20 до 30 лет среднее число стволов в гнезде уменьшилось почти в 2 раза (6,1 и 3,7 шт.). Далее изреживание идет более равномерно — среднее число стволов закономерно уменьшается с 3,1 шт. в возрасте 40 лет до 1,7 шт. в возрасте 100 лет.

В 20-летнем древостое доля участия гнезд с числом стволов от 1 до 6 примерно одинакова (11—12,5%). С возрастом увеличивается и число гнезд с наименьшим числом стволов, и чем старше древостой, тем больше процент гнезд «сдвигается» в сторону наименьшего числа стволов в них. Так, если в 20-летнем древостое число гнезд с 1—2 стволами составляет 23%, то в 100-летнем — 80%.

Для изучения влияния числа деревьев в порослевом гнезде на средние таксационные показатели древостоя было сплошь срублено 213 деревьев липы в 92-летнем древостое полнотой 0,8. При обработке рядов распределения получены следующие средние таксационные показатели (табл. 2).

Следовательно, средние таксационные показатели в гнездах с 1—2 стволами оказались выше, чем с 3—5 шт. (кроме q_2).

Таблица 1

(знаменатель), % от общего количества, в зависимости от числа стволов в гнезде, шт.										Среднее число стволов в гнезде, шт.
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14—44	
11,5	11,0	8,5	6,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	5,0	6,1
9,5	10,8	9,8	7,9	4,4	4,1	3,6	3,0	2,1	25,0	
12,5	7,5	4,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	—	—	3,7
16,9	12,1	7,6	5,4	4,9	4,1	3,0	1,6	—	—	
10,0	5,5	3,0	2,0	1,5	0,5	—	—	—	—	3,1
15,9	10,5	6,7	5,1	4,3	1,6	—	—	—	—	
9,0	4,5	2,5	1,5	0,5	—	—	—	—	—	2,8
15,8	9,6	6,2	4,3	1,6	—	—	—	—	—	
7,0	3,5	1,5	0,5	—	—	—	—	—	—	2,5
14,0	8,4	4,2	1,6	—	—	—	—	—	—	
5,5	2,0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	2,2
12,2	5,3	1,6	—	—	—	—	—	—	—	
3,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0
8,6	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9
2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8

Таблица 2

Число стволов в гнезде	Средний диаметр ствола, см	Средняя высота ствола, м	Объем ствола, м ³	Текущий периодический прирост объема ствола, м ³	Коэффициент формы q_2	Средний выход деловой древесины из одного ствола, %
1—2	24,6 ± 0,4	19,8 ± 0,2	0,479 ± 0,019	0,074 ± 0,003	0,684 ± 0,004	30,6
3—5	23,0 ± 0,6	19,3 ± 0,2	0,394 ± 0,0022	0,064 ± 0,003	0,691 ± 0,006	28,0

Учитывая отмеченные особенности, при формировании липняков следует оставлять 2—3 дерева в гнезде к возрасту рубки.

Поступила 9 ноября 1972 г.

УДК 631.962.2

СОХРАННОСТЬ И РОСТ ДУБОВЫХ МОЛОДНЯКОВ РАЗЛИЧНОЙ ГУСТОТЫ НА ЮГЕ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

С. Х. ГИЗАТУЛЛИН

Львовский лесотехнический институт

Рассмотрены сохранность дубовых культур за 13—14-летний период роста при различной первоначальной густоте посева и посадки, а также влияние различной густоты деревьев на изменение таксационных показателей древостоев.

В системе лесокультурных и лесохозяйственных мероприятий по выращиванию биологически устойчивых лесонасаждений в степи один из важнейших элементов — установление оптимальной густоты насаждений. С ней связаны потребность в уходах за почвой в первые го-

ды, быстрота роста деревьев, начало и интенсивность рубок ухода, быстрота и высота очищения стволов от сучьев, величина сбига и др. Изучение этого вопроса постоянно привлекало внимание многих исследователей ([1]—[5], [7]—[9] и др.). Однако в практике степного лесоразведения дубовые насаждения до сих пор создают по различным типам и схемам размещения при густоте 3—30 тыс. на 1 га и более.

Мы исследовали сохранность дубовых молодняков и изменение таксационных показателей древостоев при различной первоначальной густоте посева и посадки на юге Одесской области. В двух лесничествах Одесского лесхозага были выбраны шесть участков лесных культур с главной породой дуб летний в возрасте 13—14 лет, отличающихся густотой посева и посадки (от 4,76 до 60,55 тыс. шт. на 1 га) — табл. 1.

Таблица 1

№ участка	Лесничество	№ квартала	Площадь, га	Год создания	Количество посевных (посадочных) мест, тыс. шт. на 1 га		
					всего	в том числе	
						дуба	сопутствующих пород
1	Красносельское	8	4,8	Осень 1957 г.	4,76	2,38	0,81
2	"	7	24,0	" 1956 г.	9,52	3,81	2,57
3	В-Долинское	2	7,7	Весна 1957 г.	9,52	4,76	0,95
4	"	1	34,0	" 1958 г.	14,90	13,41	1,49
5	"	1	10,5	" 1958 г.	16,65	16,65	—
6	"	4	2,0	" 1958 г.	60,55	55,10	5,45

Участки 1 и 2 расположены в подзоне «степь южная сухая» на темно-каштановых почвах. Лесорастительные условия здесь характеризуются по Бельгарду как сухой суглинистый тип СГ₀₋₁ (ксерофильный вариант типчаково-ковыльных степей). Участки 3, 4, 5 и 6 расположены в подзоне «степь южная» на слабогумусных южных черноземах. Тип лесорастительных условий сухой суглинистый — СГ₀₋₁ (мезофильный вариант типчаково-ковыльных степей).

Лесные насаждения на всех участках заложены по зяблевой пахоте на глубину 27—30 см. Агротехнические приемы выращивания лесных культур применялись обычные в данных условиях: 3—4-кратный ручной уход в рядах ежегодно в течение 3—4 лет и 4—5-кратная культивация и перепашка междурядий до полного смыкания кроны деревьев и кустарников — до 5—8 лет.

Рубок ухода за древостоем не проводили. Лишь на участках 1 и 2 в 1963—1964 гг. выполнена посадка на пенёк кустарников с вырубкой около 70% кустов.

Численность сохранившихся растений учитывали в конце второго года роста на основании материалов инвентаризации лесных культур, а в возрасте 13—14 лет путем закладки пробных площадок по три на каждом участке (не менее 250—300 деревьев на площадке). Результаты определения сохранности деревьев и кустарников приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, общая сохранность деревьев и кустарников на разных участках колебалась от 54,4 до 79,0%. Она снижалась по мере увеличения густоты насаждения, хотя четко выраженной зависимости при этом не наблюдалось. Даже при одинаковой первоначальной густоте культур (участки 2 и 3) в результате отпада разной интенсивности общее количество сохранившихся деревьев и кустарников существенно различалось. Наибольший отпад семян древесно-кустарниковых пород наблюдался в первые два года их жизни. В последующие 11—12 лет он заметно снизился. Отклонение от указанного положения на участке 2 вызвано дополнением культур, проведенным весной второго года роста, и низкой сохранностью дополненных семян в последующий период жизни лесных культур. На остальных участках дополнений не было.

Полученные данные показывают, что самый интенсивный отпад первоначально высаженных растений происходил в фазе приживания.

Таблица 2

Почвы	№ участка	Первоначальное количество посевных (посадочных) мест, тыс. шт. на 1 га	Приживаемость лесокультур в конце второго года роста, %	Количество деревьев и кустарников в год учета (сентябрь 1970 г.), тыс. шт. на 1 га	Общая сохранность культур, %	Отпад деревьев и кустарников, %	Из них	
							за первые два года роста	за последующие 11—12 лет роста
Темно-каштановые	1	4,76	73,3	3,26	68,8	31,2	26,7	4,5
	2	9,52	90,7	7,51	79,0	21,0	9,3	11,7
Южные черноземы	3	9,52	66,1	5,75	60,4	39,6	33,9	5,7
	4	14,90	64,0	8,73	58,7	41,3	36,0	5,3
	5	16,65	67,8	10,13	60,7	39,3	32,2	7,1
	6	60,55	63,4	32,96	54,4	45,6	36,6	9,0

Таблица 3

Почвы	№ участка	Состав	Количество стволов всех древесных пород, тыс. шт. на 1 га	Сомкнутость	Средний диаметр дуба, см	Средняя высота дуба, м	Сумма площадей сечения всех древесных пород, м ² на 1 га	Объем ствола среднего дуба, м ³	Общий запас стволовой древесины, м ³ /га
Темно-каштановые	1	10Д+Ор. гр; Пдл: Ск, Жим. тат	2,33	0,9	6,4	5,15	5,9170	0,0126	23,07
	2	6Д 3Лп 1Кл.о; Пдл: Кл. тат, Жим. тат	7,33	1,0	4,2	4,15	7,4997	0,0051	27,86
Южные черноземы	3	9Д 1Кл.о; Пдл: Кл. тат, Бер. евр	4,16	0,9	5,2	5,30	7,4311	0,0082	29,49
	4	10Д+Кл.о,ед. Грш, Чрш	8,84	0,9	3,9	4,35	10,1125	0,0043	39,02
	5	10Д	10,13	0,9	3,6	3,90	10,3356	0,0037	38,83
	6	10Д+Ор.гр.	32,96	1,0	2,2	3,20	12,3312	0,0013	35,76

Примечание. При определении таксационных элементов все стволы-двойники, ответвляющиеся ниже 1,3 м, учитывали отдельно.

Прижившиеся сеянцы, развиваясь, приспособились к условиям среды и приобрели некоторую устойчивость. Следовательно, рост дубовых молодняков в данных почвенно-климатических условиях, ввиду большого отпада сеянцев в первые годы жизни культур, определяется не столько первоначальным количеством посевных и посадочных мест, сколько количеством сохранившихся растений в конце фазы приживания.

Установленные в это время величины отпада сеянцев древесно-кустарниковых пород следует учитывать при выборе первоначальной густоты культур с тем, чтобы исключить трудоемкие ручные дополнения сеянцев, которые к тому же отличаются низкой сохранностью.

Таксационные элементы дуба и других древесных пород на исследуемых участках лесных насаждений определяли по общепринятой в лесной таксации методике. Перечет деревьев производили с помощью штангенциркуля по односантиметровым ступеням толщины с точностью ± 5 мм. Высоту деревьев измеряли мерной рейкой с точностью ± 5 см. Результаты определения таксационных показателей приведены в табл. 3.

Различная густота насаждений на обоих типах почв существенно отражается на изменении таксационных элементов дуба. Так, на участках 1 и 2 (темно-каштановые почвы) с увеличением густоты насаждения от 2,33 до 7,33 тыс. шт. на 1 га средний диаметр дуба уменьшается в 1,5 раза, средняя высота в 1,3 раза и объем ствола среднего дуба в 2,5 раза. Сумма площадей сечения древесных пород и общий запас стволовой древесины с увеличением густоты, наоборот, возрастают в 1,2—1,3 раза.

На южных черноземах (участки 3, 4, 5 и 6) с увеличением густоты насаждений от 4,16 до 32,96 тыс. шт. на 1 га средний диаметр дуба уменьшается в 2,4 раза, средняя высота в 1,7 раза и объем ствола среднего дуба в 6,3 раза. Сумма площадей сечения увеличивается в 1,7 раза. Запас стволовой древесины по мере увеличения густоты насаждения также возрастает. Однако здесь не наблюдается такой строгой закономерности. Но и в этом случае запас наименьший при самом редком произрастании деревьев (участок 3).

Данные табл. 3 показывают, что при различной густоте насаждения средняя высота древостоя изменяется меньше, чем средний диаметр. Это объясняется тем, что рост в высоту дуба, как и многих других древесных пород, в основном завершается в начале сезона (до того, как влажность почвы снижается до критического уровня), в то время как рост дерева по диаметру начинается только после полного облиствения и продолжается в течение всего лета. На такую особенность сезонного роста деревьев указывают А. П. Тольский [11], П. Крамер и Т. Козловский [6], В. В. Смирнов [10] и др.

Итак, полученные нами данные об изменении таксационных показателей дуба в зависимости от различной густоты насаждений показывают, что при относительно редком произрастании деревьев на обеих почвенных разностях дуб растет быстрее, чем при более густом.

В то же время запас стволовой древесины в густых культурах был выше. Это, по-видимому, происходит в результате как более продуктивного использования почвы большим количеством деревьев в начальный период роста насаждений, так и возрастания доли участия ствола в общей биомассе дерева в густых смолоду насаждениях.

Однако основная цель защитного лесоразведения заключается не в получении максимального количества стволовой древесины с 1 га, а в создании биологически устойчивых насаждений, способных выполнять свои защитные функции. Поэтому предпочтение надо отдать бо-

лее редким культурам при условии обеспечения надлежащего ухода за почвой до начала смыкания крон. При этом обеспечивается лучший рост деревьев и создаются условия для усиленного разрастания крон, что, по высказыванию Г. Н. Высоцкого, является надежным фактором жизнеспособности лесных насаждений в засушливой степи.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. Е. Березюк. О густых посадках сосны. Труды Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства, т. II, Казахгосиздат, Алма-Ата, 1959. [2]. Г. Н. Высоцкий. Избранные сочинения. Т. I и II, М., 1962. [3]. А. Г. Гаель. О некоторых назревших вопросах облесения песков юго-востока. Облесение и сельскохозяйственное использование Нижнеднепровских песков. Материалы научной конференции, изд. УАСХН, Киев, 1962. [4]. Е. Д. Годнев. Густота культур сосны как фактор их устойчивости. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1957. [5]. С. Я. Краевой. Эколого-физиологическое обоснование первоначальной густоты посадки лесонасаждений в полупустыне. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 2, 1963. [6]. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений (перевод с английского), Гослесбумиздат, М., 1963. [7]. Д. Д. Лавриненко. Створення лісових культур у дібровах України. Вид. «Урожай», Київ, 1970. [8]. Г. Ф. Морозов. Избранные труды. Т. II, М., 1971. [9]. В. И. Рубцов. К вопросу о первоначальной густоте лесных культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1957. [10]. В. В. Смирнов. Сезонный рост главных древесных пород. М., 1964. [11]. А. П. Тольский. К вопросу о влиянии метеорологических условий на развитие сосны в Бузулукском бору. Труды по лесному опытному делу в России, вып. 47, 1913.

Поступила 26 июня 1972 г.

УДК 634.0.52

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ МАЛОМЕРНЫХ СОСЕНОК

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Архангельск

Показана возможность вычислять объемы стволиков сосны высотой от 40 см до 2 м как объемы тел, образуемых вращением кривых вида $y^2 = kx^m$ вокруг оси абсцисс, пользуясь тремя измерениями: высотой стволика и двумя его диаметрами (на половине высоты и у шейки корня). Точность вычисления объема отдельного стволика составила 12—14%, а суммарного запаса для совокупности 100 деревьев — 0,2—0,3%.

Пользуясь математической моделью, описанной нами ранее [2], мы попытались применить кривую $y^2 = kx^m$ для вычисления объемов маломерных стволиков сосны. Рассматривая объем стволика v как объем тела, образуемого указанной кривой при вращении ее вокруг оси абсцисс, получим

$$v = \frac{k\pi}{m+1} \cdot H^{m+1},$$

где H — высота стволика.

Выразив величину k через переменные уравнения кривой, будем иметь

$$k = \frac{y^2}{x^m} = \frac{D^2}{4H^m},$$

где D — диаметр у основания стволика.

Таким образом, рабочая формула для вычисления объема стволика принимает вид

$$v = \frac{\pi}{4(m+1)} \cdot D^2 \cdot H.$$

При помощи ЭВМ для заданного набора величин m , D и H были получены соответствующие объемы, которые назовем теоретическими v_t . Ранее [1] по сложной стереометрической формуле были вычислены фактические объемы стволиков v_f . Сопоставление этих двух величин позволяет оценить, насколько плодотворна аппроксимация объемов стволиков объемам тел вращения с различными показателями m и такими же размерами по высоте и диаметру.

В данной работе использованы показатели измерений тех же 103 стволиков сосны из Архангельской области и Коми АССР, о которых шла речь в другой нашей статье [2].

Обработав отношения v_f/v_t , мы получили следующие статистические величины: средняя арифметическая $M = 100,1$; средняя ошибка $m = 0,59$; среднее квадратическое отклонение $\sigma = 5,93$; коэффициент вариации $C = 5,93\%$; показатель точности $p = 0,59\%$.

Так как меры крутости и косости оказались несущественными, то, пользуясь таблицей значений нормальной кривой, мы нашли, что в пределах 5% отклонений от средней укладывается 60% всех вариантов, в пределах 10% — 91%. Принимая 95%-ный уровень вероятности, можно ручаться за точность определения индивидуальных объемов в $\pm 12\%$.

Фактические и теоретические объемы тесно связаны: коэффициент их корреляции оказался равным $0,992 \pm 0,002$.

Все названные статистические величины вычислены при условии, что высоты стволиков измерены в целых сантиметрах. Однако такая большая точность измерений может быть излишней. Для проверки этого предположения все вычисления были повторены при округлении высот до целых дециметров. При этом были получены следующие результаты вычислений: среднее арифметическое $M = 100,5$; средняя ошибка $m = 0,71$; среднее квадратическое отклонение $\sigma = 7,19$; коэффициент вариации $C = 7,15\%$; показатель точности $p = 0,74$; коэффициент корреляции $r = 0,992 \pm 0,002$. Количество вариантов в пределах 5% отклонений от средней — 57%, в пределах 10% — 84%. Точность определения объемов при вероятности 95% — 14%.

Суммарный объем всех 103 стволиков по непосредственному вычислению (на основании сложной формулы срединных сечений или формулы В. К. Захарова по 10 отрубкам) оказался равным 10873 см^3 ; по формуле $v = \frac{\pi}{4(m+1)} \cdot D^2 H$ он выражается числами 10904 см^3 (при измерении высот в целых сантиметрах) и 10914 см^3 (при округлении высот до целых дециметров). Таким образом, формула дала отклонения в суммарном объеме всего в 0,2—0,3%.

Итак, можно сделать вывод, что математическая модель маломерного стволика сосны $y^2 = kx^n$ дает не только хорошее описание сбегая [2], но и обеспечивает определение индивидуальных объемов с хорошей точностью. Это позволяет оценивать самые молодые куль-

Таблица 1

q_{2a}	m	q_{2a}	m	q_{2a}	m
0,906	0,3	0,683	1,1	0,518	1,9
0,874	0,4	0,660	1,2	0,500	2,0
0,842	0,5	0,637	1,3	0,483	2,1
0,812	0,6	0,616	1,4	0,467	2,2
0,784	0,7	0,595	1,5	0,451	2,3
0,758	0,8	0,573	1,6	0,435	2,4
0,732	0,9	0,555	1,7		
0,707	1,0	0,536	1,8		

туры или естественные молодняки сосны с высотами от 40 см до 2 м не только по высотам и числу деревьев, но и по запасу. Для вычисления запаса необходимо [1] сделать перечет деревьев на пробной площади или ленте с измерением высот в дециметрах, диаметров у шейки корня и на половине высоты в целых миллиметрах. По двум последним измерениям определяем абсолютный коэффициент формы q_{2a} , а по нему показатель степени уравнения m (табл. 1).

Число модельных (или учетных) деревьев определяется принятым в лесной таксации соотношением

$$n = \frac{C^2}{p^2}$$

Поскольку в нашем случае $C = 7,15\%$, то для определения запаса с точностью 2% следует взять от каждой ступени высоты по 13 учетных деревьев; при $p = 5\%$ это число снизится до 2. Таким образом, даже при небольшом числе учетных деревьев можно достичь высокой точности в определении запаса в маломерных сосновых молодых древостоях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. И. Войчаль. О вычислении объемов сосенок, не достигших высоты груди. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1971. [2]. П. И. Войчаль. Математическая модель стволика маломерной сосны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1972.

Поступила 7 августа 1972 г.

УДК 581.143.6

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ К ПРОЛИФЕРАЦИИ КЛЕТОК СМОЛЯНЫХ ХОДОВ ВЕТВЕЙ И ЗАБОЛОНИ СТВОЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В КУЛЬТУРЕ ТКАНИ

Н. Ю. КОНДРАШЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

Изучалась способность к пролиферации *in vitro* смоляных ходов заболони ствола сосны обыкновенной. Установлено, что эта способность не зависит от места взятия образца (на протяжении ствола) и от испытанных концентраций физиологически активных добавок.

При культивировании в искусственных условиях *in vitro* отрезков ветвей сосны обыкновенной каллус способны образовывать не только клетки листовых следов, живые клетки сердцевинны, камбий, паренхима луба и коры, но и выстилающие клетки смоляных ходов [2], [3]. Однако по неопубликованным данным М. В. Барчуковой, на образцах заболони ствола сосны размером $1,5 \times 1,5 \times 2,0$ см в культуре *in vitro* пролиферация клеток эпителия смоляных ходов полностью отсутствует. Между тем, не лишен интереса вопрос о том, обладают ли клетки смоляных ходов заболони ствола способностью к пролиферации и утрачивается ли эта способность с возрастом. Поэтому мы в опыте определяли способность к пролиферации смоляных ходов заболони ствола в зависимости от их расположения по высоте ствола и от концентрации физиологически активных добавок в питательной среде.

Объектами опыта были образцы заболони ствола и ветви сосны обыкновенной IV класса возраста, срубленной в Рошинском лесхозе Ленинградской области (тип

леса — ельник-черничник). Образцы для опыта были взяты 29 февраля 1972 г. Из шести точек по высоте ствола (у вершины, в середине кроны, в месте окончания кроны, в середине ствола, на высоте груди и у комля) были выпилены диски толщиной 2,0—2,5 см. После стерилизации в растворе тетрациклина с нистатином (3/4 таблетки аптечного препарата на 0,5 л воды) с дисков в стерильных условиях снимали кору и выкалывали образцы заболони последних 4—5 лет. Размер образцов $(0,5 \div 0,7) \times (0,5 \div 0,7) \times (2,0 \div 2,5)$ см. Кроме образцов заболони объектами опыта были ветви этого же дерева 1, 2, 3, 4, 5 лет, очищенные от коры. Все образцы помещали в колбы на искусственную питательную среду. Состав питательной среды: макро- и микроэлементы по Мурасиге и Скугу [1], физиологически активные вещества (пиридоксин-НСI 0,5 мг/л, тиамин-НСI 0,5 мг/л, гликокол 2 мг/л, никотиновая кислота 0,5 мг/л, мезоинозит 100 мг/л, гидролизат казеина 100 мг/л), 2%-ная сахароза и 0,7%-ный агар-агар. В основную питательную среду входили физиологически активные добавки в следующих вариантах: 1— α -нафтилуксусная кислота (НУК) 2 мг/л + кинетин 2 мг/л; 2—НУК 5 мг/л + кинетин 1 мг/л; 3—НУК 5 мг/л + кинетин 2 мг/л; 4—НУК 5 мг/л + кинетин 3 мг/л; 5—НУК 10 мг/л + кинетин 2 мг/л; 6—НУК 10 мг/л + кинетин 5 мг/л; 7—2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) 1 мг/л; 8—2,4-Д 5 мг/л.

Повторность каждого варианта опыта пятикратная. Всего испытано 240 образцов заболони ствола и 200 образцов ветвей. Колбы с опытными образцами в течение опыта находились в термостате при температуре $+24^{\circ}\text{C}$ в темноте. Продолжительность опыта — 60 дней. Наблюдения за образованием каллуса были затруднены (ввиду его очень небольших размеров), поэтому регистрировали только начало пролиферации (день появления каллуса), а по окончании опыта подсчитывали общее число смоляных ходов на радиальной и тангенциальной поверхностях образцов заболони ствола и количество пролиферирующих ходов. Начало пролиферации смоляных ходов ветвей и вершины ствола было отмечено на 10-й день, ходов заболони ствола — на 12—19-й, а в вариантах 6 и 8 — на 27-й день опыта.

Установлено, что смоляные ходы заболони ствола сосны в искусственной культуре способны к пролиферации, независимо от места взятия образца и вида физиологически активных добавок. Пролиферация смоляных ходов ветвей идет интенсивно как на торце образца, так и на его боковой (тангенциальной) поверхности (где кроме смоляных ходов в образовании каллуса участвуют камбиальные клетки и клетки лубяной паренхимы, которые при очищении ветвей от коры удаляются не полностью, и где каллус в большинстве случаев покрывает боковую поверхность сплошь). Смоляные ходы заболони ствола на торце пролиферируют незначительно, образование каллуса на торце наблюдалось только у шести образцов (в вариантах опыта 1, 2, 4, 5,

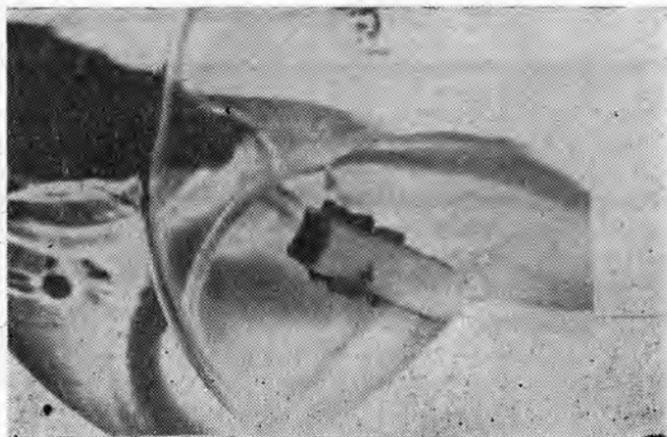


Рис. 1.

7 и 8), причем пролиферация была слабой. На торцах же ветвей и вершины она настолько интенсивна, что каллусы отдельных ходов быстро слились, образовав шапку. Пролиферация смоляных ходов ствола шла, в основном, вдоль ходов, обнаженных при выкалывании образца, то есть по радиальной и тангенциальной поверхностям (рис. 1, вариант 2). В большинстве случаев пролиферация была интенсивнее на радиальной поверхности образца, чем на тангенциальной.

Проделанная работа позволяет заключить, что клетки эпителия смоляных ходов заболони ствола способны к пролиферации *in vitro*. Эта способность наиболее резко проявляется в ветвях и вершине ствола, где ходы образованы молодым (онтогенетически) камбием. В образцах заболони ствола она ниже, но не зависит от онтогенетического возраста образца и испытанных концентраций физиологически активных добавок (лишь в вариантах 4 и 7 пролиферация была близка к оптимальной).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. Г. Бутенко. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. Изд-во «Наука», М., 1964. [2]. Э. А. Быченкова. Некоторые данные о специфическом синтезе смол в каллусах (пролифератах) сосны обыкновенной. Сб. «Культура изолированных органов, тканей и клеток растений», изд-во «Наука», М., 1970. [3]. Э. А. Быченкова, А. А. Яценко-Хмелевский. Специфичность структуры и функции в норме и в пролифератах *in vitro*. Сб. «Культура изолированных органов, тканей и клеток растений», изд-во «Наука», М., 1970.

Поступила 12 июня 1972 г.

УДК 634.0.181.21

ГУСТОТА ДРЕВОСТОЕВ РАЗНЫХ ПОРОД КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СВЕТОТРЕБОВАТЕЛЬНОСТИ ДЕРЕВЬЕВ

Б. П. СОЛОВЬЕВ
ВНИИЛМ

Утверждается, что разница в густоте сомкнутых чистых одинаковых по возрасту древостоев с одинаковыми по высоте и диаметру средними деревьями — лучший показатель требовательности древесных пород к свету. В соответствии с густотой таких древостоев дана шкала требовательности деревьев разных пород к свету.

На основе таблиц хода роста сомкнутых древостоев доказывается, что светотребовательность деревьев меняется с возрастом и зависит от почвенно-грунтовых условий.

Современные сведения о требовательности к свету деревьев разных древесных пород противоречивы. Например, в шкале М. К. Турского ель менее теневынослива, чем пихта, в шкале Н. С. Нестерова — наоборот. То же можно сказать и относительно березы, ясеня. По шкале Я. С. Медведева пихта более теневынослива, чем тисс, по шкале В. Н. Любименко менее требователен к свету тисс [2]. В литературе эти противоречия не объяснены. Есть и другие разногласия. Так, утверждают, что густые древостой образуются из теневыносливых пород, редкие — из светолюбивых. Во всех шкалах требовательности к свету сосна относится к более светолюбивым породам, чем бук, липа и дуб, тогда как в возрасте 40 лет, при одинаковых диаметрах средних деревьев, в сомкнутом (нормальном) сосновом древостое на 1 га растет 2800 деревьев (господствующая часть насаждения в таблицах хода роста, в буковом — 1843, липовом — 1858 и дубовом — 1653

Таблица 1

Порода	Возраст, лет	Класс бонитета	Диаметр ствола среднего дерева, см	Число стволов на 1 га	Процент стволов относительно сосны	Средний процент стволов за 3 последних возраста относительно сосны	
Береза [6, табл. 130]	30	II, 2	10,8	2156	77	75	
	40	II, 3	14,1	1435	74		
	60	II, 1	20,5	802	75		
	80	I, 8	26,2	553	76		
Ольха черная [6, табл. 135]	30	II, 7	10,7	2046	73	84	
	40	II, 3	14,2	1483	76		
	60	I, 8	20,7	909	84		
	80	I, 7	26,3	665	92		
Осина [6, табл. 128]	30	II, 3	10,8	2413	86	95	
	40	II, 2	14,1	1606	83		
	60	I, 7	20,6	969	91		
	80	I, 3	26,1	807	111		
Граб [6, табл. 127]*	30	II, 0	10,2	2750	98	96	
	40	II, 0	13,9	1760	91		
	60	II, 0	19,5	1085	101		
Лиственница [3, табл. 90]	30	IV, 3	10,8	2450	88	58	
	40	IV, 1	14,2	1413	72		
	60	III, 7	20,8	596	56		
	80	III, 6	26,5	337	46		
Ясень [3, табл. 77]	30	I, 2	10,9	2270	81	72	
	40	I, 5	14,2	1496	77		
	60	I, 7	20,8	749	70		
	80	I, 7	26,1	505	70		
Дуб [1, табл. 50]	30	Ia, 6	10,9	2571	92	83	
	40	Ia, 9	14,3	1653	85		
	60	I, 5	20,6	890	83		
	80	II, 0	26,2	578	80		
Бук [1, табл. 63]	30	Ia, 0	9,6	3247	116	94	
	40	Ia, 3	14,1	1843	95		
	60	I, 3	20,5	1017	95		
	80	I, 8	26,0	672	93		
Липа [4, табл. 120]	30	I, 0	10,8	2863	102	96	
	40	II, 0	14,1	1858	96		
	60	II, 4	20,7	1012	95		
	80	II, 4	25,9	705	97		
Сосна [6, табл. 113]	30	II, 0	10,8	2800	100	100	
	40	II, 0	14,2	1940	100		
	60	II, 0	20,6	1070	100		
	80	II, 0	26,0	725	100		
Пихта [3, табл. 89]	30	В таблице нет Ia класса бонитета, нет нужных диаметров					134
	40						
	60	I, 2	20,7	1428	133		
	80	II, 0	25,8	985	136		
Ель [6, табл. 119]	30	Ia, 0	10,4	4120	147	142	
	40	Ia, 5	13,9	2794	144		
	60	I, 0	20,3	1509	141		
	80	I, 3	25,8	1026	141		

* Лучших таблиц нет, для 80 лет в таблице нет данных.

(табл. 1). Все это позволяет считать малоизученными взаимоотношения между лесом и светом.

Результаты физиологических экспериментов с деревьями и тем более с их частями (листьями) не могут дать правильного представле-

ния о требовательности разных пород к свету. Если лист или хвоя лиственницы живут один сезон, то хвоя ели, пихты и сосны живет 3—4 года, и можно утверждать, что ассимиляция у хвои разного возраста различна. Она зависит от возрастной стадии хвои и от места в кроне. Но самое главное, в понятие освещенности в лесу человек часто вкладывает свое визуальное восприятие солнечного света, свойственное устройству его глаз. Но подобно тому, как насекомые воспринимают иной спектр солнечного света, чем глаза человека, разные породы деревьев используют различный спектр света и с различной результативностью. Это подтверждается произрастанием лесов с несколькими ярусами деревьев, наличием подлеска, тем, что, например, древостой сосны II,0 класса бонитета к возрасту 80 лет (при диаметре среднего ствола 26,0 см) имеют общую производительность 730 м³, а древостой бука, растущие на лучших почвах, I,8 класса бонитета (при том же диаметре среднего ствола) — 582 м³.

Шкала требовательности разных пород к свету может быть составлена по результатам сравнения густоты сомкнутых чистых древостоев, имеющих одинаковые возраст и диаметр стволов средних деревьев.

В своих исследованиях автор исходил из того, что в полных древостоях разных пород и классов бонитета, имеющих одинаковый возраст и диаметр ствола среднего дерева, процентное распределение стволов по ступеням толщины одинаково, хотя число стволов (густота) различно [5]. Если деревья одинаковые, но древостой одних пород гуще, а других реже, значит, деревья одних пород более теневыносливы, а других — менее теневыносливы.

Разница в числе стволов у древостоев с одинаковыми деревьями — доказательство качественного и количественного различия в требовательности к свету у деревьев разных пород, показывающее, какая порода и насколько теневыносливей другой.

В табл. I показана разная густота произрастания деревьев разных пород в чистых сомкнутых древостоях семенного происхождения, одинаковых по возрасту и имеющих одинаковые или очень близкие по величине диаметры средних деревьев. Приведенные таксационные показатели древостоев взяты из таблиц хода роста полных сомкнутых насаждений. При значительном различии диаметров средних деревьев древостоев разных пород одного возраста и класса бонитета в этих таблицах, автор интерполировал таксационные показатели соседних классов бонитета и только после этого вносил в таблицу.

Существующие шкалы требовательности разных пород к свету составлены безотносительно к возрастам деревьев. Анализ табл. I показывает, что если не учитывать возраст древостоев, то результаты исследований различий в светотребовательности деревьев разных пород могут быть противоречивыми. Это и получилось у предшествующих исследователей. Из таблицы следует, что у древесных пород с разной продолжительностью жизни с увеличением возраста изменения требовательности к свету различны. Такие породы, как береза, ольха, осина, граб с возрастом становятся менее требовательными к свету, так как густота их древостоев повышается по сравнению с сосновыми древостоями; повышение сопровождается увеличением класса бонитета. Породы с большей продолжительностью жизни, наоборот, с возрастом повышают требовательность к свету. В древостоях ясеня, дуба, пихты, ели и долгожителей других пород с возрастом густота понижается по сравнению с сосновыми древостоями; понижение сопровождается уменьшением класса бонитета. Это позволяет утверждать, что между древостоями долгожителей и деревьев с более корот-

кой жизнью имеются глубокие биологические различия. Лиственница соединила особенности пород с разной продолжительностью жизни. С одной стороны, густота древостоев лиственницы с возрастом понижается (относительно сосны), с другой стороны, это понижение сопровождается повышением класса бонитета (высоты деревьев). Анализ табл. 1 показывает, что требовательность древесных пород к свету изменяется в определенном порядке. Место, занимаемое каждой древесной породой среди других, близких по долговлетию, к 40 годам в шкале светотребовательности оказывается постоянным, то есть качественное различие пород по светотребовательности после 40 лет не меняется. В 30 лет, когда формирование древостоев не всегда еще бывает закончено, густота их, а значит и светотребовательность не являются определяющими и зависят от числа и характера размещения молодых деревьев по площади.

Если светотребовательность разных древесных пород выразить через светотребовательность одной породы, например, сосны, то можно получить и количественный показатель различий в светотребовательности разных пород. В табл. 1 показано такое количественное (в %) различие в требовательности пород к свету в разные возрасты по отношению к требовательности сосны. Дано также усредненное за последние 3 возраста различие в требовательности разных пород к свету (в %) относительно требовательности сосны. Последний показатель положен в основу шкалы требовательности древесных пород к свету (табл. 2).

Таблица 2

Порода	Требовательность относительно сосны, %	Порода	Требовательность относительно сосны, %
Лиственница	58	Осина	95
Ясень	72	Граб	96
Береза	75	Липа	96
Дуб	83	Сосна	100
Ольха черная	84	Пихта	134
Бук	94	Ель	142

Шкала показывает, как велик диапазон различий в светотребовательности у деревьев разных пород.

Известно общее положение, что на лучшей почве светолюбие, или светотребовательность растений уменьшается, на худшей — увеличивается. Но не все лесоводы считают этот вывод доказанным в части, касающейся леса, и полагают необходимым проверить его опытным путем [2].

Для установления этой зависимости лесоводы могут воспользоваться очень хорошим косвенным признаком — разной густотой древостоев. Если сравнить густоту произрастания сомкнутых (нормальных) древостоев одной породы, имеющих одинаковые диаметры средних

Таблица 3

Класс бонитета	Диаметр среднего ствола, см	Возраст, лет	Число стволов на 1 га	Запас стволовой древесины в господствующей части, м ³	Объем одного ствола, м ³
I	28	73	719	503	0,70
II	28	88	645	456	0,71
III	28	111	591	403	0,68

деревьев, но разные классы бонитета, то окажется, что с ухудшением почвенно-грунтовых условий густота древостоев уменьшается, и для ассимиляции как целых древостоев, так и каждого дерева потребуется большее освещение, то есть светотребовательность деревьев увеличивается (табл. 3, [6, табл. 113]).

Из таблицы видно, что снижение запасов древесины в древостоях одной и той же породы при ухудшении условий произрастания леса происходит не в результате уменьшения среднего объема ствола одного дерева, а вследствие уменьшения числа стволов. Этот вывод имеет большое практическое значение. Он утверждает, что при выращивании древостоев целевого назначения — с заданным диаметром среднего ствола в возрасте главной рубки, в условиях, где рубки ухода не проводятся, число деревьев на площади в молодом возрасте должно быть оставлено тем меньше, чем хуже почвенно-грунтовые условия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Б. Козловский, В. М. Павлов. Справочник «Ход роста основных лесообразующих пород СССР». Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [2]. В. Г. Нестеров. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.—Л., 1954. [3]. М. М. Орлов. Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов. Изд. восьмое, М.—Л., 1931. [4]. Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. Справочник таксатора. Гослесбумиздат, М.—Л., 1952. [5]. А. В. Тюрин. Таксация леса. Гослестехиздат, 1945. [6]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропаев. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956.

Поступила 21 августа 1972 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 621.4

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ
ГАЗОВОГО ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В. Д. КОНЫШЕВ

Уральский лесотехнический институт

Приведены некоторые результаты исследования теплового состояния газового тракторного двигателя. Выбран оптимальный уровень форсирования двигателя при переводе на газ с учетом его экономичности. Получены сравнительные данные о тепловом состоянии двигателя при работе на газе и дизельном топливе, исходные данные для увеличения производительности системы охлаждения газового двигателя. Выявлена зависимость теплонапряженности деталей газового двигателя от состава смеси.

Проведенные ранее испытания* показали, что дизель Д-75Т-АТ является хорошей базой для создания газовой модификации тракторного двигателя. Полученный путем сравнительно небольших переделок газовый двигатель с искровым зажиганием почти не уступает дизельному по экономичности и значительно превосходит его по мощности. Увеличение мощности двигателя без повышения номинального числа оборотов находится в прямой зависимости от количества тепла, вводимого в цилиндры с горючей смесью, благодаря чему имеет место форсирование двигателя по величине среднего эффективного давления. Повышение количества тепла, поступающего в двигатель, приводит к соответствующему увеличению теплового потока в стенки деталей. Кроме того, перевод двигателя на жидкое топливо сопровождается более плавным изменением давления за цикл, увеличением продолжительности видимого горения, значительным снижением степени сжатия, отсутствием дополнительных вихрей от струи впрыскиваемого топлива и др. Все это является причиной изменения общего теплового состояния двигателя и температурного уровня его деталей, от которых зависят мощность, экономичность, долговечность и надежность двигателя. Для более полной оценки целесообразности и возможности перевода дизеля на питание газом необходимо знать, как это скажется на температурном состоянии его деталей с точки зрения надежности и долговечности.

Для проведения исследований дизеля Д-75Т и его газовой модификации была оборудована экспериментальная установка с универсальным электротормозным стендом КИ-1363Б, оснащенная приборами для замера расхода воздуха, топлива, охлаждающей воды, угла опережения зажигания, температуры выхлопных газов и деталей двигателя.

Термометрировали гильзы первого и четвертого цилиндров и головку блока двигателя. Основное внимание уделяли термометрированию гильзы первого цилиндра, так как она находится в наиболее неблагоприятных с точки зрения равномерности охлаждения условиях. Хромель — копелевые термометры устанавливали в гильзе по

* Ш. М. Гохман, Н. А. Гуцелюк, В. Д. Конышев, Н. Н. Стратонович. Работа двигателя Д-75Т на сжиженном газе. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1972.

четырем образующим (в двух взаимно перпендикулярных плоскостях) и в четырех поясах по высоте. Первый и третий пояса соответствовали положению верхнего кольца поршня при прохождении им ВМТ и НМТ. В гильзе четвертого цилиндра термопары были установлены в поясе, соответствующем второму поясу гильзы первого цилиндра (на расстоянии, равном половине хода поршня).

Расположение термопар в нижней плите головки блока двигателя (зона первого и второго цилиндров) показано на рис. 1. Всего в головке блока газового двигателя было установлено 14 термопар. Показания термопар регистрировались автоматическими потенциометрами типа ЭПП-09 и переносным потенциометром ПП-63. Температура выхлопных газов замерялась хромель — алюмелевыми термопарами и регистрировалась на автоматическом самопишущем милливольтметре. Для питания применяли дизельное топливо марки Д по ГОСТу 305—62 и технический пропан по ГОСТу 10196—62.

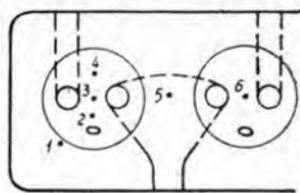


Рис. 1.

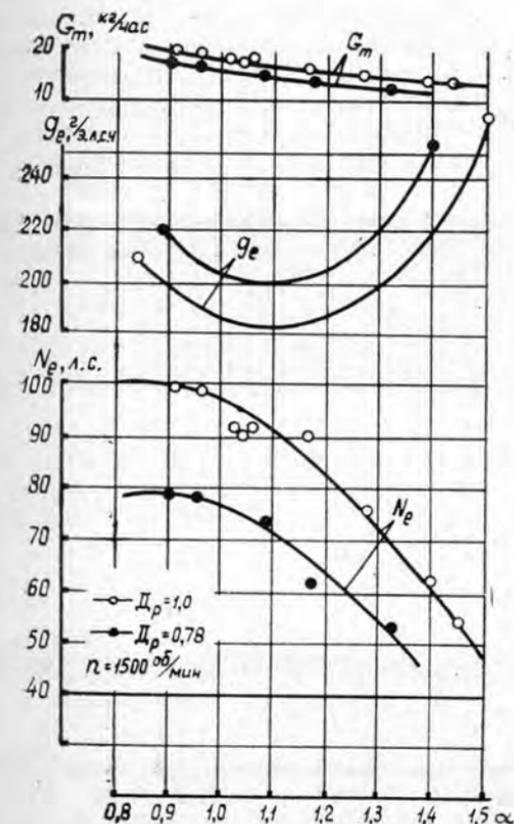
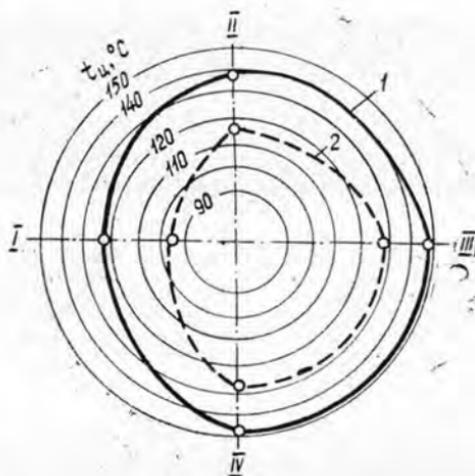
Рис. 2.
Др — степень открытия дроссельной заслонки.

Рис. 3.

1 — газовый двигатель; 2 — дизель.

Оптимальный уровень форсирования двигателя при переводе на газ был определен по результатам снятия регулировочных характеристик по составу смеси (рис. 2). В качестве номинального выбран режим максимальной экономичности. Основные показатели двигателя на этом режиме работы, а также их номинальные значения для дизеля Д-75Т-АТ приведены в табл. 1.

По сравнению с дизелем увеличение мощности газового двигателя составило 18% при ухудшении экономичности (в тепловых единицах) всего на 3,5%.

Температурное состояние деталей дизеля и газового двигателя сравнивали по результатам термометрирования гильз цилиндров и го-

Двигатель	Показатели работы								
	N_e , л. с.	P_e , кг/см ²	g_e , г/л.л.с.ч	g'_e , ккал.л.л.с.ч	η_e , %	α	η_V	Θ , ° п. в.	$t_{\text{выкл}}$, °С
Д-75Т-АТ	78	6,27	185	1920	32,7	1,53	0,825	9	530
Газовый	92	7,41	182	1990	31,3	1,08	0,775	33	625

Примечание. N_e — эффективная мощность двигателя; P_e — среднее эффективное давление; g_e — удельный расход топлива; g'_e — удельный расход тепла; η_e — эффективный к. п. д.; α — коэффициент избытка воздуха; η_V — коэффициент наполнения; Θ — угол опережения зажигания (впрыска); $t_{\text{выкл}}$ — температура отработавших газов.

ловки блока на номинальных режимах работы. Температурное поле гильзы первого цилиндра в верхнем поясе показано на рис. 3. Для дизеля оно характеризуется большой неравномерностью и низким значением минимальной температуры. Это вызывает, кроме температурных напряжений, интенсивный коррозионный износ и значительную его неравномерность. При работе двигателя на сжиженном газе максимальная температура гильзы возросла на 19°С (на 15%), а неравномерность распределения температуры снизилась от 32 до 23°С (на 28%). Характер распределения температуры по образующим гильзы при работе на газе и дизельном топливе аналогичен. Перепад температуры по высоте гильзы практически не изменился.

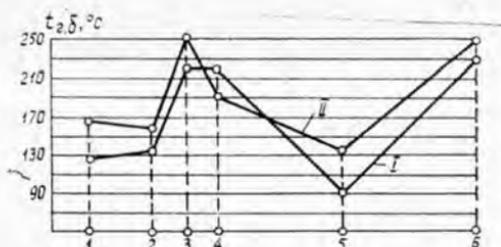


Рис. 4.
I — газовый двигатель;
II — дизель; 1-6 — точки замера.

Температурное поле нижней плиты головки блока $t_{r,6}$ в зоне первого и второго цилиндров показано на рис. 4. Максимальная замеренная температура снизилась от 250 до 225°С (на 10%); температура клапанной перемычки первого цилиндра — на 32°С (на 12,8%). Максимальное снижение температуры зарегистрировано в зоне, не омываемой газами (во впускном канале), и составило 45°С, или 33%. Произошло выравнивание температуры отдельных точек головки блока внутри цилиндра, что привело к снижению максимальной величины температурных градиентов в теле плиты от 38,8 до 35,8 °С/см, то есть почти на 8%. Более равномерное распределение температуры по поверхности деталей газового двигателя объясняется изменением характера движения свежего заряда и струи перетекающих газов в цилиндре газового двигателя (вследствие отсутствия впрыска топлива и увеличения выходного отверстия вихрекамеры).

Температура деталей при работе двигателя со стандартной (тракторной) системой охлаждения резко возрастает по сравнению с их температурой при работе газового двигателя со стеновой системой охлаждения. Так, средняя температура внутренней поверхности гильзы четвертого цилиндра увеличилась от 114,5 до 139°С (на 21%), а

перепад температуры по толщине гильзы — от 13,5 до 17,5°C, или на 29,5%. Перепад температуры по высоте гильзы первого цилиндра на номинальном режиме работы возрос на 13°C (на 27,5%). Температура отработавших газов двигателя повышается до 700—725°C, выпускной коллектор перегревается. Увеличить угол опережения зажигания с целью снижения температуры отработавших газов оказалось невозможным из-за возникновения детонации.

В результате теплосбалансных испытаний были получены данные о теплоотдаче в охлаждающую воду при работе двигателя на дизельном топливе и сжиженном газе. При работе газового двигателя с $N_e = N_{e \text{ диз}} = 78$ л. с. количество тепла, отводимого с охлаждающей водой, увеличилось от 39 300 до 42 000 ккал/час (на 6,5%). При работе газового двигателя с $N_e = 90$ л. с. теплоотдача в воду возросла до 46 000 ккал/час (на 17%). Несоответствие относительного увеличения мощности газового двигателя (на 15%) и теплоотдачи в охлаждающую воду (на 9,5%) объясняется тем, что одновременно уменьшаются коэффициент избытка воздуха (от $\alpha = 1,22$ при $N_e = 78$ л. с. до $\alpha = 1,1$ при $N_e = 90$ л. с.) и, как следствие, доля тепла, отводимого с охлаждающей водой.

Получены данные о влиянии состава смеси на температурное состояние деталей газового двигателя. Характер зависимости в большинстве точек замера аналогичен характеру кривой $N_e = f(\alpha)$. Максимальная температура деталей зарегистрирована при $\alpha = 0,95$, что несколько выше значения α , соответствующего максимальной мощности.

Температурное состояние деталей газового двигателя при мощности, равной мощности дизеля ($N_e = 78$ л. с., $\alpha = 1,22$, $t_{\text{охл}} = 80^\circ\text{C}$), значительно изменилось по сравнению с дизелем. Максимальная температура гильзы первого цилиндра увеличилась на 15°C, а неравномерность распределения температуры в верхнем поясе снизилась от 27 до 14°C (на 48%). Температура головки блока в перемычке между клапанами первого цилиндра уменьшилась на 38°C, а наибольшее снижение температуры (в зоне впускного канала) составило 46°C.

В результате исследований определен оптимальный уровень форсирования двигателя Д-75Т-АТ при переводе на питание сжиженным газом; подтверждены теоретические выводы о перераспределении температурного уровня деталей дизеля и газового двигателя; получены сравнительные данные о тепловом состоянии дизельного и газового двигателей; исходные данные для увеличения производительности системы охлаждения.

Поступила 9 октября 1972 г.

УДК 634.0.36

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОДОЛЬНЫХ АМОРТИЗАТОРОВ ДЛЯ АГРЕГАТНЫХ ЛЕСОСЕЧНЫХ МАШИН

В. И. ВАРАВА, С. А. ПОМОГАЕВ, И. В. ФИЛЬКЕВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

Дан сравнительный анализ влияния типа упругой характеристики сцепного устройства (амортизатора), установленного между тягачом и пакетом, на параметры трогания агрегатной системы. Исследования показали преимущества нелинейной характеристики типа кубической параболы с точки зрения плавности ввода нагрузки, увеличения кинетической энергии тягача в процессе трогания.

Исследования влияния жесткости продольной связи пакета с тягачом на продольную динамику агрегатной лесосечной машины (АЛМ), проводившиеся на кафедре проектирования специальных лесных машин ЛТА, показали, что процесс трогания АЛМ облегчается при установке между тягачом и пакетом упругого амортизатора. В данной статье определяются рациональные параметры продольных амортизаторов для АЛМ.

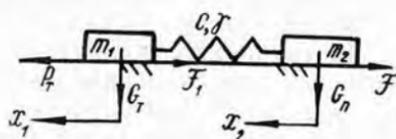


Рис. 1.

Расчетная схема для исследования процесса трогания системы тягач — пакет изображена на рис. 1, где m_1 — приведенная масса тягача; m_2 — приведенная масса пакета; c , γ — приведенные коэффициенты жесткости амортизатора, установленного между пакетом и тягачом. Возможность замены АЛМ при теоретическом изучении параметров связи тягача с пакетом древесины совокупностью двух масс, связанных упругим элементом (амортизатором), доказана экспериментально [1] хорошим совпадением данных экспериментального и теоретического исследований.

При трогании АЛМ на нее воздействуют: сила тяги P_T , приведенная к ободу ведущих колес тягача; в период трогания системы $P_T \approx \text{const}$; сила сопротивления движению тягача F_1 , причем $P_T - F_1 = P = \text{const}$; сила сопротивления движению пакета F_2 .

Дифференциальные уравнения движения системы для процесса трогания имеют вид

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= P_T - F_1 - F_{\text{упр}}; \\ m_2 \ddot{x}_2 &= F_{\text{упр}} - F_2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $F_{\text{упр}}$ — восстанавливающая сила амортизатора, в общем случае представится функцией

$$F_{\text{упр}}(u) = cu + \gamma u^3.$$

Преобразуем систему (1) введением деформации амортизатора

$$u = x_1 - x_2 \quad m\ddot{u} + F_{\text{упр}}(u) = P', \quad (2)$$

где

$$m = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}; \quad P' = \frac{P \cdot m_2 + F \cdot m_1}{m_1 + m_2}; \quad P = P_T - F_1.$$

После интегрирования уравнений (1) и (2) получим

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= P - P' + m\ddot{u}; & \dot{x}_1 &= \frac{P - P'}{m_1} t + \frac{m}{m_1} \dot{u} + A_1; \\ x_1 &= \frac{P - P'}{2m_1} t^2 + \frac{m}{m_1} u + A_1 t + A_2; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} m_2 \ddot{x}_2 &= P - m\ddot{u} - F_2; & \dot{x}_2 &= \frac{P' - F_2}{m_2} t - \frac{m}{m_2} \dot{u} + A_3; \\ x_2 &= \frac{P' - F}{2m_2} t^2 - \frac{m}{m_2} u + A_3 t + A_4. \end{aligned} \quad (4)$$

По начальным условиям движения ($t = 0$, $x_{10} = x_T$, $\dot{x}_{10} = v_T$, $x_{20} = 0$, $\dot{x}_{20} = 0$), найдем постоянные интегрирования; тогда искомые координаты примут конкретный вид

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_T \cdot \frac{m_1 - m}{m_1} + mu + v_T \frac{m_1 - m}{m_1} t + \frac{P_T - P'}{2m_1} t^2; \\ x_2 &= (x_T - u) \cdot \frac{m}{m_2} + mv_T t + \frac{P - F_2}{2m_2} t^2. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Из уравнений (5) видно, что движение системы зависит от скорости v_T и перемещения x_T тягача к моменту трогания пакета.

Дифференциальное уравнение движения тягача (массы m_1) в период подхвата до трогания пакета

$$m_1 \ddot{x}_1 = P_T - F_1 - F_{\text{упр}}(x_1). \quad (6)$$

После замены $\ddot{x}_1 = \dot{x}_1 \cdot \frac{d\dot{x}_1}{dx}$ и интегрирования его с учетом равенства $P_T - F_1 = P$, получим

$$\frac{m_1 \dot{x}_1^2}{2} = Px_1 - \int_0^{x_1} F_{\text{упр}}(x_1) dx_1 + B. \quad (7)$$

При определении произвольной постоянной интегрирования возможны три варианта начальных условий:

а) к началу движения тягача ($t = 0$) амортизатор не загружен: $x_{10} = 0$, $\dot{x}_{10} = 0$, тогда $B = 0$;

б) при $t = 0$ амортизатор растянут: $x_{10} = x_T$, $\dot{x}_{10} = 0$,

$$B = -Px_T + \int_0^{x_T} F_{\text{упр}}(x_1) dx_1 < 0;$$

в) при $t = 0$ амортизатор сжат: $x_{10} = -x_T$, $\dot{x}_{10} = 0$,

$$B = P x_T + \int_0^{x_T} F_{\text{упр}}(x_1) dx_1 > 0.$$

Таким образом, для накопления большей кинетической энергии тягачом в период подхвата целесообразно производить его осадку назад для предварительного сжатия упругого элемента амортизатора.

Выясним влияние типа упругой характеристики амортизатора на процесс трогания АЛМ. Перепишем уравнение (7), обозначив

$$\frac{m_1 \dot{x}_1^2}{2} = T_1; \quad \int_0^{x_T} F_{\text{упр}}(x_1) dx_1 = \Pi_1.$$

Поскольку влияние начальных условий одинаково для всех типов амортизаторов, то полагаем $B = 0$, тогда

$$\dot{x}_1 = P x_1 - \Pi_1. \quad (8)$$

Кинетическая энергия T_1 , накопленная тягачом к началу движения пакета, равна разности работы силы тяги P на перемещении x_T и потенциальной энергии амортизатора Π_1 . На рис. 2 приведены три

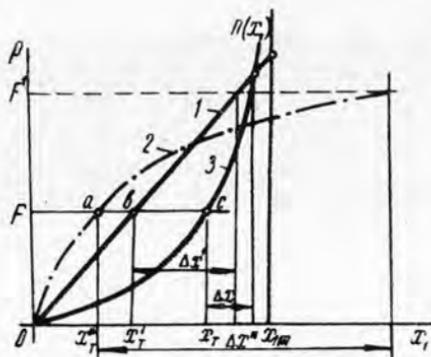


Рис. 2.

упругие характеристики амортизатора: 1 — линейная, 2 — мягкая нелинейная, 3 — жесткая нелинейная. Площадь, ограниченная каждой из характеристик и осью x_1 , определяет потенциальную энергию амортизатора; работа движущей силы в период подхвата определяется площадью прямоугольника $OFcx_T$. К моменту трогания пакета ($x = x_T$) тягач приобретает кинетическую энергию, пропорциональную площади OFb — при линейной характеристике, OFa — при мягкой нелинейной, OFc — при жесткой нелинейной. С точки зрения накопления наибольшей кинетической энергии тягачом к моменту отрыва пакета и плавности приложения внешней нагрузки целесообразна нелинейная жесткая характеристика амортизатора. Ее преимущество состоит еще и в том, что при увеличении силы сопротивления движению до F^1 деформация амортизатора меняется незначительно — Δx , в то время как при линейной и мягких характеристиках это изменение весьма велико ($\Delta x'$, $\Delta x''$ на рис. 2).

Максимальные реакции амортизатора при линейной и жесткой нелинейной характеристиках: в первом случае $\gamma = 0$, $F_{\text{упр}} = cx_1$; во втором $c = 0$, $F_{\text{упр}} = \gamma x^3$.

Максимальная реакция соответствует максимальной деформации $x_1 = x_{1 \max}$ и нулевой скорости $\dot{x}_1 = 0$, тогда из уравнения (8):

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{упр}} \max &= cx_{1 \max} = 2 P_0 \text{ для линейного амортизатора;} \\ F_{\text{упр}} \max &= \gamma x_{1 \max}^3 = 4 P_0 \text{ для нелинейного.} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Таким образом, при нелинейной характеристике амортизатора можно увеличить максимальную силу трогания пакета в 2 раза по сравнению с линейной и в 4 раза по сравнению с жестким креплением пакета на тягаче.

Параметры амортизаторов могут быть подсчитаны по следующим формулам:

для линейного

$$c = \frac{2P_0}{x_{1 \max}}; \quad (10)$$

для нелинейного

$$\gamma = \frac{4P_0}{x_{1 \max}^3}. \quad (11)$$

Величину максимальной деформации амортизатора $x_{1 \max}$ выбирают из конструктивных соображений.

Кинематические параметры движения тягача в период подхвата при линейном амортизаторе определим, решив уравнение (6)

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 + \frac{c}{m_1} x_1 &= \frac{P_0}{m_1}; & \frac{c}{r t_1} &= k_1^2; & x_1 &= \frac{P_0}{c} (1 - \cos k_1 t); \\ \dot{x}_1 &= \frac{P_0}{\sqrt{cm_1}} \cdot \sin k_1 t. \end{aligned} \quad (12a)$$

Используя метод гармонической линеаризации [1], получим при нелинейном амортизаторе

$$\begin{aligned} x_1 &= a (1 - \cos k_1 t); & a &= \frac{P_0}{c}; & x_{1 \max} &= 2a; \\ a &= \frac{x_{1 \max}}{2}; & k_1 &= \frac{\pi}{t_{\max}}; & x_1 &= \frac{x_{1 \max}}{2} (1 - \cos k_1 t). \end{aligned} \quad (12b)$$

Линеаризованную нелинейную упругую реакцию представим в виде

$$F_{\text{упр}}(x_1) \simeq F_{\text{упр}}(a) + c(a)(x_1 - a) = F_{\text{упр}}(a) - c(a) \cdot a \cdot \cos k_1 t. \quad (13)$$

Разложим функцию $F_{\text{упр}}(x_1)$ в ряд Фурье, ограничившись гармониками первого порядка,

$$F_{\text{упр}}(x_1) = \frac{a_0}{2} + a_1 \cos \psi = F_{\text{упр}}(a) - c(a) \cdot a \cdot \cos k_1 t, \quad (14)$$

где a_0, a_1 — коэффициенты ряда Фурье.

Тогда, сопоставляя выражения (13) и (14), находим

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{упр}}(a) &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F_{\text{упр}} [a(1 - \cos \psi)] d\psi; \\ c(a) &= -\frac{1}{\pi a} \int_0^{2\pi} [a(1 - \cos \psi)] \cos \psi d\psi. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Для упругой характеристики общего вида $F_{\text{упр}} = cx_1 + \gamma x_1^3$ получим

$$F_{\text{упр}}(a) = ca + \frac{5}{2} \gamma a^3; \quad c(a) = c + 4\gamma a^2.$$

В частном случае $c = 0$; $F_{\text{упр}} = \gamma x^3$; $F_{\text{упр}}(a) = \frac{5}{2} \gamma a^3$, но $a = \frac{x_{1 \max}}{2}$, тогда

$$\gamma = \frac{2P_0}{5a^2} = \frac{16P_0}{5x_1^3 \max}. \quad (16)$$

Линеаризованный параметр жесткости

$$c(a) = 4\gamma a^2; \quad m_1 k_1^2 = 4\gamma a^2,$$

частота свободных колебаний

$$k_1^2 = \frac{4\gamma a^2}{m_1} = \frac{4\gamma}{m_1} \cdot \left(\frac{2P_0}{5\gamma}\right)^{\frac{2}{3}}. \quad (17)$$

Заметим, что значения параметра γ , вычисленные по способу гармонического баланса (16) и по энергетическим соотношениям (11), различаются незначительно (на 5%).

После срыва пакета происходит совместное движение тягача и пакета и изменение деформации амортизатора отражается уравнением [2]

$$m\ddot{u} + F_{\text{упр}}(u) = P'.$$

В случае линейной характеристики амортизатора его решение следующее:

$$u = \frac{P'}{mk^2}(1 - \cos kt) + u_0 \cos kt; \quad u = \frac{P'}{c} - \left(\frac{P'}{c} - u_0\right) \cos kt = \\ = a - a_1 \cos kt. \quad (18)$$

Линеаризуем нелинейную восстанавливающую силу на решение аналогично методике (12) ÷ (15), тогда

$$F_{\text{упр}}(u) \approx F_{\text{упр}}(a) + c(a)(u - a) = F_{\text{упр}}(a) - c(a)a_1 \cos kt,$$

где

$$F_{\text{упр}}(a) = \int_0^{2\pi} F_{\text{упр}}(a - a_1 \cos \psi) a \psi; \\ c(a) = -\frac{1}{\pi a_1} \int_0^{2\pi} F_{\text{упр}}(a - a_1 \cos \psi) \cos \psi d\psi. \quad (19)$$

Для восстанавливающей силы общего вида $F_{\text{упр}} = cu + \gamma u^3$ находим

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{упр}}(a) &= c \cdot a + \gamma \left(a^3 + \frac{3}{2} a \cdot a_1\right); \\ c(a) &= c + 3\gamma a^2 + \frac{3}{4} \gamma a_1^2. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Максимальная реакция амортизатора

$$F_{\text{упр max}} = F_{\text{упр}}(a) + c(a) \cdot a'_1; \\ u_{1\text{max}} = a + a'_1,$$

где

$$a'_1 = \sqrt{(a - x_r)^2 + \left(\frac{v_r}{k}\right)^2}.$$

Для линейной восстанавливающей силы

$$F_{\text{упр max}} = ca + mk^2a'_1.$$

При отыскании оптимального режима полагаем движущую силу равной силе сопротивления, то есть

$$ca = P = F; \quad a = \frac{P}{c} = x_T; \quad a'_1 = \frac{v_{1 \text{ max}}}{k},$$

тогда

$$F_{\text{упр max}} = F + mkv_{1 \text{ max}} = F + v_{1 \text{ max}} \sqrt{cm}. \quad (21)$$

Максимальная реакция амортизатора, как видно, зависит от максимальной скорости тягача в период подхвата, параметра жесткости амортизатора и частоты собственных колебаний системы.

Аналогичную по структуре формулу получим и при нелинейном амортизаторе ($c = 0$), но частота в ней будет определяться уравнением (17).

Выводы

1. Для облегчения работы тягача и его трансмиссии при трогании с места и преодоления больших сил сопротивления при движении АЛМ в условиях лесосеки целесообразно между тягачом и пакетом устанавливать продольный амортизатор.

2. Кинетическая энергия тягача, величина силы, срывающей пакет, и плавность ее приложения повышаются в случае применения амортизатора с нелинейной характеристикой.

3. Параметры амортизатора могут быть подсчитаны по формулам (9), (11), (16).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Исследование трогания агрегатной машины с различными способами закрепления пакета деревьев. Отчет НИСа ЛТА, № 1908, 1970. [2]. М. З. Коловский. Нелинейная теория виброзащитных систем. Изд-во «Наука», 1966.

Поступила 23 октября 1972 г.

УДК 634.0.375

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СДВИГАЮЩЕЙ СИЛЫ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ ДЕРЕВЬЕВ И ХЛЫСТОВ ПРИ ТРЕЛЕВКЕ

Л. В. КОРОТЯЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований сопротивления сдвигу деревьев и хлыстов при сборе их в пачку на пасеке с помощью тросового скользящего прицепного оборудования в зависимости от направления горизонтальной сдвигающей силы и даны практические рекомендации по снижению сопротивления, силовой нагрузки на тросы и энергозатрат на формирование пачки.

При трелевке леса тракторами и лебедками со скользящим тросовым прицепным оборудованием сваленные деревья укладывают под углом к трелевочному волоку. Оптимальная величина этого угла научно не обоснована и устанавливается, главным образом, по организационно-технологическим соображениям. Направление повала де-

ревьев по отношению к трелевочному волоку определяет, в свою очередь, величину угла между продольной осью сваленного ствола и направлением сдвигающей его силы (или движения грузового троса) при сборе деревьев или хлыстов в пачку. Опыт трелевки, особенно гужевой, показывает, что для сдвига с места лесных материалов под углом к их продольной оси требуется меньшее усилие, чем при продольном сдвиге. Однако величина наивыгоднейшего угла также не установлена. Поэтому нашей задачей было исследовать влияние угла между продольной осью ствола и направлением сдвигающей горизонтальной силы на сопротивление сдвигу деревьев и хлыстов. Цель исследований — выявить возможности снижения сопротивления сдвигу, усилий, действующих в тросах, и затрат энергии на сбор лесных материалов в пачку на пасеке с помощью скользящего оборудования, а также получить данные для обоснования наивыгоднейшего направления валки деревьев по отношению к собираемому тросу и, таким образом, к трелевочному волоку, обеспечивающего минимальные энергозатраты на формирование пачки.

При сборе в пачку с помощью скользящего тросового оборудования деревья сдвигаются с места поодиночке. Общее сопротивление сдвигу с места одиночного хлыста, дерева или груза вообще по ровной горизонтальной опорной поверхности [1]

$$W_c = \mu_c G, \quad (1)$$

где W_c и μ_c — сопротивление сдвигу ($\kappa\Gamma$) и коэффициент сопротивления сдвигу при данной продолжительности неподвижного контакта t_0 ;

G — вес сдвигаемого хлыста, дерева или груза вообще, $\kappa\Gamma$.

Из условия равновесия сил ($W_c = T$, рис. 1) коэффициент общего сопротивления сдвигу

$$\mu_c = \frac{T}{G}, \quad (2)$$

где T — горизонтальное сдвигающее усилие, $\kappa\Gamma$.

Сопротивление продольному сдвигу одиночного хлыста или дерева по горизонтальной площадке (рис. 1, а)

$$W_{np} = \mu_{np} G, \quad (3)$$

где W_{np} и μ_{np} — сопротивление и коэффициент сопротивления продольному сдвигу при данной продолжительности неподвижного контакта.

При продольном сдвиге хлыста или дерева, полностью лежащего на земле, контактные связи между поверхностями касания разрушаются во всех точках одновременно по всей длине ствола. Поэтому возникает сопротивление, характеризующееся большим коэффициентом сопротивления сдвигу μ_{np} . При отсутствии действия на хлыст или дерево других сил $W_c = W_{np}$ и $\mu_c = \mu_{np}$.

Сопротивление поперечному сдвигу одиночного хлыста или дерева по горизонтальной площадке (рис. 1, б).

$$W_{поп} = \mu_{поп} G, \quad (4)$$

где $W_{поп}$ и $\mu_{поп}$ — сопротивление и коэффициент сопротивления поперечному сдвигу.

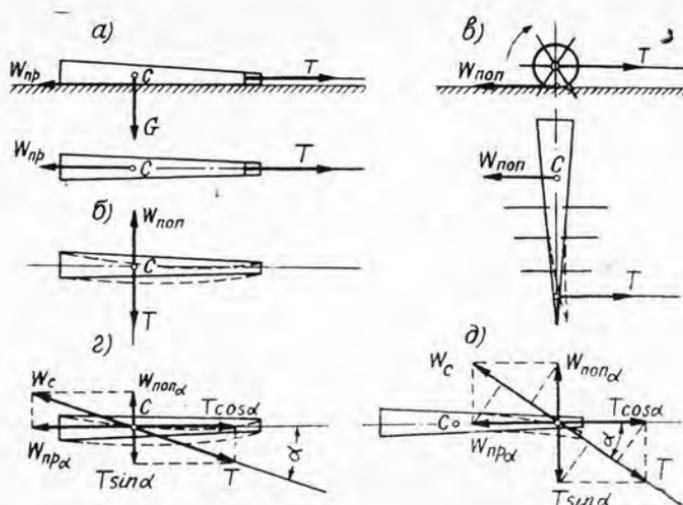


Рис. 1. Схемы для расчета сопротивления сдвигу в зависимости от направления силы.

Коэффициент сопротивления поперечному сдвигу без лобового сопротивления меньше, чем продольному, то есть $\mu_{\text{ноп}} < \mu_{\text{пр}}$. Это объясняется, во-первых, значительным изгибом ствола под действием поперечной сдвигающей силы и силы трения покоя и, как следствие, неодновременным, поочередным разрушением контактных связей по линии касания ствола с опорной поверхностью, а во-вторых, явлением качения хлыста или дерева в момент сдвига, так как сдвигающее усилие и сопротивление сдвигу создают вращающий момент. Поперечный изгиб и явление качения дерева или хлыста особенно заметны в случае приложения поперечной сдвигающей силы к его вершине (рис. 1, в).

Процесс поперечного сдвига из-за изгиба ствола длится дольше продольного. При отсутствии действия на дерево (хлыст) других сил $W_c = W_{\text{ноп}}$ и $\mu_c = \mu_{\text{ноп}}$.

В случае действия горизонтальной сдвигающей силы, приложенной под углом α к продольной оси ствола (рис. 1, г, д), составляющая $T \cos \alpha$ усилия T , действующая вдоль ствола, сдвигает груз в продольном направлении, а составляющая $T \sin \alpha$, перпендикулярная оси ствола, — в поперечном.

При $\alpha = 0$, когда на ствол действует только продольная сила $T \cos \alpha = T$, сопротивление продольному сдвигу максимально $W_{\text{прmax}}$ и равно $\mu_{\text{пр}} G$, сопротивление поперечному сдвигу равно нулю, а общее сопротивление $W_c = W_{\text{прmax}}$ и $\mu_c = \mu_{\text{пр}}$.

По мере увеличения угла α ствол под действием силы $T \sin \alpha$ в процессе сдвига изгибается все сильнее и одновременно катится, длина изогнутой части ствола возрастает. В результате число контактных связей, преодолеваемых продольной силой $T \cos \alpha$, убывает, они ослабевают, и сопротивление продольному сдвигу снижается. Сопротивление поперечному сдвигу, наоборот, повышается в результате увеличения числа контактных связей по все возрастающей длине изогнутой части ствола. Однако, поскольку $\mu_{\text{ноп}} < \mu_{\text{пр}}$, общее сопротивление сдвигу с увеличением угла α падает.

При $\alpha = 90^\circ$ действие продольной силы $T \cos \alpha$ прекращается, и на ствол действует только одна поперечная сила $T \sin \alpha = T$. В этот момент сопротивление продольному сдвигу равно нулю, сопротивление поперечному сдвигу достигает наибольшей величины $W_{\text{поп max}}$, равной $W_{\text{поп max}} = \mu_{\text{поп}} G$, а общее сопротивление сдвигу равно максимальному сопротивлению поперечному сдвигу, то есть $W_c = W_{\text{поп max}}$ и $\mu_c = \mu_{\text{поп}}$. При этом максимальное сопротивление поперечному сдвигу меньше максимального сопротивления продольному сдвигу, так как $\mu_{\text{поп}} < \mu_{\text{пр}}$.

Таким образом, с увеличением угла α от 0 до 90° сопротивление продольному сдвигу уменьшается от максимальной величины $W_{\text{пр max}}$ до нуля, сопротивление поперечному сдвигу возрастает от нуля до наибольшей величины $W_{\text{поп max}}$, а общее сопротивление снижается от $W_{\text{пр max}}$ до $W_{\text{поп max}}$. Сопротивления изменяются пропорционально изменению угла α . Величина их, выраженная в функции этого угла, соответственно составит:

$$W_{\text{пр}\alpha} = W_{\text{пр max}} \cdot \cos \alpha; \quad W_{\text{поп}\alpha} = W_{\text{поп max}} \cdot \sin \alpha,$$

где $W_{\text{пр}\alpha}$ и $W_{\text{поп}\alpha}$ — сопротивление продольному и поперечному сдвигу для данного угла α , кг.

Из рис. 1, 2, 3 общее сопротивление сдвигу

$$W_c = W_{\text{пр}\alpha} \cdot \cos \alpha + W_{\text{поп}\alpha} \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

или с учетом значений $W_{\text{пр}\alpha}$ и $W_{\text{поп}\alpha}$ при $W_{\text{пр max}} = \mu_{\text{пр}} G$ и $W_{\text{поп max}} = \mu_{\text{поп}} G$

$$\mu_c G = \mu_{\text{пр}} G \cos^2 \alpha + \mu_{\text{поп}} G \sin^2 \alpha, \quad (6)$$

откуда коэффициент общего сопротивления сдвигу

$$\mu_c = \mu_{\text{пр}} \cos^2 \alpha + \mu_{\text{поп}} \sin^2 \alpha. \quad (7)$$

Из полученного основного уравнения, выражающего зависимость коэффициента сопротивления сдвигу от направления сдвигающей силы (угла α), видно, что с увеличением угла α коэффициент сопротивления продольному сдвигу снижается от $\mu_{\text{пр}}$ до нуля по квадратной косинусоиде, а коэффициент сопротивления поперечному сдвигу возрастает от нуля до $\mu_{\text{поп}}$ по квадратной синусоиде (рис. 2).

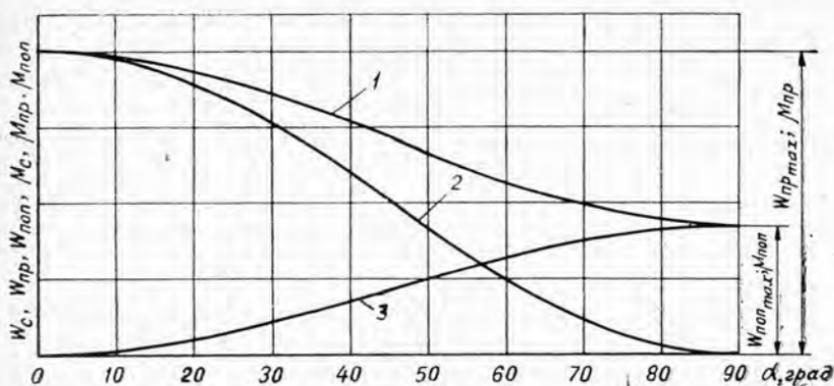
Заменив $\sin^2 \alpha$ на $1 - \cos^2 \alpha$, приведем уравнение (7) к более простому виду

$$\mu_c = \mu_{\text{поп}} + (\mu_{\text{пр}} - \mu_{\text{поп}}) \cos^2 \alpha. \quad (8)$$

Оно показывает, что общий коэффициент сопротивления сдвигу снижается от $\mu_{\text{пр}}$ до $\mu_{\text{поп}}$ по квадратной косинусоиде. График зависимости $\mu_c = f(\alpha)$ также изображен на рис. 2.

При валке деревьев на подкладку по костромскому методу контакт ствола с поверхностью земли может отсутствовать, так как комлевая часть ствола опирается на подкладочное дерево, а вершина поддерживается упругой силой сучьев. Поэтому сопротивление сдвигу дерева по подкладке может оказаться постоянным ($W_c \cong \text{const}$), и связь $\mu_c = f(\alpha)$ будет отсутствовать.

Для проверки теоретических предположений нами проведены экспериментальные работы по сдвигу одиночных деревьев вершиной и комлем вперед и одиночных хлыстов за вершины в летнее и зимнее вре-

Рис. 2. Характер связи $\mu_c = f(\alpha)$.

$$1 - W_c = f(\alpha) = G(\mu_{ноп} \sin^2 \alpha + \mu_{пр} \cos^2 \alpha); \mu_c = \mu_{ноп} + (\mu_{пр} - \mu_{ноп}) \cos^2 \alpha;$$

$$2 - W_{пр} = f(\alpha) = \mu_{пр} G \cos^2 \alpha; 3 - W_{ноп} = f(\alpha) = \mu_{ноп} G \sin^2 \alpha.$$

мя. Летние опыты проводили в Шалакушском леспромхозе комбината «Вельсклес», а зимние — в Костылевском леспромхозе комбината «Когласлес» при температуре воздуха $-8^\circ \pm 4^\circ\text{C}$. Опытные делянки имели одинаковые таксационные характеристики, близкие к средним таксационным показателям лесов Архангельской области: состав насаждения 7Е2С1Б, средний объем хлыста $0,25 \text{ м}^3$, средний диаметр 20 см. Глубина снежного покрова зимой достигала 70—85 см (сверху слой рыхлого снега толщиной 15—30 см, а под ним уплотненный).

Для опытов выбирали еловые деревья диаметром 20 см на высоте груди как средние для насаждений Севера. Количество деревьев n в одной серии опытов определяли по формуле: $n = C^2 t^2 / p^2$, где C — вариационный коэффициент, t — показатель достоверности и p — показатель точности. При $C = 15\%$ и $p = 5\%$ число деревьев в одной серии опытов с вероятностью результата 0,98 ($t = 2,33$) составило 50 шт.

Выбранные деревья валили на ровные горизонтальные площадки без подроста, валежника, пней и других неровностей, могущих вызвать лобовое сопротивление: прямо на землю или снег, если предполагался сдвиг за вершины; на подкладочный хлыст, если предполагался сдвиг комлем вперед. Сваленные деревья нумеровали.

На основании исследований автора [1] время покоя сваленных деревьев было принято 60 мин с тем, чтобы оно не повлияло на величину сопротивления сдвигу. Через час после повала спиленные деревья в порядке валки поочередно чоковровали и сдвигали с места ручной лебедкой. Горизонтальный угол между тросом лебедки и стволом измеряли большим транспортиром до сдвига. Сдвигающее усилие измеряли динамометром на 500 или 1000 кг. Углы между стволом и тросом лебедки в процессе опытов задавали в пределах от 0 до 90° , что достигалось как разным направлением повала деревьев по отношению к тросу лебедки, так и изменением положения троса путем перестановки направляющего блока. С помощью того же блока тросу придавали горизонтальное положение. После сдвига у деревьев обрубали сучья. Крону каждого дерева взвешивали с помощью лебедки, динамометра и козел из жердей с блоком. По истечении 60 мин после обрубki сучьев полученные хлысты в порядке нумерации сдвигали с места, измеряя угол и усилие сдвига, обмеряли и взвешивали.

Средний объем хлыста составил $0,25 \text{ м}^3$. Коэффициент сопротивления сдвигу вычисляли по формуле (2).

Опыты подтвердили правильность наших теоретических предположений. Математическая обработка материалов наблюдений показала, что при сдвиге деревьев и хлыстов за вершины между сопротивлением сдвигу и углом, образуемым направлением сдвигающей силы и стволом в горизонтальной плоскости, существует отрицательная криволинейная связь, а при сдвиге деревьев комлем вперед по подкладке такой связи нет.

Об этом свидетельствуют статистические показатели исследуемых зависимостей, полученные при обработке материалов экспериментальных работ (табл. 1).

Таблица 1

Ориентация сдвигаемых деревьев и хлыстов	Сезон года	n	$r \pm m_r$	$\frac{r}{m_r}$	$\eta \pm m_\eta$	$\frac{\eta}{m_\eta}$	$\pm \sigma$
Вершиной вперед деревья	Лето	46	$-0,744 \pm 0,065$	12	$0,765 \pm 0,060$	13	0,25
	Зима	72	$-0,660 \pm 0,066$	10	$0,780 \pm 0,046$	17	0,29
	Лето	51	$-0,488 \pm 0,107$	5	$0,541 \pm 0,100$	5,4	0,30
Комлем вперед деревья по подкладке	"	44	$-0,057 \pm 0,152$	0,4	$0,244 \pm 0,143$	1,7	0,22

Примечание. r — коэффициент корреляции; η — корреляционное отношение; m_r и m_η — их ошибки; $\frac{r}{m_r}$ и $\frac{\eta}{m_\eta}$ — их достоверности; σ — среднее квадратическое отклонение.

Выявленная зависимость коэффициента сопротивления сдвигу от направления сдвигающей силы (троса) при сдвиге деревьев и хлыстов за вершины лучше всего выражается аналитической формулой (8). Опытные значения коэффициентов этого уравнения следующие:

для деревьев летом

$$\mu_{\text{пр}} = 1,564; \quad \mu_{\text{ноп}} = 0,674;$$

зимой

$$\mu_{\text{пр}} = 1,544; \quad \mu_{\text{ноп}} = 0,612;$$

для хлыстов летом

$$\mu_{\text{пр}} = 1,37; \quad \mu_{\text{ноп}} = 0,663.$$

Значения $\mu_{\text{пр}}$ для хлыстов оказались в среднем на 6% меньше, чем для деревьев. Это объясняется незначительным примятием мохового покрова при обрубке сучьев. Приведенные значения $\mu_{\text{ноп}}$ несколько больше реальных, так как помимо сопротивления сдвигу они учитывают усилие изгиба вершинки, величина которого входит в сдвигающую силу T .

Опытные графики связи $\mu_c = f(\alpha)$ приведены на рис. 3 (для деревьев) и рис. 4 (для хлыстов). Из уравнений и графиков связи видно, что наибольшее сопротивление сдвигу имеет место при совпадении направления сдвигающей силы с продольной осью ствола (в горизонтальной плоскости), то есть при угле $\alpha = 0^\circ$. С увеличением угла α от 0 до 90° коэффициент сопротивления сдвигу за вершины снижается от $1,4$ — $1,6$ до $0,6$ — $0,7$, что объясняется явлением качения при трогании деревьев и хлыстов с места под углом и одновременным

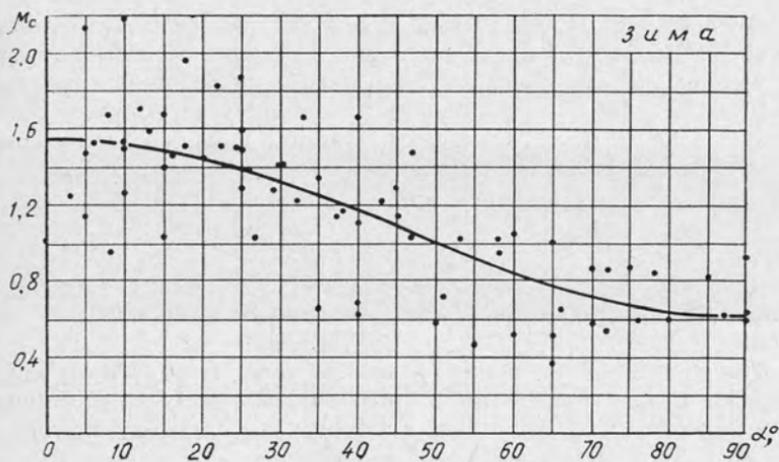
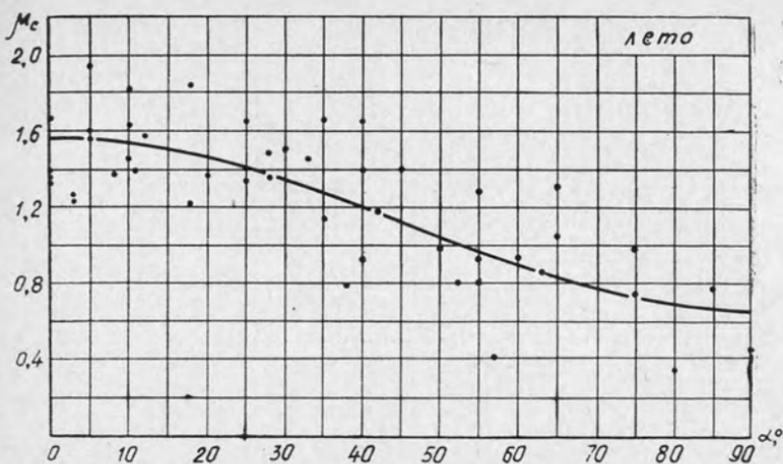


Рис. 3.

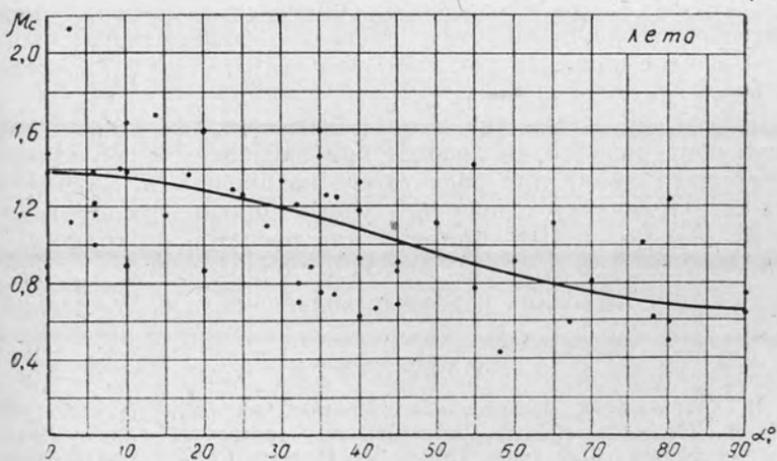


Рис. 4.

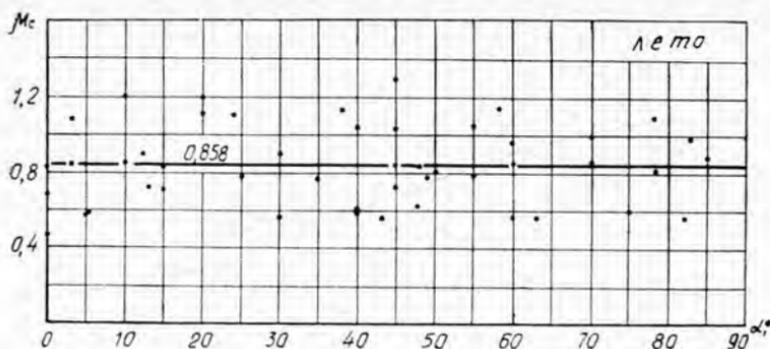


Рис. 5.

разрушением контактных связей по длине ствола вследствие изгиба его вершинной части.

Коэффициент сопротивления сдвигу деревьев комлем вперед по подкладке характеризуется постоянной величиной, равной 0,858 (при $p = 4\%$), рис. 5. Отсутствие связи $\mu_c = f(\alpha)$ в этом случае можно объяснить тем, что ствол дерева почти не соприкасается с поверхностью земли, а отсутствие контактных связей с ней не вызывает заметного возрастания силы трения покоя по мере увеличения продолжительности неподвижного состояния дерева.

На основании исследований нами сделаны следующие практические предложения.

Для уменьшения сопротивления сдвигу, силовой нагрузки на тросы и энергозатрат на сбор пачки с помощью скользящего прицепного оборудования рекомендуется: а) при трелевке деревьев и хлыстов вершиной вперед сдвиг их осуществлять под углом $60-90^\circ$ к продольной оси ствола (в горизонтальной плоскости), если этому не мешают пни и другие прочные выступы, не требуется сохранять подрост или он отсутствует; б) валить деревья на подкладочный хлыст по костромскому методу и треловать их за комли.

С точки зрения снижения усилий в тросах и затрат энергии на формирование пачки выгоднее хлысты и деревья, если позволяют условия, треловать вершиной вперед, сдвигая их с места под углом $70-90^\circ$ к оси ствола. Если сдвиг деревьев и хлыстов за вершины под таким углом невозможен, то целесообразнее треловать их комлем вперед при валке на подкладку.

Результаты исследований могут быть использованы также для оценки способов разработки лесосек при трелевке со скользящим тросовым оборудованием и для расчета его на прочность. Значения коэффициента сопротивления сдвигу без учета лобового сопротивления и при $t_0 = 60$ мин могут быть приняты для расчетов по графикам связи или вычислены по формуле (8). Методика определения $\mu_{пр}$ при наличии лобового сопротивления и разных значениях t_0 изложена нами ранее [1].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. В. Коротяев. Исследование сопротивления сдвигу с места трелемых лесоматериалов. Исследование лесовосстановления, технологии и оборудования при заготовке и переработке древесины. Труды АЛТИ, вып. XXXIV, Архангельск, 1971.

УДК 624.138

УКРЕПЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ СУГЛИНКОВ ИЗВЕЩЬЮ С ДОБАВКОЙ ДРЕВЕСНОЙ СМОЛЫ*

Ф. КУАНГ

Ленинградская лесотехническая академия

Изложены результаты лабораторных испытаний по укреплению пылеватого суглинка молотой негашеной известью с добавкой древесной смолы (ДС). Отмечено, что при увеличении добавок ДС повышаются прочностные показатели и уменьшается водопоглощение укрепленных образцов известкового грунта.

В дорожном строительстве в качестве вяжущего материала для укрепления грунтов применяют цемент, известь, битум и разные смолы. Разработаны весьма эффективные комплексные методы, при которых в грунт вносят вяжущие материалы и различные химические соединения, ускоряющие процессы твердения, полимеризации, поликонденсации и др., повышающие прочность связей с поверхностью грунтовых частиц, что в итоге обеспечивает высокие прочностные и деформационные свойства укрепленных грунтов.

Известно, что при укреплении переувлажненных грунтов известью вносить молотую негашеную известь более целесообразно, чем гашеную; этим достигается подсушивание грунта, вызванное химическим связыванием молекул воды. Однако результаты исследований проф. В. М. Безрука и др. показывают, что при укреплении грунтов негашеной известью водопоглощение часто оказывается настолько высоким, что не удовлетворяет требованиям СНиПа.

Чтобы выяснить возможность уменьшения водопоглощения известкованных грунтов, мы провели лабораторные исследования по укреплению лесных суглинков Ленинградской области известью с добавкой гидрофобизирующей древесной смолы (ДС). Состав и физико-механические свойства этих грунтов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Грунты	Состав грунта, %			Предел текучести, %	Предел раскатывания, %	Число пластичности	Оптимальная влажность, %	Максимальная плотность, г/см ³	Модуль деформации, кг/см ²
	песок	пыль	глина						
№ 2	30,8	44,0	25,2	29,0	19,0	10	15,0	1,86	110
		53,8	15,4						
№ 9	58,2	21,8	18,0	23,0	15,0	8	9,0	2,06	115
		29,1	10,7						
№ 21	54,2	22,8	21,0	22,0	15,0	7	11,0	2,03	120
		31,5	12,1						

Примечание. В числителе данные при размере глинистых частиц < 0,005 мм; в знаменателе — < 0,002 мм.

* Работа выполнена под руководством проф., доктора технических наук Б. А. Ильина.

В качестве гидрофобизирующей добавки использовали древесную смолу Ашинского ЛХК, в которой нейтральные вещества составляют 32,8%, фенолы — 32,0%, жирные кислоты — 9,8%, оксикислоты — 15,2%.

Показатели прочности грунтов, укрепленных известью с добавкой ДС, полученные путем лабораторных испытаний цилиндрических образцов размером 35 × 35 мм, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Грунты	Дозировка вяжущего и добавки, % от веса сухого грунта	Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, кг/см ²		Модуль деформации, кг/см ²	Модуль упругости, кг/см ²	Водопоглощение, %	
		через 7 дней	через 28 дней				
№ 21	4% СаО	12,1	18,3	950	4700	10,9	
	4% СаО+1% ДС	13,2	17,4	1170	7320	10,6	
	4% СаО+2% ДС	14,0	17,5	1220	8240	9,2	
	4% СаО+3% ДС	15,3	19,9	1300	8300	7,7	
	6% СаО	12,1	16,4	850	3960	11,7	
	6% СаО+2% ДС	13,4	18,5	1360	9600	9,0	
	6% СаО+3% ДС	15,8	24,7	1460	11500	5,2	
	6% СаО+4% ДС	18,9	18,9	1550	11600	4,3	
	8% СаО	13,2	16,6	750	3820	11,8	
	8% СаО+2% ДС	15,4	20,2	825	3950	10,7	
	8% СаО+3% ДС	16,5	21,8	1300	7860	8,1	
	8% СаО+4% ДС	16,9	26,7	1470	10800	5,6	
	№ 9	8% СаО	13,5	16,4	Не определены		11,2
		8% СаО+2% ДС	13,6	17,0	"	"	10,7
		8% СаО+3% ДС	15,4	19,3	"	"	8,3
		8% СаО+4% ДС	16,2	22,7	"	"	6,7
№ 2	8% СаО	15,2	21,3	Не определены		14,2	
	8% СаО+2% ДС	12,2	15,9	"	"	15,7	
	8% СаО+3% ДС	14,4	18,4	"	"	13,7	
	8% СаО+4% ДС	14,6	19,0	"	"	12,2	

При подготовке образцов влажность грунта доводили до оптимальной, добавляя воду и тщательно перемешивая ее с грунтом. Необходимую влажность смеси определяли по предложенной И. В. Егоровым формуле

$$W_{см} = W_{гр}^{опт} + 1,5 + 0,2D \%,$$

где $W_{гр}^{опт}$ — оптимальная влажность грунта, %;

D — дозировка извести, %.

После этого в грунт вводили известь и тщательно перемешивали.

Для полного гашения извести гидрофобизирующую добавку (ДС) необходимо вводить в известкованную смесь не раньше чем через 6—10 час после внесения извести. Полученную смесь уплотняли не позже чем через 1 час после перемешивания ДС с известкованной смесью.

Результаты испытаний показывают, что при добавке ДС к известкованному грунту водопоглощение уменьшается. При дозировке 4% СаО с добавкой ДС от 0 до 3% водопоглощение уменьшается на 30%, при дозировке 6% СаО с добавкой от 0 до 4% ДС — на 63%, а при дозировке 8% СаО с добавкой от 0 до 4% ДС — на 52%. Однако при укреплении пылеватых суглинков 8% СаО с теми же дозировками ДС водопоглощение снижается всего на 14%.

На основании проведенных лабораторных исследований можно сделать вывод, что укрепление лесных суглинков известью с добавкой ДС дает возможность получить достаточно прочный и водоустойчивый дорожно-строительный материал.

Поступила 13 октября 1972 г.

УДК 531 : 634.0.323.1

О ПОПАДАНИИ ДЕРЕВЬЕВ В ЗАДАННЫЕ ГАБАРИТЫ АГРЕГАТНОЙ МАШИНЫ ПРИ ПОВАЛЕ

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматриваются некоторые вопросы точности попадания деревьев в заданные габариты агрегатной машины при повале способом «повал на себя» в случае, когда для достижения точности попадания применяются направляющие щитки-ограничители в виде круговых дуг. Получены дифференциальные уравнения движения дерева от начального положения до конца ограничителя и от конца ограничителя до полного падения, а также решения этих уравнений для обоих этапов.

Вопрос о точности попадания деревьев в заданные габариты при механизированном повале деревьев на агрегатные машины по способу «повал на себя» — один из наименее исследованных, хотя имеет важнейшее значение для всей проблемы механизации повала деревьев.

Ранее [2] нами установлено, что на изменение направления повала дерева могут существенно повлиять различные возмущения лишь в начальной стадии его падения. Поэтому наиболее важно именно в этой стадии предохранить дерево от возможных возмущений или выправить его траекторию, если возмущения уже имелись.

Возможность выправления траектории дерева в процессе падения при помощи защитных брусьев уже указывалась [3], [4]. Рекомендации основывались как на наблюдениях из практики эксплуатации валочно-трелевочных и валочно-транспортных машин, так и на результатах специально поставленных опытов по изменению направления падающих деревьев [4, стр. 65].

В данной работе рассматривается точность попадания дерева при наличии специальных боковых щитков-ограничителей, конструктивно оформленных в виде дуги большого круга B_1C_1 , плоскость которой образует с вертикалью некоторый угол φ_0 (рис. 1). Задача этих ограничителей — защищать дерево от возмущений и выправлять траекторию его падения в начальной стадии*.

Рассмотрим наименее благоприятный случай, когда начальное наклонение дерева перпендикулярно направлению повала ($\psi_0 = 90^\circ$).

Пусть OX — нужное направление повала дерева (рис. 1). Так как угол ψ представляет угол отклонений дерева от этого направления, то точность попадания дерева очевидно определяется значениями именно этого угла ψ в конце падения дерева (при $\varphi = 90^\circ$): лучшая точность попадания обеспечивается при достаточно малых конечных значениях угла ψ .

* Такие щитки-ограничители могут быть установлены симметрично с обеих сторон.

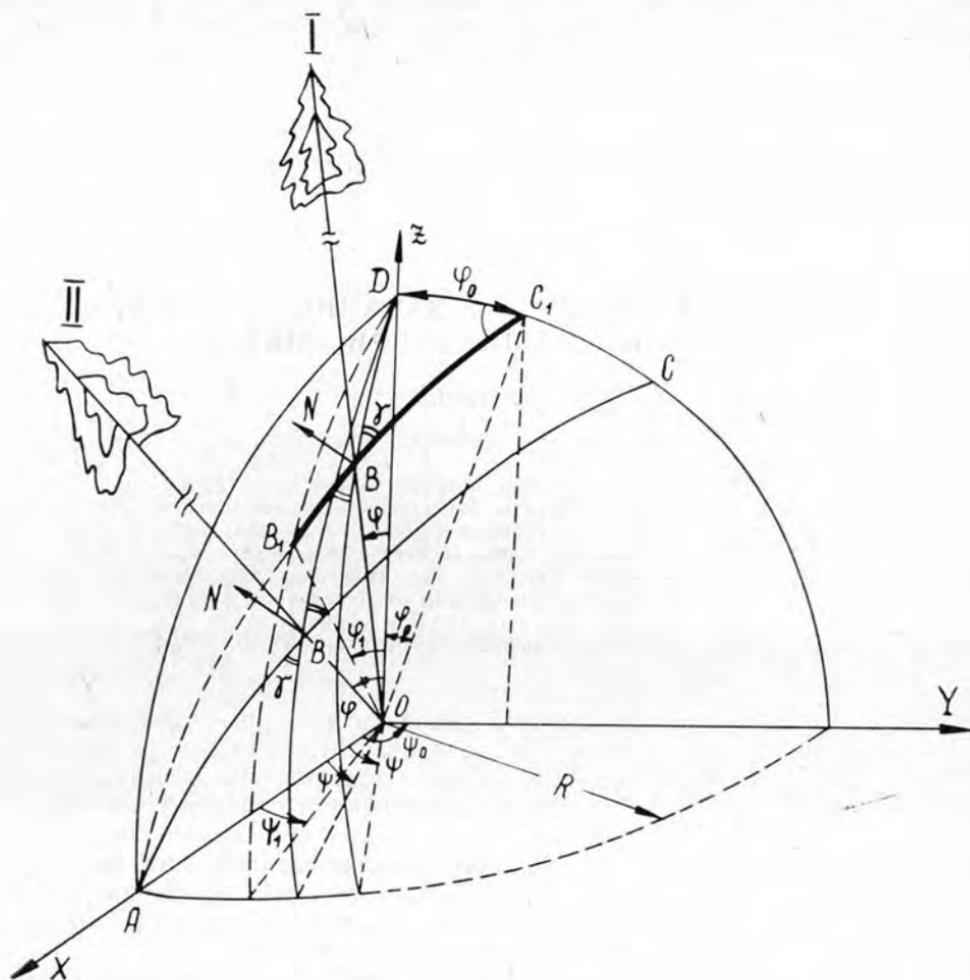


Рис. 1. Схема повала дерева при наличии ограничителя.

Рассмотрим два этапа движения дерева: от начального положения (φ_0, ψ_0) до конца ограничителя B_1C_1 (φ_1, ψ_1) и от конца ограничителя до полного падения.

Дифференциальные уравнения движения дерева составим для случая свободного (не ограниченного щитком B_1C_1) движения дерева, когда к нему приложена некоторая пока произвольная сила N , нормальная как к стволу, так и к дуге большого круга ABC , проведенного через точки A и B (φ, ψ)*.

Из этих дифференциальных уравнений движения дерева можно получить дифференциальные уравнения для обоих этапов движения дерева.

Разбивая движение дерева на чистое падение при $\psi = \text{const}$ и на чистое отклонение при $\varphi = \text{const}$, скорость элемента дерева dm можно получить по формуле сложения скоростей

* Следовательно, если дуга AB_1C_1 единственная и определяется координатами φ_0, ψ_0 , то дуг ABC бесчисленное множество: они определяются текущими координатами дерева φ, ψ (то есть текущей точкой B).

$$v^2 = v_e^2 + v_r^2 = \zeta^2 \dot{\varphi}^2 + \zeta^2 \sin^2 \varphi \dot{\psi}^2,$$

где ζ — расстояние от нижней точки дерева O до элемента dm [2].

Кинетическая энергия дерева $T = \frac{1}{2} \int v^2 dm$ и элементарная работа действующих сил δA определяются по формулам

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} I (\dot{\varphi}^2 + \sin^2 \varphi \dot{\psi}^2); \\ \delta A &= (Gc \sin \varphi - NR \sin \gamma) d\varphi - NR \sin \varphi \cos \gamma d\psi, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $I = \int \zeta^2 dm$ — момент инерции дерева относительно перпендикулярной к стволу оси, проходящей через нижнюю точку опоры дерева O ;

R — радиус щитков-ограничителей и сферы с центром в точке O ;

G, c — вес дерева и расстояние от комля до центра тяжести дерева.

Считаем, что между ограничителем и деревом трение отсутствует.

Дифференциальные уравнения движения дерева можно получить при помощи уравнений Лагранжа (принимая за обобщенные координаты φ и ψ).

$$\left. \begin{aligned} I \ddot{\varphi} - I \sin \varphi \cos \varphi \dot{\psi}^2 &= Gc \sin \varphi - NR \sin \gamma; \\ I \sin^2 \varphi \ddot{\psi} + 2I \sin \varphi \cos \varphi \dot{\varphi} \dot{\psi} &= -NR \sin \varphi \cos \gamma. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Перейдя от независимой переменной t (время) к независимой переменной φ при помощи известных соотношений

$$\ddot{\varphi} = \omega \frac{d\omega}{d\varphi}; \quad \dot{\psi} = \omega \frac{d\psi}{d\varphi}; \quad \ddot{\psi} = \omega^2 \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + \omega \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\psi}{d\varphi},$$

(где $\omega = \dot{\varphi}$ — угловая скорость собственного падения дерева), уравнения (2) приводим к виду

$$\left. \begin{aligned} I \omega \frac{d\omega}{d\varphi} - I \sin \varphi \cos \varphi \omega^2 \left(\frac{d\psi}{d\varphi} \right)^2 &= Gc \sin \varphi - NR \sin \gamma; \\ I \omega^2 \sin^2 \varphi \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + I \sin^2 \varphi \omega \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\psi}{d\varphi} + \\ + 2I \sin \varphi \cos \varphi \omega^2 \frac{d\psi}{d\varphi} &= -NR \sin \varphi \cos \gamma. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Рассмотрим первый этап движения дерева (рис. 1, положение I). В этом случае траектория точки B совпадает с дугой ограничителя B_1C_1 . Следовательно, сила N в уравнениях (3) должна равняться реакции ограничителя. Из прямоугольного сферического треугольника BC_1D имеем

$$\operatorname{ctg} \varphi = \operatorname{ctg} \varphi_0 \sin \psi; \quad (4)$$

$$\sin \gamma = \frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi}; \quad \cos \gamma = \frac{\sqrt{\sin^2 2\varphi - \sin^2 \varphi_0}}{\sin \varphi}. \quad (5)$$

Дифференцируя выражение (4) как неявную функцию ψ от φ , находим

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = - \frac{1}{\sin^2 \varphi \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi}}; \quad (6)$$

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = \frac{\operatorname{ctg} \varphi}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi}} \left[\frac{2}{\sin^2 \varphi} + \frac{1}{\sin^4 \varphi \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi}} \right]. \quad (7)$$

Выражение для кинетической энергии дерева (1) с учетом (6) принимает вид

$$T = \frac{1}{2} I \left[1 + \frac{1}{\sin^2 \varphi (\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi)} \right] \omega^2. \quad (8)$$

Так как на рассматриваемом этапе движения дерева вдоль ограничителя B_1C_1 работа нормальной силы N равна нулю, то из закона об изменении кинетической энергии находим

$$\omega^2 = \frac{2Gc (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)}{I \left[1 + \frac{1}{\sin^2 \varphi (\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi)} \right]}. \quad (9)$$

Заменяя во втором уравнении системы (3) величины ω^2 , $\omega \frac{d\omega}{d\varphi}$, $\frac{d\psi}{d\varphi}$ и $\frac{d^2\psi}{d\varphi^2}$ их выражениями из первого уравнения системы (3), а также из (6), (7) и (9), получим

$$\frac{NR}{Gc} = \frac{\sin^2 \varphi}{\sin \varphi_0 + \sin \varphi \sqrt{(\sin^2 \varphi - \sin^2 \varphi_0) (\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi)}}.$$

После тождественных тригонометрических преобразований это выражение принимает вид

$$\frac{NR}{Gc} = \sin \varphi_0. \quad (10)$$

Следовательно, реакция ограничителя во все время движения дерева вдоль него остается постоянной.

Так, для дерева $G = 1000$ кг, $l = 25$ м, $R = 3$ м, $c = 0,365$ л имеем: при $\varphi_0 = 5^\circ$ $N = 265$ кг; при $\varphi_0 = 10^\circ$ $N = 525$ кг; при $\varphi_0 = 15^\circ$ $N = 780$ кг.

Разумеется, что в случае действия на дерево других возмущающих сил (ветра, силы, вызванной эксцентричностью кроны, изгибом ствола и т. д.) последние соответственно скажутся и на величине N .

Чем больше угол φ , тем меньше угловая скорость собственного падения дерева ω при движении вдоль ограничителя отличается от угловой скорости дерева при свободном падении. Например, при $\varphi_0 = 5^\circ$, $\varphi = 30^\circ$ упомянутое различие в угловых скоростях, согласно уравнению (9), составляет всего около 3,5%.

Рассмотрим теперь второй этап движения: найдем дальнейшее движение дерева после выхода его за пределы ограничителя B_1C_1 (рис. 1, положение II).

Дифференциальные уравнения этого движения очевидно получатся из формул (3), если принять $N = 0$. Пренебрегая (ввиду малости $\frac{d\psi}{d\varphi}$) членом, содержащим $\left(\frac{d\psi}{d\varphi}\right)^2$, получаем

$$\left. \begin{aligned} I \omega \frac{d\omega}{d\varphi} &= Gc \sin \varphi; \\ I \omega^2 \sin \varphi \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + I \omega \sin \varphi \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\psi}{d\varphi} + 2I \omega^2 \cos \varphi \frac{d\psi}{d\varphi} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Решение первого уравнения системы (11) имеет вид

$$I(\omega^2 - \omega_1^2) = 2Gc (\cos \varphi_1 - \cos \varphi), \quad (12)$$

где ω_1 — значение угловой скорости собственного падения дерева в точке B_1 (при $\varphi = \varphi_1$), равное, согласно (9)

$$\omega_1^2 = \frac{2Gc (\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1)}{I \left[1 + \frac{1}{\sin^2 \varphi_1 (\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi_1)} \right]}.$$

Тогда второе уравнение системы (11) с учетом первого уравнения и соотношения (12) принимает вид

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + \left[\frac{Gc \sin \varphi}{I\omega_1^2 + 2Gc (\cos \varphi_1 - \cos \varphi)} + 2 \operatorname{ctg} \varphi \right] \frac{d\psi}{d\varphi} = 0. \quad (13)$$

Это уравнение, согласно (4) и (6), должно удовлетворять следующим начальным условиям (при $\varphi = \varphi_1$):

$$\left. \begin{aligned} \psi &= \psi_1 = \arcsin \frac{\operatorname{ctg} \varphi_1}{\operatorname{ctg} \varphi_0} = \arcsin \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{\operatorname{tg} \varphi_1}; \\ \frac{d\psi}{d\varphi} &= - \frac{1}{\sin^2 \varphi_1 \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi_1}}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Рассматривая уравнение (13) как линейное относительно $\frac{d\psi}{d\varphi}$, получаем решение, удовлетворяющее второму начальному условию (14)

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = - \sqrt{\frac{\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1}{b (\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi_1)}} \frac{1}{\sin^2 \varphi \sqrt{c - \cos \varphi}}, \quad (15)$$

где обозначено

$$b = 1 + \frac{1}{\sin^2 \varphi_1 (\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi_1)}; \quad c = \frac{\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1}{b} + \cos \varphi_1.$$

Так как

$$I = \int \frac{d\varphi}{\sin^2 \varphi \sqrt{c - \cos \varphi}} = \frac{1}{2\sqrt{1-c}} \int \frac{d\frac{\varphi}{2}}{\sin^2 \frac{\varphi}{2} \cos^2 \frac{\varphi}{2} \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1}},$$

где $a^2 = \frac{2}{1-c}$, то согласно [1]

$$I = \frac{1}{2\sqrt{1-c}} \left[\sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1} \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}{a^2 - 1} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{a}{a^2 - 1} F \left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) - \frac{a(a^2 - 2)}{a^2 - 1} E \left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) \right].$$

Тогда из выражения (15) получаем следующее решение уравнения (13), удовлетворяющее первому начальному условию (14):

$$\begin{aligned} \psi &= \arcsin \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{\operatorname{tg} \varphi_1} - \sqrt{\frac{\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1}{4b(1-c)(\operatorname{ctg}^2 \varphi_0 - \operatorname{ctg}^2 \varphi_1)}} \left[\sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1} \times \right. \\ &\times \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}{a^2 - 1} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \right) - \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - 1} \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2}}{a^2 - 1} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi_1}{2} \right) + \\ &\left. + \frac{a(a^2 - 2)}{a^2 - 1} (E_1 - E) + \frac{a}{a^2 - 1} (F_1 - F) \right], \quad (16) \end{aligned}$$

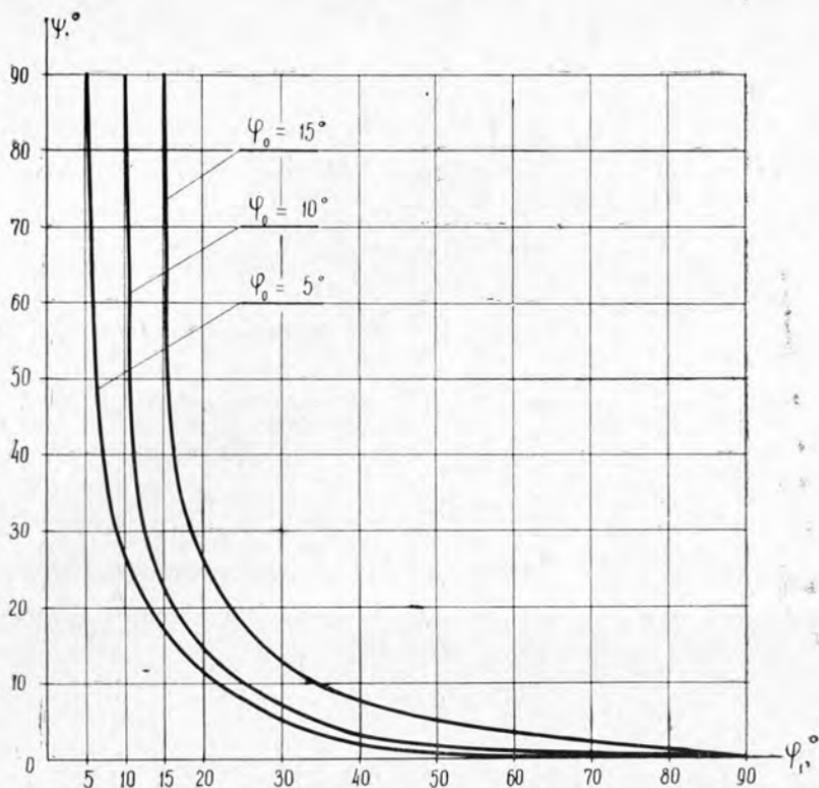


Рис. 2. Графики значений конечных боковых отклонений дерева ψ в зависимости от углов φ_1 , при которых оканчиваются ограничители B_1C_1 .

где $E = E\left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2-1}}{a}\right)$, $E_1 = E\left(\alpha_1, \frac{\sqrt{a^2-1}}{a}\right)$, $F = F\left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2-1}}{a}\right)$,
 $F_1 = F\left(\alpha_1, \frac{\sqrt{a^2-1}}{a}\right)$ — эллиптические интегралы в форме, данной Лежандром;

$$\alpha = \arcsin \frac{a \cos \frac{\varphi}{2}}{\sqrt{a^2-1}}; \quad \alpha_1 = \arcsin \frac{a \cos \frac{\varphi_1}{2}}{\sqrt{a^2-1}}; \quad a = \sqrt{\frac{2}{1-c}},$$

Обозначения остальных величин даны к формуле (15).

Графики конечных значений ψ (при $\varphi = 90^\circ$), вычисленных по уравнению (16), приведены на рис. 2.

Выводы

1. По мере увеличения дуги ограничителя движение дерева на первом этапе вдоль ограничителя приближается к соответствующему движению дерева при свободном падении. Нагрузка на ограничитель все время остается постоянной, что объясняется, по-видимому, тем, что ограничители имеют форму дуг больших кругов.

2. Как видно из графиков на рис. 2, ограничители даже небольших размеров вначале резко уменьшают боковые (конечные) отклонения дерева. Дальнейшее увеличение дуги ограничителя (что соответ-

вует росту угла φ_1) дает незначительный эффект в повышении точности попадания дерева.

Если весь комплекс ограничителя AB_1C_1 смонтировать на машине с предварительным поворотом вокруг вертикальной оси OZ на некоторый угол $\varphi_{пов}$ в сторону уменьшения значений ψ (рис. 1), то боковые отклонения дерева уменьшатся соответственно на этот угол. Так, например, ограничители, оканчивающиеся при $\varphi_1 = 30^\circ$, способны обеспечить точность попадания от $\psi = 6^\circ$ (при $\varphi_0 = 5^\circ$) до $\psi = 12^\circ$ (при $\varphi_0 = 15^\circ$); при повороте всего ограничителя на $\psi_{пов} = 9^\circ$ отклонения дерева составят от $\psi = -3^\circ$ (при $\varphi_0 = 5^\circ$) до $\psi = +3^\circ$ (при $\varphi_0 = 15^\circ$).

Поэтому для обеспечения приемлемой точности попадания дерева при рассматриваемом способе достаточно ставить ограничители, оканчивающиеся при $\varphi_1 = 30 \div 35^\circ$ и с предварительным поворотом на $\psi_{пов} = 9^\circ$.

3. Результаты данной работы согласуются как с выводами прежних теоретических исследований [2], так и с наблюдениями из опыта эксплуатации валочно-трелевочных и валочно-транспортных машин и с результатами специальных опытов по изменению в нужном направлении траектории падающих деревьев [3], [4].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. Физматгиз, М., 1963. [2]. А. А. Дебердеев. Об одном вопросе управления повала дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967. [3]. С. Ф. Орлов. Некоторые вопросы механизации лесосечных работ. Журн. «Лесинженерное дело». № 4, 1961. [4]. С. Ф. Орлов. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. Гослесбумиздат, М., 1963.

УДК 625.032.82

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ СКАТЫВАНИЯ

Б. А. БЕЛОУСОВ

Московский лесотехнический институт

Рассмотрены вопросы определения погрешностей измерений, возникающих при экспериментальном определении основного сопротивления движению железнодорожного подвижного состава методом скатывания. Получены аналитические выражения погрешностей измерений параметров, обуславливающих сопротивление движению.

Сопротивление движению методом скатывания определяют по изменению ускорения или кинетической энергии поезда. Перед испытаниями железнодорожный путь разбивают на участки. Испытываемый состав разгоняют до определенной скорости и при движении его по инерции фиксируют на осциллограмме время движения и моменты прохождения границ каждого участка.

Формула для вычисления основного удельного сопротивления движению в этом случае имеет вид

$$w_0 = \frac{500}{\tau} \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{s} \pm i \kappa \Gamma |T, \quad (1)$$

где v_1, v_2 — скорости движения поезда соответственно в начале и конце отрезка пути, км/час;

s — расстояние между сечениями пути, в которых измеряют скорости v_1 и v_2 , м;

ζ — ускорение поезда при действии силы 1 кг/Т , км/час^2 ;

i — продольный уклон пути, ‰.

Формула (1) получена при допущении, что сила сопротивления движению в пределах изменения скорости Δv остается постоянной, хотя в действительности она возрастает с ростом скорости.

Выражая скорости в виде

$$v_1 = \frac{3,6s_1}{t_1} \text{ км/час}; \quad v_2 = \frac{3,6s_2}{t_2} \text{ км/час}$$

и подставляя в формулу (1), получим

$$w_0 = \frac{500}{\zeta s} \cdot 3,6^2 \left(\frac{s_2^2}{t_2^2} - \frac{s_1^2}{t_1^2} \right) \pm i \text{ кг/Т}, \quad (2)$$

где s_1, s_2 — длины отрезков пути, на которых определяются скорости соответственно v_1, v_2 , м.

Обычно опытный участок пути разбивают на равные отрезки. В этом случае $s_1 = s_2 = s$. Тогда

$$w_0 = \frac{500s}{\zeta} \cdot 3,6^2 \left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right) \pm i \text{ кг/Т}. \quad (3)$$

В соответствии с теорией ошибок [1] и формулой (3) погрешность основного удельного сопротивления движению зависит от: погрешности измерения длины отрезка пути s ; погрешности определения времени t_1 и t_2 ; разности скоростей v_1 и v_2 , соответствующих серединам соседних отрезков пути; длины отрезка пути s ; погрешности определения величины ζ ; погрешности определения продольного уклона пути.

Величина ускорения поезда при действии силы 1 кг/Т для различных железнодорожных вагонов различна. Методы ее определения общеизвестны. Если эту величину для груженых четырехосных вагонов принять равной 120 км/час^2 , то формула (3) запишется так:

$$w_0 = 4,17s \cdot 3,6^2 \left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right) \pm i \text{ кг/Т}. \quad (4)$$

Обозначим

$$K_1 = \frac{4,17 \cdot 3,6^2 \cdot s}{t_1^2}; \quad K_2 = \frac{4,17 \cdot 3,6^2 \cdot s}{t_2^2},$$

тогда формула (4) примет вид

$$w_0 = K_2 - K_1 \pm i \text{ кг/Т}. \quad (5)$$

Средняя квадратическая ошибка основного удельного сопротивления движению может быть вычислена по приближенной формуле

$$m_{w_0} = \sqrt{\left(\frac{\partial w_0}{\partial K_1} \right)^2 \cdot m_{K_1}^2 + \left(\frac{\partial w_0}{\partial K_2} \right)^2 \cdot m_{K_2}^2 + \left(\frac{\partial w_0}{\partial i} \right)^2 \cdot m_i^2} \text{ кг/Т}, \quad (6)$$

где m_{K_1} — средняя квадратическая ошибка измерений параметров, определяющих величину K_1 , кг/Т ;

m_{K_2} — то же, определяющих величину K_2 , кг/Т ;

m_i — то же продольного уклона пути, ‰.

Средняя квадратическая ошибка измерений параметров, определяющих величину K_1 , может быть вычислена по формуле

$$m_{K_1} = \sqrt{\left(\frac{\partial K_1}{\partial s}\right)^2 \cdot m_s^2 + \left(\frac{\partial K_1}{\partial t_1}\right)^2 \cdot m_{t_1}^2} \text{ кг/Т}, \quad (7)$$

где m_s — средняя квадратическая ошибка измерения длины отрезка пути s , м;

mt_1 — средняя квадратическая ошибка измерения времени движения поезда t_1 , сек.

Так как

$$\frac{\partial K_1}{\partial s} = \frac{4,17 \cdot 3,6^2}{t_1^2}; \quad \frac{\partial K_1}{\partial t_1} = - \frac{4,17 \cdot 3,6^2 \cdot 2s}{t_1^3},$$

то формула (7) примет вид

$$m_{K_1} = \frac{4,17 \cdot 3,6^2}{t_1^2} \sqrt{m_s^2 + \frac{4s^2}{t_1^2} \cdot m_{t_1}^2} = \frac{4,17 \cdot v^2}{s^2} \sqrt{m_s^2 + \frac{4v^2}{3,6^2} \cdot m_{t_1}^2} \text{ кг/Т}. \quad (8)$$

Аналогично средняя квадратическая ошибка измерения параметров, определяющих величину K_2 , вычисляется по формуле

$$m_{K_2} = \frac{4,17v^2}{s^2} \sqrt{m_s^2 + \frac{4v^2}{3,6^2} \cdot m_{t_2}^2} \text{ кг/Т}. \quad (9)$$

Средняя квадратическая ошибка величины $(K_2 - K_1)$, характеризующей основное удельное сопротивление движению на горизонтальном пути, может быть вычислена по формуле

$$m_{K_2 - K_1} = \sqrt{m_{K_1}^2 + m_{K_2}^2} \text{ кг/Т}. \quad (10)$$

Как известно, средняя квадратическая ошибка измерения расстояния стальной двадцатиметровой лентой не превышает $1/2000$ ее длины, ошибка измерения времени на осциллограмме не превышает $0,005$ сек при условии, что фиксируются отметки времени в $0,01$ сек. Исходя из этих погрешностей, по формуле (9) вычислены средние квадратические ошибки величины $K = \frac{4,17v^2}{s}$ для отрезков пути 20, 50 и 100 м (рис. 1).

Как видно из рисунка, средние квадратические ошибки m_K увеличиваются с ростом величины K . С увеличением отрезка пути s величина m_K уменьшается.

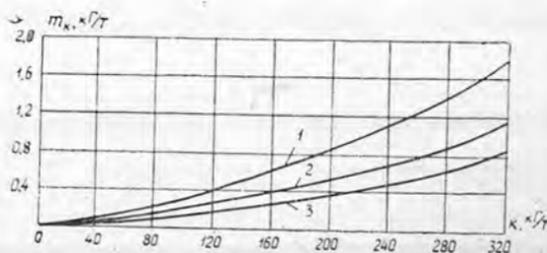


Рис. 1.

1 — $s = 20$ м; 2 — $s = 50$ м; 3 — $s = 100$ м.

На рис. 2 приведены зависимости $m_{K_2 - K_1} = f(K_2 - K_1)$ для приращения скоростей $\Delta v = 1$ км/час и $\Delta v = 2$ км/час, измеренных на отрезках пути 20, 50 и 100 м. Средние квадратические ошибки $m_{K_2 - K_1}$ возрастают с ростом величины $K_2 - K_1$. По мере увеличения прираще-

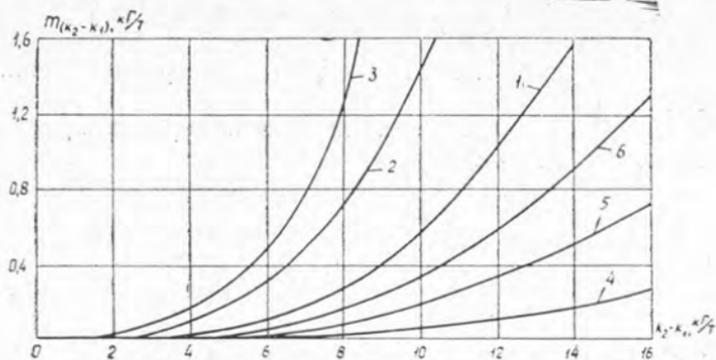


Рис. 2.

- 1 — $\Delta v = 1$ км/час, $s = 20$ м; 2 — $\Delta v = 1$ км/час, $s = 50$ м;
 3 — $\Delta v = 1$ км/час, $s = 100$ м; 4 — $\Delta v = 2$ км/час, $s = 20$ м;
 5 — $\Delta v = 2$ км/час, $s = 50$ м; 6 — $\Delta v = 2$ км/час, $s = 100$ м.

ния скорости, а следовательно, и ускорения движения поезда погрешности измерений поправки основного удельного сопротивления движения на ускорение уменьшаются.

С увеличением длины отрезка пути s погрешность $m_{K_2-K_1}$ возрастает. Это объясняется тем, что величина $(K_2 - K_1)$ также зависит от s , причем с увеличением s — уменьшается.

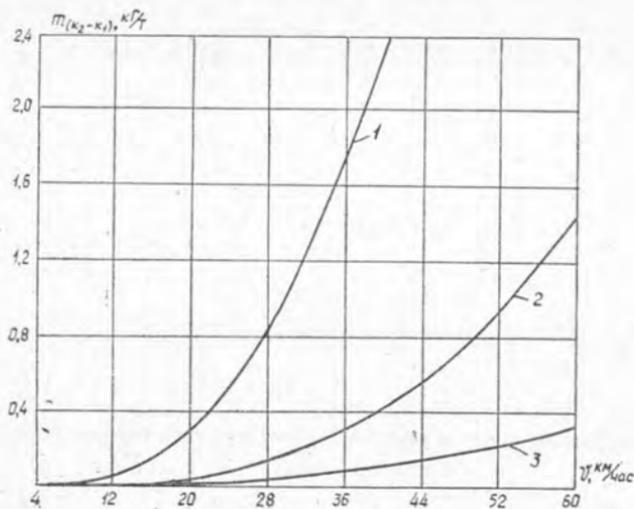


Рис. 3.

Обозначения см. на рис. 1.

На рис. 3 для сопоставления приведены зависимости средних квадратических погрешностей измерений $m_{K_2-K_1}$ от средней скорости поезда при $\Delta v = 1$ км/час и различных s .

Как видим, с повышением скорости величина $m_{K_2-K_1}$ резко возрастает. Расчеты, выполненные по формуле (10), показали, что при $\Delta v = 2$ км/час существенных изменений в графике не наблюдается.

В случае движения поезда с равномерной скоростью на горизонтальном пути $K_1 = K_2$. Тогда формула для определения средней квадратической погрешности измерения величины $(K_2 - K_1)$ будет иметь вид

$$m_{K_2 - K_1} = \frac{4,17v^2}{s^2} \sqrt{2m_s^2 + \frac{8v^2}{12,96} m_i^2} \text{ кгГТ.} \quad (11)$$

На рис. 4 приведена зависимость средней квадратической ошибки измерения величины $(K_2 - K_1)$ от скорости при равномерном движении поезда и разных s . С увеличением скорости, а также с уменьшением отрезка пути s погрешности резко возрастают.

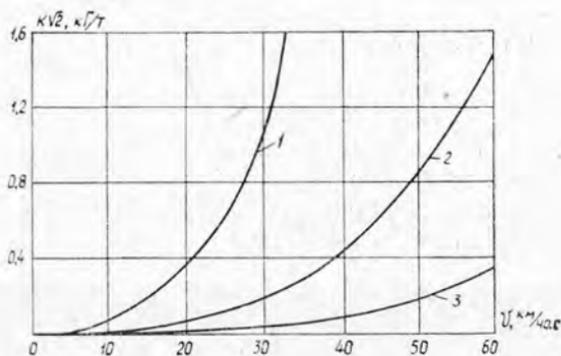


Рис. 4.

Обозначения см. на рис. 1.

Продольный уклон пути i определяют по известной формуле

$$i = \frac{H}{L} \text{ ‰}, \quad (12)$$

где L — длина нивелирного хода (расстояние между крайними положениями реек), м;

H — превышение точек пути, соответствующих крайним положениям реек, мм.

Средняя квадратическая ошибка определения продольного уклона пути может быть вычислена по формуле

$$m_i = \sqrt{\left(\frac{\partial i}{\partial H}\right)^2 \cdot m_H^2 + \left(\frac{\partial i}{\partial L}\right)^2 \cdot m_L^2} \text{ ‰}, \quad (13)$$

где m_H — средняя квадратическая ошибка определения превышения конечной точки нивелирного хода над начальной, мм;

m_L — средняя квадратическая ошибка измерения длины нивелирного хода, м.

Средняя квадратическая ошибка превышения на каждой станции нивелира выразится формулой

$$m_h = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} \text{ мм}, \quad (14)$$

где m_1, m_2 — ошибки отсчетов по рейке на задней и передней связующих точках, мм.

Средняя квадратическая ошибка m_H определится по формуле:

$$m_H = \sqrt{m_{h_1}^2 + m_{h_2}^2 + \dots + m_{h_n}^2} \text{ мм}, \quad (15)$$

где $m_{h_1}, m_{h_2}, \dots, m_{h_n}$ — средние квадратические ошибки измерения превышения на первой, второй и т. д. станциях нивелира, мм.

Так как расстояние между станциями нивелира обычно постоянно ($l = 100 \text{ м}$), то $m_{h_1} = m_{h_2} = \dots = m_{h_n} = m_h$. Тогда

$$m_H = m_h \sqrt{n} = m_h \sqrt{\frac{L}{l}} \text{ мм}. \quad (16)$$

Так как

$$\frac{\partial i}{\partial H} = \frac{1}{L}, \quad \frac{\partial i}{\partial L} = -\frac{H}{L^2},$$

то формула (13) примет вид

$$m_i = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{l} \cdot m_h^2 + i^2 \cdot m_L^2} \text{ ‰}. \quad (17)$$

Как известно, средняя квадратическая ошибка отсчета по рейке при расстоянии между нивелиром и рейкой 50 м не превышает 2 мм.

Результаты вычислений средних квадратических ошибок продольного уклона пути по формуле (17) при $m_L = \frac{L}{2000}$, $m_h = 2 \text{ мм}$ приведены на рис. 5.

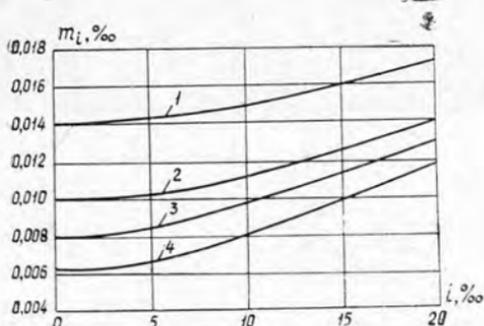


Рис. 5.

1 — $L = 200 \text{ м}$; 2 — $L = 400 \text{ м}$; 3 — $L = 600 \text{ м}$;
4 — $L = 800 \text{ м}$.

Как видно из рисунка, средняя квадратическая ошибка продольного уклона пути возрастает с увеличением продольного уклона, а также с уменьшением длины опытного участка пути (длины нивелирного хода).

Абсолютные значения средних квадратических ошибок продольного уклона пути незначительны. Так, при $i = 10 \text{ ‰}$ и длине опытного участка пути $L = 400 \text{ м}$ величина средней квадратической ошибки не превышает 0,11 ‰.

Из формул (5), (6), (8), (9), (17) получим

$$m_{w_0} = \sqrt{\frac{4,17^2 v_1^4}{s^2} \left(m_s^2 + \frac{4v_1^2}{3,6^2} m_t^2 \right) + \frac{4,17^2 v_2^4}{s^2} \left(m_s^2 + \frac{4v_2^2}{3,6^2} m_t^2 \right) + \frac{1}{L^2} \left(\frac{L}{l} m_h^2 + i^2 \cdot m_L^2 \right)} \text{ кг/Т}. \quad (18)$$

Как показано выше, погрешности определения продольного уклона пути невелики. Если ими пренебречь, то $m_{w_0} \approx m_{K_2 - K_1}$. Поэтому приближенную величину погрешности определения основного удельного сопротивления движению можно найти по рис. 3.

Опытами ЦНИИМЭ [2] получена следующая формула для определения основного удельного сопротивления движению груженых лесовозных вагонов-сцепов ЦНИИМЭ — ДВЗ колеи 750 мм на пути, уложенном рельсами типа 15 кг/пог. м на песчаном балласте:

$$w_0 = 3,19 - 0,05v + 0,0023v^2 \text{ кг/т}, \quad (19)$$

где v — скорость движения, км/час.

Если сопротивление движению, полученное по формуле (19), принять за 100%, а среднюю квадратическую погрешность находить по формуле (18), можно получить зависимость средней квадратической погрешности основного удельного сопротивления движению от скорости в относительном выражении.

На рис. 6 показана зависимость средней квадратической ошибки основного удельного сопротивления движению от скорости при $\Delta v = 1$ км/час и различной длине отрезка пути s , на котором определяется средняя скорость движения.

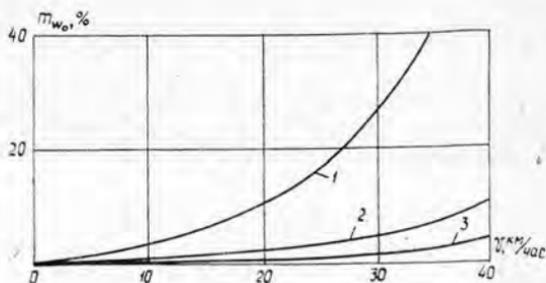


Рис. 6.

Обозначения см. на рис. 1.

Величина m_{w_0} резко возрастает с уменьшением отрезка пути s , а также с увеличением скорости. Так, при $s = 20$ м и $v = 20$ км/час m_{w_0} составляет примерно 10%, а при $v = 40$ км/час m_{w_0} достигает уже 60%. Величина средней квадратической ошибки основного удельного сопротивления движению при $s = 50$ м быстро возрастает, начиная со скорости 30 км/час, достигая 10% при $v = 40$ км/час. Наименьшая погрешность имеет место при $s = 100$ м. Однако в этом случае на величину средней квадратической ошибки основного удельного сопротивления движению может оказать влияние неравномерность движения поезда.

В заключение можно сделать следующие краткие выводы.

1. На величину погрешности основного удельного сопротивления движению преобладающее влияние оказывает длина отрезка пути, на котором определяется «мгновенная» скорость движения, величина скорости и степень точности ее определения.

2. При регистрации времени движения отметчиком времени, дающим на осциллограмме отметки времени в 0,01 сек для скоростей поезда, не превышающих 10 км/час, целесообразно длину отрезка пути,

предназначенного для измерения «мгновенной» скорости, брать 20 м, для скоростей в интервале 10—25 км/час — 50 м, 25—40 км/час — 100 м.

3. При скоростях поезда свыше 40 км/час в целях снижения погрешностей для регистрации времени необходимо применять миллисекундомер, дающий на осциллограмме отметки времени в 0,001 сек.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. А. Вентцель, Е. С. Вентцель. Элементы теории приближенных вычислений. Изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1949. [2]. Ю. Л. Шевченко. Сопротивление движению вагонов-сцепов ЦНИИМЭ — ДВЗ. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964.

Поступила 8 января 1973 г.

УДК 629.114.2.

ОБРАЗОВАНИЕ КОЛЕИ И ПРОХОДИМОСТЬ ЛЕСОВОЗНЫХ ТЯГАЧЕЙ ПРИ МНОГОКРАТНЫХ ПРОХОДАХ

А. А. ФАДЕНКОВ

ЦНИИМЭ

Экспериментальными исследованиями установлена интенсивность образования колеи в транспортном режиме (при номинальной нагрузке) для различных тягачей. Найдены коэффициенты сопротивления движению при первоначальных и многократных проходах и тягово-сцепные качества машин.

Применение на лесозаготовках челюстных погрузчиков, валочно-пакетирующих машин и колесных транспортно-трелевочных тягачей позволило расширить существующие транспортно-технологические схемы освоения лесосек и лесных массивов. В связи со стремлением уменьшить дорожную составляющую себестоимости вывозки леса неизбежно возник вопрос о сокращении протяженности дорожной сети низкой стоимости в лесном массиве и даже полной ликвидации временных подъездных путей (усов) для лесовозных автопоездов. Однако опыт внедрения на лесозаготовках колесных тягачей показывает, что их эффективное использование на лесосеке при многократных проходах требует подготовки и значительного улучшения волоков.

Для сравнительной оценки проходимости различных лесовозных тягачей по лесным грунтам и интенсивности образования ими колеи при многократных проходах, лабораторией автомобильного транспорта ЦНИИМЭ были проведены специальные экспериментальные исследования в Крестецком ЛПХ на следующих грунтовых фонах: а) насыпь —

Таблица 1

Показатели	Величина показателей для тягачей			
	ТДТ-75	Т-157	КрАЗ-255	ЗИЛ-131
Полезная нагрузка, кгс	3850	2500	8000	3350
Полный вес, кгс	14850	12500	20500	9700
Распределение полного веса по осям, кгс				
на переднюю ось	—	5800	5340	3320
на заднюю ось (тележку)	—	6700	15160	6380
Давление в шинах p_w , кгс/см ²				
передних колес	—	1,2	3,5	3,0; 1,5; 1,0
задних колес	—	1,7	3,5	3,0; 1,5; 1,0
Параметр pD (среднее значение), кгс/см .	62	80	131	83; 59; 48

Таблица 2

ТДТ-75			Т-157			КрАЗ-255			ЗИЛ-131, $pW = 3,0$			ЗИЛ-131, $pW = 1,0 (1,5)^*$		
n	$N_{ср}$	$H_{ср}$	n	$N_{ср}$	$H_{ср}$	n	$N_{ср}$	$H_{ср}$	n	$N_{ср}$	$H_{ср}$	n	$N_{ср}$	$H_{ср}$
Насыпь														
0	7	0	0	4	0	0	6	0	0	5	0	0	7	0
40	7	51	40	6	55	50	6	112	50	5	51	50	9	7
80	5	83	80	7	80	70	5	151	100	4	97	100	11	10
120	4	91	120	6	94	—	—	—	150	4	121	150	11	12
160	4	98	160	6	109	—	—	—	200	4	153	200	12	13
Луговина 1														
0	4	0	0	3	0	0	5	0	0	3	0	0	5	0
40	5	63	40	5	68	20	5	76	20	3	96	40	6	25
80	5	108	80	5	136	40	6	158	40	3	153	80	7	39
120	4	186	120	5	208	60	5	242	60	3	208	120	6	66
160	3	230	160	4	258	—	—	—	—	—	—	160	6	93
Луговина 2														
0	2	0	0	2	0	0	4	0	0	2	0	0	3	0
20	2	80	20	2	103	20	3	225	20	2	208	20	2	44
40	2	160	40	2	187	—	—	—	30	1	265	40	2	71
80	1	333	80	2	342	—	—	—	—	—	—	80	2	161
100	2	385	100	2	397	—	—	—	—	—	—	118	2	282

* $pW = 1,5$ кгс/см² — на насыпи.

земляное полотно лесовозной ветки, отсыпанное в просеке леса грунтом из боковых резервов и кюветов. Грунт — легкий суглинок с относительной влажностью 0,64—0,77 от границы текучести; б) луговина 1 — лесная задерненная луговина в низине леса с толщиной дерна 8—10 см. Ниже, на глубину до 70 см залегает слой песчаной глины относительной влажностью 0,67—0,81, еще ниже — легкий суглинок влажностью 0,71; в) луговина 2 — заболоченная, переувлажненная, с дерновым покровом толщиной 10—15 см, покрытая травой. Напластование грунтов было таким же, как и на луговине 1, но глина имела относительную влажность 0,69—0,83, а суглинок — 0,86.

При испытаниях использовались следующие тягачи: гусеничный трелевочный трактор ТДТ-75; колесный тягач с клещевым гидрозхватом Т-157; автомобили КрАЗ-255 и ЗИЛ-131. Весовые характеристики испытывавшихся тягачей приведены в табл. 1.

Для проведения испытаний в равных условиях на каждом грунтовом фоне выбирали идентичные контрольные участки длиной по 25 м, на которых тягачи одновременно совершали со скоростью 4—6 км/час движения вперед — назад без разворота.

В процессе испытаний на каждом участке записывали на ленту осциллографа сопротивление движению и силу тяги по сцеплению, а также в шести поперечниках, расположенных через 5 м, в обеих колеях (в 12 точках) замеряли глубину колеи и прочность грунта.

В табл. 2 приведены значения средней глубины колеи (без учета валиков выпирания) $H_{\text{ср}}$, мм и прочности грунта на дне колеи по числу ударов ударника $N_{\text{ср}}$ в зависимости от числа проходов тягачей n . Действительная же глубина колеи с валиками выпирания в некоторых местах была больше средней и в отдельных случаях превышала ее в 2—2,5 раза.

Из полученных данных следует, что при движении по насыпи увеличение глубины колеи с числом проходов тягачей (кроме КрАЗ-255) происходит по некоторой логарифмической зависимости. Во всех остальных случаях глубина колеи возрастает приблизительно пропорционально числу проходов тягача в результате бокового выпирания грунта. Наименьшую глубину колеи при одинаковом числе проходов образует автомобиль ЗИЛ-131 с пониженным давлением в шинах, а затем гусеничный трактор ТДТ-75 и колесный тягач Т-157. Автомобили КрАЗ-255 и ЗИЛ-131 с нормальным давлением в шинах образуют колею наибольшей глубины. Средневзвешенные по числу проходов тягача данные об интенсивности образования колеи приведены в табл. 3.

Таблица 3

Тягач	Интенсивность образования колеи, мм/проход, на		
	насыпи	луговине 1	луговине 2
ТДТ-75	0,612	1,438	3,850
Т-157	0,681	1,612	3,970
КрАЗ-255	2,157	4,033	11,250
ЗИЛ-131, $p_w = 1 (1,5)$	0,065	0,581	2,390
ЗИЛ-131, $p_w = 3,0$	0,765	3,466	8,833

Общая закономерность образования колеи при повторных проходах тягачей может быть выражена в первом приближении через параметр pD , характеризующий степень воздействия колеса на опорный массив, уравнением прямой линии

Таблица 4

Тягач	Насыпь			Луговина 1			Луговина 2		
	<i>n</i>	<i>f</i>	φ	<i>n</i>	<i>f</i>	φ	<i>n</i>	<i>f</i>	φ
ТДТ-75	0	0,110	—	0	0,142	0,671	0	0,142	0,671
	160	0,120	—	100	0,169	—	40	0,181	—
	—	—	—	160	0,210	0,505	100	0,217	0,465
Т-157	0	0,064	0,504	0	0,055	0,480	0	0,055	0,480
	160	0,076	0,401	100	0,139	—	40	0,144	—
	—	—	—	160	0,178	0,348	100	0,199	0,251**
КрАЗ-255	0	0,100	—	0	0,080	—	0	0,080	—
	50	0,112	—	20	0,132	—	20	0,226	—
	70	0,129	—	60	0,208	—	—	—	—
ЗИЛ-131, $p_w = 1,0 (1,5)^*$	0	0,047	0,575	0	0,075	0,510	0	0,075	0,510
	100	0,056	—	100	0,098	—	100	0,202	—
	200	0,059	0,518	160	0,113	0,384	118	0,326	0,230**
ЗИЛ-131, $p_w = 3,0$	0	0,055	0,440	0	0,100	0,470	—	—	—
	100	0,100	—	20	0,118	—	—	—	—
	200	0,106	0,396	60	0,142	0,362	—	—	—

* $p_w = 1,5 \text{ кгс/см}^2$ — на насыпи. ** Буксование.

$$J_{\text{ср}} = a \cdot pD \text{ мм/проход оси,}$$

где $J_{\text{ср}}$ — средняя интенсивность образования колеи, мм/проход оси;
 pD — произведение среднего удельного давления в контакте шины с опорной поверхностью p на эквивалентный диаметр площади контакта D , кгс/см;
 a — угловой коэффициент, зависящий от свойств и состояния грунта. На насыпи $a = 0,004$, на луговине 1 $a = 0,011$, на луговине 2 $a = 0,028$.

Для гусеничного трактора ТДТ-75 условно приняты две оси (по числу опорных кареток).

В табл. 4 приведены значения коэффициентов сопротивления движению тягачей f в зависимости от числа проходов n и коэффициенты сцепления φ в начале и конце заездов. При первоначальных проходах наибольшее значение f имеет гусеничный трактор ТДТ-75: в 1,72 раза больше, чем у колесного тягача Т-157 на насыпи и в 2,58 раза — на луговине. Однако с увеличением числа проходов эта разница уменьшается до 1,58 раза на насыпи и 1,1—1,2 раза — на луговинах. У автомобилей КраЗ и ЗИЛ значение f при первоначальных проходах близко к его величине для колесного тягача, но при значительном увеличении глубины колеи (при задвигании мостами валиков выпирания) у автомобилей f возрастает быстрее.

Коэффициент сцепления у гусеничного тягача ТДТ-75 при первоначальных проходах на луговине в 1,4 раза выше, чем у колесного тягача Т-157. К концу заездов, при одинаковой глубине колеи, эта разница увеличилась в среднем до 1,65 раза, то есть сила тяги по сцеплению при многократных проходах с образованием колеи у гусеничного тягача более устойчива, чем у колесного.

При первоначальных заездах проходимость всех тягачей (разность $\varphi - f$) была высокой. У гусеничного тягача она сохранилась достаточно высокой до конца заездов, в то время как у колесных машин с глубиной колеи резко падала и к концу заездов, примерно при той же глубине колеи, для их движения часто требовалась посторонняя помощь.

Материалы исследования показывают, что ввиду резкого ухудшения транспортной экономичности колесных машин при образовании колеи, их эксплуатация целесообразна только на укрепленных волоках, не имеющих глубоких колеи.

Поступила 10 августа 1972 г.

ПОПРАВКА

В статье А. А. Фаденкова «К вопросу о поддрессировании лесозвозного прицепа-ропусака», опубликованной в «Лесном журнале» № 1 за 1972 г., допущена опечатка. В табл. 1 для ропуска ТМЗ-803 общая приведенная жесткость подвески равна 6040 кг/см

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.093.6-413.82

О ВЛИЯНИИ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРОВ ПРОКЛАДОК
В ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЕ
НА ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В. Е. КОНДРАШКИН

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены результаты исследований влияния непараллельной установки пил ходу пильной рамки на точность формы, размерообразование и глубину рисок пиломатериалов.

Качество и точность рамной распиловки зависят от характеристики распиливаемой древесины, технического состояния лесопильных рам (точности их настройки, характеристики, качества, правильности подготовки и установки рамных пил) и режима пиления [1].

Одна из важных причин, вызывающих погрешности в размерообразовании пиломатериалов, — непараллельность плоскостей рамных пил их ходу при перемещении пильной рамки из верхнего положения в нижнее. На рис. 1 схематично показана распиловка бруса при непараллельной установке плоскостей полотна второй слева пилы; непараллельность возникла в результате неправильного подбора толщин

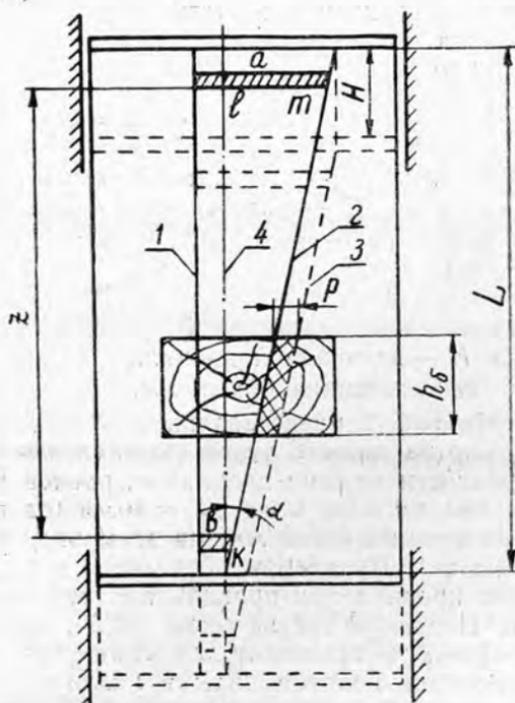


Рис. 1.

1 — правильно расположенная первая пила; 2 — крайнее верхнее положение второй пилы; 3 — крайнее нижнее положение второй пилы; 4 — должное положение второй пилы.

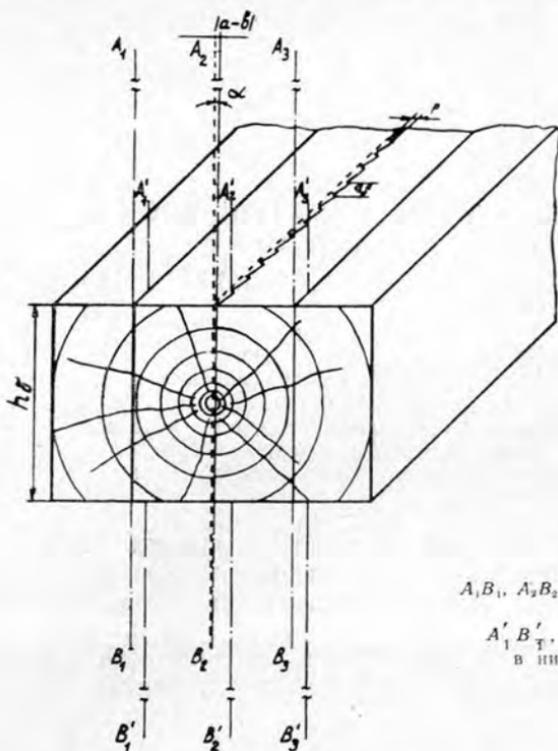


Рис. 2.

A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3 — пилы в верхней мертвой точке;
 $A'_1B'_1, A'_2B'_2, A'_3B'_3$ — пилы в нижней мертвой точке.

верхней и нижней прокладок. Неточность подбора прокладок определяется разностью $|a-b|$, где a и b — соответствующие фактические толщины верхней и нижней прокладок.

Угол отклонения полотна пилы α определяют из треугольника klm

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{|a-b|}{Z},$$

где $|a-b| = lm$ — разность толщины прокладок, мм;

Z — расстояние между прокладками, мм.

Длину полотна пилы для распиловки брусьев вычисляли по формуле [2]

$$L = H + h_6 + 330,$$

здесь H — величина хода пильной рамки, мм;

h_6 — толщина бруса, мм.

На рис. 2 представлены характер и форма пропила при установке полотна пилы с углом отклонения $\alpha = 0^\circ 24'$ (что соответствует разности толщин прокладок, равной 8 мм) при ходе пильной рамки $H = 600$ мм и посылке $\Delta = 40$ мм/ход в случае распиловки соснового бруса толщиной 200 мм; на этом рисунке показана одна сторона хода зубьев пил. Пунктиром обозначено положение пилы и соответствующая линия пропила при правильном (точном) подборе прокладок $|a-b| = 0$. Первая и третья пилы (A_1B_1, A_3B_3) установлены с нулевым отклонением и показаны для сравнения формы и характера пропилов. Отклонение полотна пилы в различной степени влияет на точность формы, глубину рисок и размерообразование пиломатериалов. При не-

точном подборе толщины прокладок получается доска трапециевидного сечения. Разница в размерах доски по противоположным краям зависит от абсолютного значения разности толщин прокладок и высоты пропила (толщины бруса). Расчет показывает, что при реально возможной неточности парных прокладок (1—4 мм) толщины досок, выпиливаемых из брусков 130—250 мм, различаются по противоположным краям на 0,1—0,7 мм.

Отклонение полотна пилы — одна из причин образования рисок на пластьях пиломатериалов. Глубина риска p зависит от угла отклонения и хода пильной рамки и принимает значения от 0,5 мм (при $|a-b| = 1$ мм) и $H = 600$ мм до 2,24 мм (при $|a-b| = 4$ мм и $H = 700$ мм).

Особое внимание следует обратить на дополнительные потери древесины при последующей обработке пластей досок, имеющих увеличенную глубину риска.

На рис. 3 штриховкой показана площадь потерь древесины при последующей обработке пластей пиломатериалов. Определим глубину риски и площадь пропила. Из треугольника EBC

$$BC = BE \cdot \sin \angle BEC,$$

но так как $BE = H$, $\angle BEC = \alpha$, то

$$BC = H \cdot \sin \alpha;$$

из треугольника $BB'C$

$$BB' = \frac{BC}{\cos \angle B'BC},$$

но так как $\angle B'BC = \alpha$, то

$$BB' = \frac{BC}{\cos \alpha};$$

из-за малости угла α $\cos \alpha = 1$ и $BB' = BC = p$, отсюда

$$p = H \cdot \sin \alpha.$$

Аналогично доказываем, что $AB = BF = h_0$, следовательно,

$$S_{ABB'A'} = S_{ABCD} = AB \cdot BC; \quad S_{ABB'A'} = h_0 p.$$

По приведенным формулам вычислены объемы потерянной древесины для брусков длиной 6 м при различных их толщинах, длинах пил, ходах пильной рамки и отклонениях полотна пилы.

На рис. 4 приведено семейство характеристик, определяющих зависимость объема потерянной древесины при распиловке бруса от разности толщин парных прокладок при постоянном ходе пильной рамки и толщине бруса.

От неправильного подбора даже одной пары боковых прокладок полезный объем древесины при дальнейшей обработке пластей снижается от 0,1 до 1,0% от общего объема бруса ($V_{\text{общ}} = 0,3 \text{ м}^3$).

Вопрос о прокладках — один из важных, правильное решение которого будет способствовать повышению объемного использования

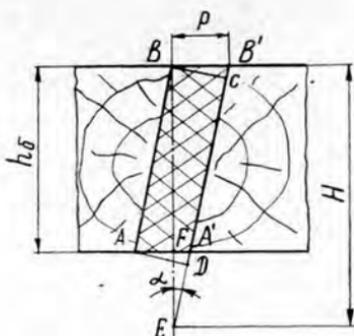


Рис. 3.

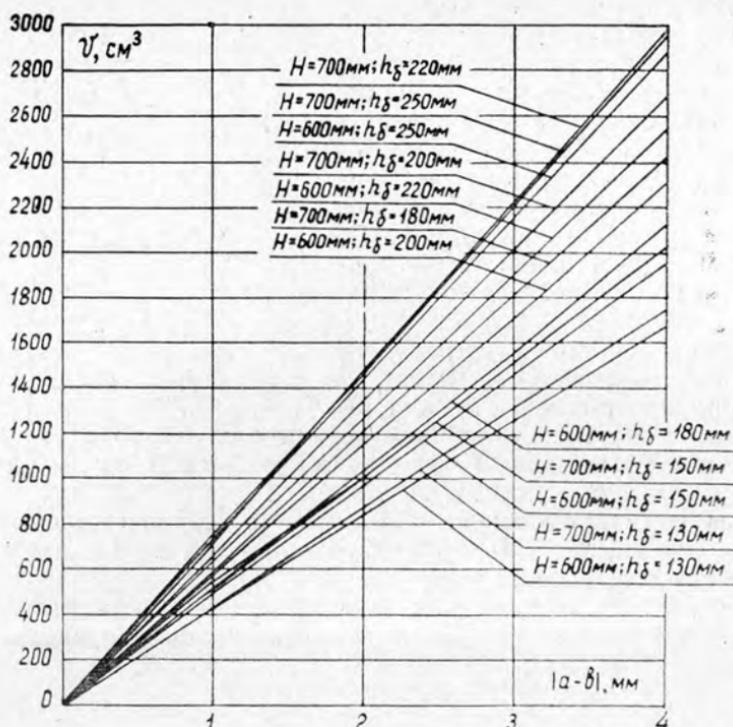


Рис. 4.

древесины не только при распиловке, но и на последующих стадиях обработки пластей и кромок пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. К. Камалютдинова. Чистота поверхности пиломатериалов рамной распиловки. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [2]. Руководящие технические материалы по определению величины посылки при распиловке бревен и брусков хвойных пород на лесопильных рамах пиломатериалов с плющенными зубьями. ЦНИИМОД, М., 1966.

Поступила 15 марта 1972 г.

УДК 647.05

РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ ЦЕПНОГО ДРОВОКОЛЬНОГО СТАНКА С УЧЕТОМ УПРУГОСТИ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Т. М. ШКИРЯ

Львовский лесотехнический институт

Приведена система дифференциальных уравнений, приближенно описывающая динамику работы древокольного станка, показано решение этой системы.

Нестабильность сопротивления раскалыванию на рабочих органах древокольного станка приводит к возникновению в его упругих элементах колебательных процессов, пренебрежение которыми может повлечь за собой значительные ошибки. При динамическом расчете станка достаточно учесть упругость одного из промежуточных элементов, которому свойственна самая меньшая жесткость; в трансмиссии цепного древокольного станка КЦ-7 таким элементом является клиноременная передача.

Рассматривая древокольный станок как единый электромеханический агрегат, принимаем следующие допущения: 1) зависимость усилия раскалывания от глубины внедрения клина в древесину (увеличение усилия от 0 до P_{max}) и зависимость момента электродвигателя от угловой скорости на рабочем участке его механической характеристики являются линейными; 2) расчетная схема представлена в виде двухмассовой системы с одним упругим звеном, которому соответствует ременная передача; 3) все активные силы и силы сопротивления приведены к валу электродвигателя.

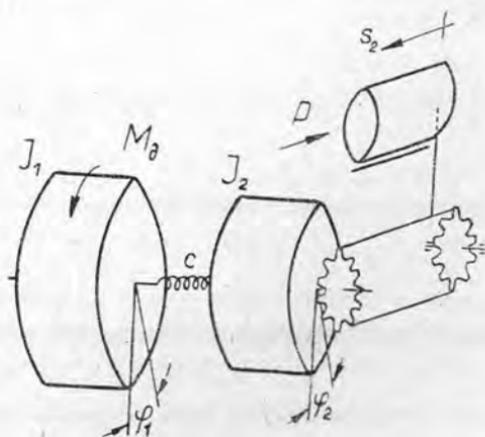


Рис. 1. Приведенная эквивалентная схема цепного древокольного станка.

Дифференциальные уравнения движущихся частей цепного древокольного станка с учетом податливости клиноременной передачи, но без учета рассеивания энергии в ней можно записать в следующем виде [1]:

$$\left. \begin{aligned} I_1 \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} + (\varphi_1 - \varphi_2)c &= M_d; \\ I_2 \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} - (\varphi_1 - \varphi_2)c &= -M_c, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где I_1 — приведенный момент инерции ведущей массы (ротор двигателя и ведущий шкив ременной передачи);
 I_2 — приведенный момент инерции холостой ветви ременной передачи, ведомого шкива, маховика, шестерен и валов редуктора, цепной передачи и подлежащего расколке чурака;
 c — приведенная угловая жесткость клиноременной передачи;
 φ_1, φ_2 — угловые координаты ведущей и ведомой масс;
 M_d — момент, развиваемый электродвигателем;
 M_c — момент сопротивления раскалыванию.

Угловую жесткость клиноременной передачи можно определить по формуле [3]

$$c = a \frac{FEr_{ш}}{l_3}, \quad (2)$$

где a — коэффициент, учитывающий влияние монтажного натяжения клиноременной передачи;
 F и E — площадь поперечного сечения и модуль упругости ремней;
 $r_{ш}$ — радиус шкива;
 l_3 — эффективная рабочая длина участка ременной передачи.
 С учетом приведенного выше допущения момент электродвигателя [5]

$$M_d = \frac{M_k \omega_c}{\omega_c - \omega_k} \left[1 - \frac{1}{\omega_c} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} \right], \quad (3)$$

где M_k — максимальный момент двигателя;
 ω_c, ω_k — синхронная и критическая угловые скорости вала двигателя.

Если принять, что усилие раскалывания возрастает пропорционально глубине внедрения клина в древесину, то момент сопротивления раскалыванию можно определить по следующей формуле [2]:

$$M_c = 0,2Z_m + 1,05(qL\mu_1 + Q\mu_2) + 1,05 \frac{P_{max}}{s_p} \left(\mu_1 \frac{h_0}{l} + 1 \right) s \frac{r_3}{i\eta}, \quad (4)$$

где Z_m — монтажное натяжение цепи;
 q — вес 1 пог. м цепи;
 L — межосевое расстояние цепной передачи;
 Q — вес чурака;
 μ_1 и μ_2 — коэффициенты трения цепи и чурака о направляющую опору;
 h_0 и l — высота и длина упора;
 r_3 — радиус ведущей звездочки;
 i и η — передаточное число и к.п.д. механической передачи;
 P_{max} — максимальное усилие раскалывания;
 s_p — рабочая глубина внедрения раскалывающего клина в чурак, при которой между отделяемыми его частями появляется щель;
 s — текущее значение глубины внедрения клина в чурак.

Подставляя выражения (3) и (4) в уравнение (1), определив из него величины φ_1 и φ_2 и проинтегрировав их дважды, после преобразований получим

$$\frac{d^4\varphi_1}{dt^4} + a_3 \frac{d^3\varphi_1}{dt^3} + a_2 \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} + a_1 \frac{d\varphi_1}{dt} + a_0\varphi_1 = b_1; \quad (5)$$

$$\frac{d^4\varphi_2}{dt^4} + a_3 \frac{d^3\varphi_2}{dt^3} + a_2 \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} + a_1 \frac{d\varphi_2}{dt} + a_0\varphi_2 = b_2, \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} a_3 &= \frac{M_K}{I_1(\omega_c - \omega_K)}; \\ a_2 &= \frac{c}{I_1 I_2} (I + I_2) + \frac{1,05 P_{max} r_3^2}{I_2 s_p i \eta} \left(\mu_1 \frac{h_0}{l} + 1 \right); \\ a_1 &= \frac{M_K}{I_1 I_2 (\omega_c - \omega_K)} \left[\frac{1,05 P_{max} r_3^2}{s_p i \eta} \left(\mu_1 \frac{h_0}{l} + 1 \right) + c \right]; \\ a_0 &= \frac{c}{I_1 I_2} \left[\frac{1,05 P_{max} r_3^2}{s_p i \eta} \left(\mu_1 \frac{h_0}{l} + 1 \right) + c \right]; \\ b_1 &= \frac{c}{I_1 I_2} \left\{ \frac{M_K \omega_c}{\omega_c - \omega_K} \left[\frac{1,05 P_{max} r_3^2}{s_p i \eta} \left(\mu_1 \frac{h_0}{l} + 1 \right) + c \right] - \right. \\ &\quad \left. - [0,2Z_M + 1,05 (qL\mu_1 + Q\mu_2)] \frac{r_3}{i\eta} \right\}; \\ b_2 &= \frac{c}{I_1 I_2} \left\{ \frac{M_K \omega_c}{\omega_c - \omega_K} - [0,2Z_M + 1,05 (qL\mu_1 + Q\mu_2)] \frac{r_3}{i\eta} \right\}. \end{aligned}$$

Найдем общее решение полученных неоднородных уравнений нашей динамической системы, которое состоит из комплементарной функции и частного решения.

Характеристическое уравнение системы имеет следующий вид:

$$x^4 + a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 = 0. \quad (7)$$

Так как корни уравнения (7) комплексные и сопряженные ($x_{1,2} = d_1 \pm i\beta_1$; $x_{3,4} = d_2 \pm i\beta_2$), то общее решение дифференциальных уравнений (5), (6):

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= A_1 e^{-\alpha_1 t} \sin \beta_1 t + A_2 e^{-\alpha_1 t} \cos \beta_1 t + A_3 e^{-\alpha_2 t} \sin \beta_2 t + \\ &\quad + A_4 e^{-\alpha_2 t} \cos \beta_2 t + \varphi_{1 \text{ част}}; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= B_1 e^{-\alpha_1 t} \sin \beta_1 t + B_2 e^{-\alpha_1 t} \cos \beta_1 t + B_3 e^{-\alpha_2 t} \sin \beta_2 t + \\ &\quad + B_4 e^{-\alpha_2 t} \cos \beta_2 t + \varphi_{2 \text{ част}}. \end{aligned} \quad (9)$$

После дифференцирования получим интересующие нас зависимости угловых скоростей ω_1 и ω_2 от времени раскалывания:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= (A_1 - A_2 \alpha_1) e^{-\alpha_1 t} \cos \beta_1 t - (A_1 \alpha_1 + A_2) e^{-\alpha_1 t} \sin \beta_1 t + \\ &\quad + (A_3 - A_4 \alpha_2) e^{-\alpha_2 t} \cos \beta_2 t - (A_3 \alpha_2 + A_4) e^{-\alpha_2 t} \sin \beta_2 t; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \omega_2 &= (B_1 - B_2 \alpha_1) e^{-\alpha_1 t} \cos \beta_1 t - (B_1 \alpha_1 + B_2) e^{-\alpha_1 t} \sin \beta_1 t + \\ &\quad + (B_3 - B_4 \alpha_2) e^{-\alpha_2 t} \cos \beta_2 t - (B_3 \alpha_2 + B_4) e^{-\alpha_2 t} \sin \beta_2 t. \end{aligned} \quad (11)$$

Корни уравнений определяли по методу Берстоу [4] на ЭЦВМ «Проминь-2М», а постоянные коэффициенты A_i и B_i — из начальных условий, которые при $t = 0$ имеют вид

$$(\varphi_1)_0 = 0; \quad \left(\frac{d\varphi_1}{dt} \right)_0 = \omega_0; \quad (\varphi_2)_0 = 0; \quad \left(\frac{d\varphi_2}{dt} \right)_0 = \frac{\omega_0}{i}.$$

Частное решение уравнений (5) и (6) находим в виде $\varphi_{1\text{част}} = C_1$ и $\varphi_{2\text{част}} = C_2$. Подставляя эти значения в равенства (5) и (6), получим

$$a_0 C_1 = b_1 \quad \text{и} \quad a_0 C_2 = b_2,$$

откуда

$$\varphi_{1\text{ част}} = \frac{b_1}{a_0} \quad \text{и} \quad \varphi_{2\text{ част}} = \frac{b_2}{a_0}.$$

Подстановкой последовательно текущих значений времени t в формулы (10) и (11) найдем изменение угловой скорости по времени при тех или иных параметрах станка (M_{κ} , ω_c , ω_{κ} , I_1 , I_2) с учетом жесткости ременной передачи. Определив ее оптимальную жесткость $\max. s_p, Q$, можно при проектировании цепного дровокольного станка осуществить выбор электродвигателя с оптимальной механической характеристикой, подбор по весу маховика и его рациональное размещение, усовершенствовать кинематическую схему, то есть наилучшим образом использовать все возможности для получения максимального раскалывающего усилия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. С. Комаров. Динамика машин и механизмов. Изд-во «Машиностроение», М., 1969. [2]. С. И. Рахманов, К. Ф. Гороховский. Машины и оборудование лесозаготовок. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [3]. Е. И. Ривин. Динамика привода станков. Изд-во «Машиностроение», М., 1966. [4]. Р. В. Хемминг. Численные методы. Изд-во «Наука», М., 1968. [5]. М. Г. Чиликин. Общий курс электропривода. Изд-во «Энергия», М., 1971.

Поступила 20 января 1972 г.

УДК 674.053:621.933.6

ВЛИЯНИЕ ПРИФУГОВКИ ЗУБЬЕВ РАМНЫХ ПИЛ НА СИЛЫ РЕЗАНИЯ

Е. М. БОРОВИКОВ, А. С. ПОЗДЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты исследования влияния прифуговки зубьев рамных пил на силы резания при распиловке ели при подачах на зуб, равных 1,04 и 1,56 мм. Показано, что прифуговка плющенных зубьев рамных пил не вызывает существенного изменения сил резания.

Прифуговка зубьев пил — известный и нашедший применение в практике технологический прием. Прифуговкой выравниваются зубья по высоте, чем обеспечивается равномерная подача распиливаемого материала на зуб. Как показали исследования ученых Ленинградской лесотехнической академии (А. Э. Грубе и Е. М. Ицкович, 1948 г.), прифуговка разведенных зубьев уменьшает их затупляемость, что, в свою очередь, позволяет увеличить продолжительность упряга работы пилы и повысить качество пиломатериалов. Создание микрогеометрии на вершине зуба приводит к увеличению прочности режущей кромки, что особенно важно при армировании зубьев рамных пил пластинками металлокерамических твердых сплавов.

Однако не ясно, как прифуговка, приводящая к образованию фаски с нулевым задним углом на вершине зубьев, влияет на силы резания. Для решения этого вопроса нами были изучены силы реза-

ния, возникающие при распиливании древесины двумя пилами с плющеными зубьями (причем зубья одной из них имели прифугованные вершины); шаг зубьев $t = 26$ мм, толщина полотна 2,2 мм, угловые элементы по ГОСТу 5524—62.

Пилы подготавливали к работе по принятой на лесозаводах технологии. Средняя величина плющения на сторону составляла 0,95 мм. После заточки зубья пил подшлифовывали. Прифуговку выполняли на заточном станке ЗА64М мелкозернистым шлифовальным кругом. Фаска при вершине равнялась 1 мм, то есть была примерно в два раза больше обычной; это было сделано с целью получения возможно большей разницы в силах резания для опытных пил. Геометрия зуба пилы с фаской показана на рис. 1. На специальной экспериментальной установке* распиливали еловые образцы высотой $h = 200$ мм со средней подачей на зуб 1,04 и 1,56 мм. Чтобы исключить влияние различия в механических свойствах древесины распиливаемых образцов, их вырезали из бесчучковых зон одного и того же бревна. Силы резания и отжима измеряли при распиливании каждого образца поочередно обеими пилами при одной и той же подаче на зуб и регистрировали при помощи осциллографа Н-700. Анализ осциллограмм показал, что характер изменения сил за один оборот коленчатого вала при пилении обеими пилами не имеет принципиального различия.

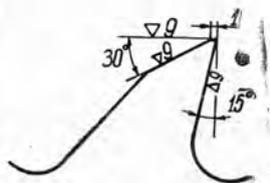
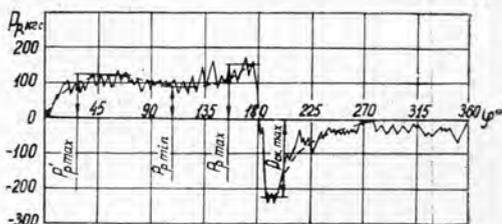
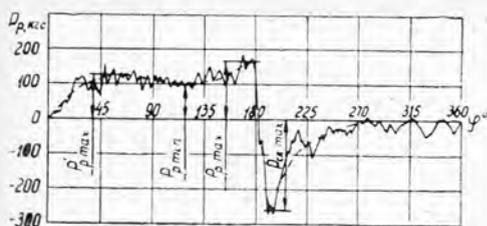


Рис. 1.

а)

б)



в)

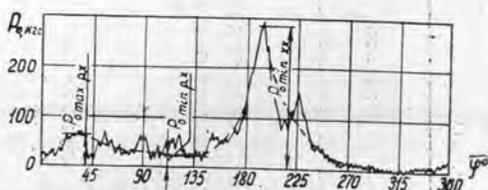
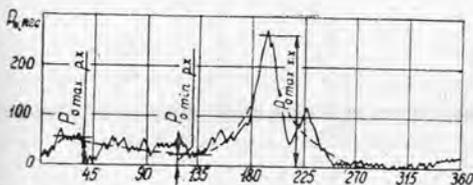


Рис. 2.

а, в — пиление пилой с зубьями без фаски; б, г — пиление пилой с зубьями, имеющими фаску.

* Е. М. Боровиков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963.

Показатели	Подача на зуб $U_z, мм$	Средние значения силы $\pm\sigma, кгс$	Статистические показатели		Разница средних значений показателей		Разница средних значений показателей при $P_B = 0,95$
			$\pm\sigma, кгс$	$P, \%$	$кгс$	$\%$	
Рабочий ход							
Сила резания							
максимальное значение в начале рабочего хода пилы $P'_{p\ max}$	1,04	$\frac{126,4}{122,0}$	$\frac{14,8}{8,6}$	$\frac{3,7}{2,2}$	+4,4	3	Недостоверна
	1,56	$\frac{192,6}{184,9}$	$\frac{16,5}{17,0}$	$\frac{3,04}{3,2}$	+7,7	4	"
минимальное значение в середине рабочего хода пилы $P_{p\ min}$	1,04	$\frac{98,7}{96,4}$	$\frac{13,4}{3,6}$	$\frac{4,2}{1,1}$	+2,3	2	"
	1,56	$\frac{125,2}{118,8}$	$\frac{14,9}{4,2}$	$\frac{3,8}{1,2}$	+6,4	5	"
максимальное значение в конце рабочего хода пилы $P_{p\ max}$	1,04	$\frac{175,6}{151,7}$	$\frac{18,5}{7,5}$	$\frac{3,3}{1,5}$	+23,9	13	Достоверна
	1,56	$\frac{252,6}{236,1}$	$\frac{22,6}{21,6}$	$\frac{2,8}{3,2}$	+16,5	7	Недостоверна
среднее значение за рабочий ход пилы $P_{p\ ср}$	1,04	$\frac{110,3}{108,0}$	$\frac{12,5}{3,1}$	$\frac{3,5}{0,9}$	+2,3	2	"
	1,56	$\frac{152,3}{145,0}$	$\frac{14,5}{2,3}$	$\frac{3,02}{0,55}$	+7,3	5	"
Сила отжима							
максимальное значение в начале рабочего хода пилы $P_{o\ max\ p.x}$	1,04	$\frac{62,0}{66,8}$	$\frac{9,8}{7,4}$	$\frac{4,8}{3,4}$	-4,8	8	"
	1,56	$\frac{81,8}{87,5}$	$\frac{10,2}{6,5}$	$\frac{3,95}{2,6}$	-5,7	7	"

Показатели	Подача на зуб U_2 , мм	Средние значения силы $\pm \sigma$, кгс	Статистические показатели		Разница средних значений показателей		Разница средних значений показателей при $P_B = 0,95$
			$\pm \sigma$, кгс	P , %	кгс	%	
минимальное значение в середине рабочего хода пилы $P_{o \min}$ р.х	1,04	$\frac{18,9}{22,6}$	$\frac{3,9}{1,6}$	$\frac{6,3}{2,2}$	-3,7	20	Достоверна
	1,56	$\frac{32,3}{38,0}$	$\frac{7,3}{8,1}$	$\frac{7,1}{7,4}$	-5,7	18	Недостоверна
среднее значение за рабочий ход пилы $P_{o \text{ ср}}$	1,04	$\frac{36,1}{40,8}$	$\frac{4,7}{4,1}$	$\frac{4,1}{3,1}$	-4,7	13	Достоверна
	1,56	$\frac{48,2}{54,2}$	$\frac{6,6}{2,6}$	$\frac{4,3}{1,6}$	-6,1	12	"
Холостой ход							
Максимальное значение силы резания за холостой ход пилы, или сила скобления $P_{ск \max}$	1,04	$\frac{262,6}{233,0}$	$\frac{12,1}{8,4}$	$\frac{1,4}{1,1}$	+29,5	11	Достоверна
	1,56	$\frac{362,0}{326,8}$	$\frac{19,3}{17,5}$	$\frac{1,7}{1,8}$	+35,2	10	"
Максимальное значение силы отжима за холостой ход пилы $P_{o \max \text{ х.х}}$	1,04	$\frac{285,0}{278,4}$	$\frac{13,7}{6,3}$	$\frac{1,4}{0,7}$	+6,6	2	Недостоверна
	1,56	$\frac{427,7}{402,5}$	$\frac{12,7}{19,6}$	$\frac{0,94}{1,7}$	+25,2	6	Достоверна

Примечание. В числителе данные соответствуют распиловке обычной рамной пилой; в знаменателе — пилой, вершины зубьев которой имеют фаску шириной 1 мм. Знак «плюс» указывает на превышение данного показателя для обычной пилы по сравнению с пилой с прифугованными зубьями, а знак «минус» — на уменьшение показателя.

На рис. 2 показаны снятые с осциллограмм графики изменения сил резания (*a, б*) и отжима (*в, г*) при пилении с подачей на зуб 1,04 мм. Для установления различия отдельных показателей сил резания и отжима при пилении обеими пилами была проведена обработка осциллограмм (8—10 оборотов коленчатого вала на каждой). Результаты приведены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что при пилении еловой древесины рамными пилами с прифугованными зубьями при исследованных подачах на зуб нет существенного различия в силе резания за рабочий ход. Максимальное значение силы скобления при пилении пилой с прифугованными зубьями примерно на 10% меньше, чем при пилении пилой без прифуговки зубьев; средние значения силы отжима за рабочий ход, наоборот, на 12—13% меньше у обычной пилы. Однако, учитывая, что силы отжима по абсолютной величине незначительны и что в производственных условиях размер фаски при прифуговке зубьев рамных пил меньше 1 мм, практически нельзя ожидать сколько-нибудь существенного увеличения мощности при пилении еловой древесины рамными пилами с прифугованными зубьями.

Следовательно, целесообразно рекомендовать прифуговку зубьев рамных пил, так как она увеличит износостойкость зубьев, повысит прочность режущей кромки и благоприятно отразится на качестве поверхности выпиливаемых материалов.

Поступила 26 января 1972 г.

УДК 674.055:621.925

К РАСЧЕТУ ВЕЛИЧИН ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА ШЛИФОВАЛЬНОЙ ЛЕНТЕ

М. В. ЖЕСТЯННИКОВ, М. М. БЛИТШТЕЙН, И. Г. НАЗАРЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия

В. А. ОВЧИННИКОВ

Ленинградский 4-й мебельный завод

Рассмотрены процессы накопления и утечки зарядов статического электричества, генерирующихся на шлифовальной ленте в процессе резания. Указаны основные факторы, влияющие на процесс генерации, и даны некоторые рекомендации по уменьшению действия статического электричества при шлифовании.

При шлифовании древесины и лаковых покрытий на ней ленточно-шлифовальными станками на шлифовальной ленте возникают электрические заряды большой величины, которые генерируются ее трением о валы и об обрабатываемое изделие.

Величина заряда на шлифовальной ленте после окончания переходных процессов определяется совместным действием процессов генерации и утечки зарядов. Эти процессы можно рассматривать раздельно, так как утечка зарядов происходит с участков шлифовальной ленты, не контактирующих в рассматриваемый момент с валами и изделием.

При перемещении бесконечной ленты (здесь и в дальнейшем шлифовальную ленту будем называть просто лентой) на расстояние dl приращение электрического заряда

$$dQ = \sigma_0 ds = \sigma_0 bdl, \quad (1)$$

где σ_0 — плотность заряда, образовавшегося на площади ds ;
 b — ширина шлифовальной ленты.

Суммарный заряд

$$Q_{\Sigma} = \int_0^{\infty} \sigma_0 b dl. \quad (2)$$

Величина σ_0 складывается из плотности σ_1 заряда, образовавшегося в результате трения ленты о валы, и плотности σ_2 заряда от трения ленты об обрабатываемое изделие,

$$\sigma_0 = \sigma_1 + \sigma_2. \quad (3)$$

В соотношении (3) величина $\sigma_1 \ll \sigma_2$, потому что в областях, непосредственно примыкающих к последним точкам контакта ленты с заземленными валами, происходит особенно интенсивная утечка зарядов. Плотность заряда σ_1 зависит от скорости движения ленты. Чем выше скорость, тем быстрее наэлектризовавшийся участок ленты уходит из непосредственной близости к валам и тем лучше лента сохраняет образовавшийся на ней трибоэлектрический заряд. Это утверждение хорошо согласуется с данными А. Леба [3] и результатами наших экспериментов [2].

Величину σ_2 определяли по второму правилу А. Коена [5]:

$$\sigma_2 = k \frac{s}{s_0} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2), \quad (4)$$

где k — константа, зависящая от состояния соприкасающихся тел, условий среды и т. д.;

s — поверхность соприкосновения;

s_0 — площадь наэлектризованного тела;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ — диэлектрические проницаемости соприкасающихся тел.

В рассматриваемом нами случае трения ленты об изделие площадь поверхности соприкосновения s — функция давления p утюжка на ленту $s(p)$. Область значений этой функции лежит в пределах $0-s_0$, где s_0 — площадь поверхности утюжка. Тогда

$$\sigma_2 = k \frac{s(p)}{s_0} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2). \quad (5)$$

В данном случае величины ε_1 и ε_2 — диэлектрические проницаемости материала ленты и изделия соответственно.

Заряд, генерирующийся на ленте от трения ее об изделие,

$$Q_2 = \iint_{(s)} \sigma_2 ds = \int_0^{\infty} k \frac{s(p)}{s_0} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) b dl. \quad (6)$$

Суммарный заряд на ленте

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 = \int_0^{\infty} \sigma_1 b dl + \int_0^{\infty} k \frac{s(p)}{s_0} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) b dl. \quad (7)$$

Интегрируя по времени, получим

$$Q_{\Sigma} = \int_0^T \sigma_1 b v dt + \int_0^T k \frac{s(p)}{s_0} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) b v dt, \quad (8)$$

где T — время обработки;

v — скорость движения ленты.

Из выражения (8) видно, что суммарный заряд тем больше, чем выше скорость движения ленты, давление утюжка, время шлифования изделия, разность диэлектрических проницаемостей материала ленты и изделия.

Так как рассматриваемая система имеет определенную электрическую емкость, обкладками которой служат поверхности ленты, заземленных валов и обрабатываемого изделия, то генерирующиеся заряды заряжают ленту, и на ней устанавливается довольно высокий электрический потенциал относительно земли [2].

На первый взгляд может показаться, что увеличение заряда ограничено лишь продолжительностью обработки, однако, как мы указывали выше, в действительности имеет место непрерывная утечка зарядов с ленты. В какой-то момент времени t_0 наступает динамическое равновесие, и заряд на ленте перестает увеличиваться. Этот режим назовем установившимся и запишем для него уравнение баланса токов утечки, приведенное в работе П. Л. Гефтера [1] для общего случая движения наэлектризованного материала по заземленным цилиндрическим поверхностям,

$$I_n + I_s + I_b = 0, \quad (9)$$

где I_n — ток переноса заряда движущимся материалом;
 I_s — ток утечки по поверхности материала;
 I_b — ток утечки из-за проводимости воздушной среды.

Для рассматриваемого случая движения шлифовальной ленты величиной тока I_b можно пренебречь, а для токов I_n и I_s имеем следующие выражения:

$$I_n = vC \frac{d\varphi}{dt}, \quad (10)$$

где C — электрическая емкость единицы площади ленты;
 φ — электрический потенциал рассматриваемой точки;

$$I_s = \frac{1}{\rho_s v} \cdot \frac{d^2 u}{dt^2} dt, \quad (11)$$

здесь ρ_s — удельное поверхностное сопротивление материала ленты;
 u — разность потенциалов вдоль ленты.

Подставив значения I_n и I_s из уравнений (10) и (11) в выражение (9), получим

$$\frac{1}{\rho_s v} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} - vC \frac{d\varphi}{dt} = 0, \quad (12)$$

так как

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = - \frac{d^2 u}{dt^2}.$$

Предположив, что в точке контакта ленты со вторым по движению валом ее потенциал равен нулю, имеем следующие граничные условия:

$$t = 0, \quad \varphi = \frac{\sigma_0}{C} \quad \text{и} \quad t = \frac{l}{v}, \quad \varphi = 0.$$

Тогда выражение

$$\sigma(t) = \sigma_0 \left(1 - \frac{1 - e^{-C\rho_s v^2 t}}{1 - e^{-C\rho_s l v}} \right) \quad (13)$$

будет решением уравнения (12).

В настоящее время влияние зарядов статического электричества на технологию шлифования исследовано недостаточно. Однако имеющиеся данные показывают, что статическая электризация отрицательно действует как на качество обработки, так и на эффективность использования шлифовальных шкур. В частности, наблюдается электростатическое притяжение частиц электростатически заряженной древесины к абразивной стороне шлифовальной ленты, потенциал которой высок; тем самым ускоряется процесс засаливания шлифовальных шкур.

Величину электростатических зарядов можно уменьшить, если процесс их утечки сделать более интенсивным. В общем случае стекание зарядов с наэлектризованного материала полностью определяется его удельным сопротивлением и проводимостью окружающей среды.

Интенсивность электризации при шлифовании практически можно уменьшить двумя способами: 1) создать влажную атмосферу вблизи рабочей зоны, что, однако, противоречит требованиям технологии шлифования; 2) создать проводящий слой на обратной стороне шлифовальной ленты [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Гефтер. Рассеяние зарядов статического электричества наэлектризованными материалами в процессах движения по заземленным направляющим. В сб. «Методы и средства защиты организма человека от статического электричества». МДНТП, 1968. [2]. М. В. Жестяников. Исследование электрических явлений при шлифовании лаковых пленок. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 2, 1969. [3]. А. Леб. Статическая электризация. ГЭМ, 1963. [4]. С. В. Родионов, В. М. Жестяников, М. В. Жестяников, Г. А. Старосотников. Авторское свидетельство № 235569. Официальный бюллетень Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР, № 5, 1969. [5]. A. Coehn. Wied Ann. № 54, 1898, p. 217.

Поступила 15 марта 1972 г.

УДК 634.0.824.81/85

РАСЧЕТ УСАДОЧНЫХ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КЛЕЕВОМ ШВЕ

Л. С. ГЛУХИХ

Уральский лесотехнический институт

Получены аналитические выражения расчетов статических внутренних напряжений от усадки клевого слоя в различных элементах системы древесина — клей — древесина. Приведено распределение усадочных напряжений, рассчитанных по полученным уравнениям, для образцов конечных размеров.

Прочность клееных конструкций определяется когезионной прочностью клеевых и склеиваемых материалов, а также силой адгезионного взаимодействия клея и склеиваемых элементов. Кроме того, по мнению ряда авторов [1], [7], [8], [11], прочность и формоустойчивость клееных конструкций зависит также от величины внутренних (начальных, по Н. Дебройну) напряжений в клеевых швах. Основные причины возникновения напряжений: различие влажностных и температурных деформаций клея и склеиваемых материалов, усадка клевого слоя, деформации упругого восстановления сжатых при склеивании под давлением слоев древесины.

Влияние влажностных деформаций на величину внутренних напряжений в клеевых соединениях показано в ряде работ [1], [9]. Уса-

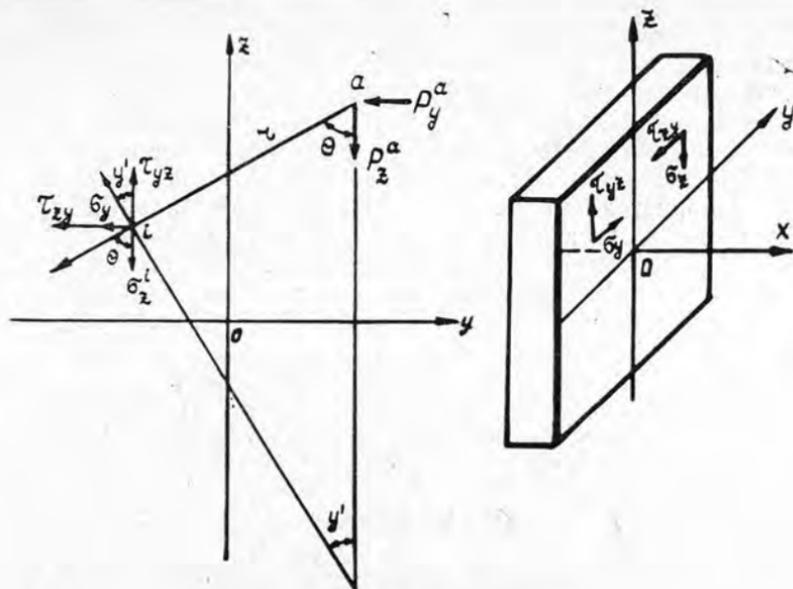


Рис. 1. Расчетная схема.

дочные напряжения в свободно деформирующихся пленках, в полимерных покрытиях, формируемых на однородных по свойствам металлических или стеклянных подложках, изучали, применяя косвенные методы [5], [6], [10]. С. Н. Зигельбойм [4] определял величину внутренних касательных и отрывающих нормальных напряжений в соединении методом расчета по измеренной величине усадочных напряжений в клеевых пленках.

Данная работа посвящена исследованию зависимости внутренних напряжений от усадки клевого слоя в различных элементах клевого шва. Рассматривали систему древесина — клей — древесина; при этом учитывали, что объемная усадка в момент, когда сила адгезионного взаимодействия клея и склеиваемых материалов превышает возникающие в клеевом слое усадочные напряжения, вызывает сжатие поверхностей склеиваемых элементов и растяжение клевого слоя.

Вывод аналитической зависимости внутренних напряжений от усадки клевого слоя в различных элементах системы сделан при следующих допущениях.

1. Рассматриваемая система находится в плоском напряженном состоянии (рис. 1): Тензор напряжений для данного состояния записываем следующим образом:

$$\begin{pmatrix} \sigma_y, \tau_{yz} \\ \tau_{zy}, \sigma_z \end{pmatrix},$$

где σ_y, σ_z — нормальные составляющие напряжений;

τ_{yz}, τ_{zy} — касательные.

2. Распределение напряжений от точки приложения силы подчиняется закону $\frac{\cos \theta}{r}$ [3] (θ — угол между направлением силы и линией, соединяющей точку a приложения силы P_z^a и рассматриваемую точку i ; r — расстояние между точками).

3. Согласно данным некоторых авторов [8], сила, с которой растянутая пленка сжимает подложку,

$$P = \varepsilon_{\kappa} \cdot E_{\kappa} \cdot h, \quad (1)$$

где ε_{κ} — относительное удлинение клевого слоя;
 E_{κ} — модуль упругости клея;
 h — толщина клевого слоя.

На основе изложенного можно считать, что в каждой i -той точке площади с координатами y_i , z_i развиваются напряжения от силы, приложенной в точке a (y_a , z_a). Составляющие этой силы, обусловленной усадкой клевого слоя, вдоль осей y и z

$$\left. \begin{aligned} P_z &= \varepsilon_{\kappa} \cdot E_{\kappa} \cdot h \cdot ds; \\ P_y &= \varepsilon_{\kappa} \cdot E_{\kappa} \cdot h \cdot ds, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

тогда

$$\left. \begin{aligned} d\tau_{zy}^{li} &= P_y \frac{(z - z_i) \cdot (y - y_i)}{[(y - y_i)^2 + (z - z_i)^2]^{3/2}} ds; \\ d\sigma_{zz}^{li} &= P_z \frac{(z - z_i)^2}{[(y - y_i)^2 + (z - z_i)^2]^{3/2}} ds; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} d\tau_{yz}^{li} &= P_z \cdot \frac{(z - z_i) \cdot (y - y_i)}{[(y - y_i)^2 + (z - z_i)^2]^{3/2}} ds; \\ d\sigma_{yy}^{li} &= P_y \cdot \frac{(y - y_i)^2}{[(y - y_i)^2 + (z - z_i)^2]^{3/2}} ds. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

В данном случае для изотропных тел и клея $P_z = P_y = P$.

Интегрируя выражения (3) и (4) по площади образца в пределах $-l \div +l$ и $-a \div +a$ и учитывая, что $d\sigma_y^{li} = d\sigma_{yy}^{li} + d\tau_{yz}^{li}$, а $d\sigma_z^{li} = d\sigma_{zz}^{li} + d\tau_{zy}^{li}$, напряжения σ_z^{li} и σ_y^{li} (в первом элементе рассматриваемой системы) можно определить при решении следующих уравнений:

$$\begin{aligned} \sigma_z^{li} &= P \left\{ (a - y_i) \ln \frac{|l - z_i| + \sqrt{(a - y_i)^2 + (l - z_i)^2}}{|l + z_i| + \sqrt{(a - y_i)^2 + (l + z_i)^2}} + \right. \\ &+ (a + y_i) \ln \frac{|l - z_i| + \sqrt{(a + y_i)^2 + (l - z_i)^2}}{|l + z_i| + \sqrt{(a + y_i)^2 + (l + z_i)^2}} - \sqrt{(a - y_i)^2 + (l - z_i)^2} + \\ &\left. + \sqrt{(a - y_i)^2 + (l + z_i)^2} - \sqrt{(a + y_i)^2 + (l + z_i)^2} \right\} = P \cdot R_z(r); \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_y^{li} &= P \left\{ (l + z_i) \cdot \ln \frac{|a - y_i| + \sqrt{(a - y_i)^2 + (l + z_i)^2}}{|a + y_i| + \sqrt{(a + y_i)^2 + (l + z_i)^2}} + \right. \\ &+ (l - z_i) \cdot \ln \frac{|a - y_i| + \sqrt{(a - y_i)^2 + (l + z_i)^2}}{|a + y_i| + \sqrt{(a + y_i)^2 + (l - z_i)^2}} - \sqrt{(a - y_i)^2 + (l - z_i)^2} + \\ &\left. + \sqrt{(a - y_i)^2 + (l - z_i)^2} - \sqrt{(a + y_i)^2 + (l + z_i)^2} \right\} = P \cdot R_y(r). \quad (6) \end{aligned}$$

Деформации ε_z^{li} и ε_y^{li} в поверхностном слое первого элемента системы при известных σ_z^{li} и σ_y^{li} можно вычислить с помощью уравнений

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_z^{1i} &= \frac{1}{E_z^1} \sigma_z^{1i} = \frac{P}{E_z^1} \cdot R_z(r); \\ \epsilon_y^{1i} &= \frac{1}{E_y^1} \sigma_y^{1i} = \frac{P}{E_y^1} \cdot R_y(r), \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где E_z^{1i} — модуль упругости древесины первого элемента системы поперек волокон;

E_y^{1i} — модуль упругости древесины первого элемента системы (подложки) вдоль волокон;

$R_z(r)$ или $R_y(r)$ — геометрический фактор, определяемый местоположением исследуемой точки.

Деформации ϵ_{gkz}^{2i} , ϵ_{gky}^{2i} клеевого слоя, изотропного по свойствам, при его свободной усадке определяли по формулам

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_{gkz}^{2i} &= \frac{P}{E_k} \cdot R_z(r); \\ \epsilon_{gky}^{2i} &= \frac{P}{E_k} \cdot R_y(r). \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Если считать, что деформации в первом, втором и третьем элементах рассматриваемой системы равны между собой (при условии, что сила адгезионного взаимодействия клея и склеиваемых элементов больше сжимающей силы от усадки клея), то, пользуясь выражениями (7) и (8), можно определить величины задержанных деформаций в клеевом слое (второй элемент системы)

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_{kz}^{2i} &= \epsilon_z^{2i} - \epsilon_{gkz}^{2i} = \left(\frac{1}{E_z^1} - \frac{1}{E_k^2} \right) \cdot P \cdot R_z(r); \\ \epsilon_{ky}^{2i} &= \epsilon_y^{2i} - \epsilon_{gky}^{2i} = \left(\frac{1}{E_y^1} - \frac{1}{E_k^2} \right) \cdot P \cdot R_y(r). \end{aligned} \right\}$$

По величинам задержанных деформаций внутренние напряжения в клеевом слое определяли с помощью уравнений

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{kz}^{2i} &= E_k^2 \cdot \epsilon_{kz}^{2i} = \frac{E_k^2 - E_z^1}{E_z^1} \cdot P \cdot R_z(r); \\ \sigma_{ky}^{2i} &= E_k^2 \cdot \epsilon_{ky}^{2i} = \frac{E_k^2 - E_y^1}{E_y^1} \cdot P \cdot R_y(r). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Аналогично в третьем элементе рассматриваемой системы

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z^{3i} &= E_z^3 \cdot \epsilon_z^{3i} = \frac{E_z^3}{E_z^1} \cdot P \cdot R_z(r); \\ \sigma_y^{3i} &= E_y^3 \cdot \epsilon_y^{3i} = \frac{E_y^3}{E_y^1} \cdot P \cdot R_y(r). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Результаты расчета напряжений в элементах системы от усадки клеевого слоя для случая фанерования буковых образцов строганым шпоном ясеня с применением клея К-17 приведены в табл. 1.

Деформацию клеевого слоя ϵ_k , равную $1,82 \cdot 10^{-3}$, находили экспериментально при отверждении клея К-17. Модуль упругости клея $E_k = 0,71 \cdot 10^4$ кг/см²; толщина клеевого слоя $h = 0,02$ см; длина кле-

Таблица 1

Внутренние напряжения на поверхности буковой подложки (σ_z^1, σ_y^1) в клеевом слое (σ_z^2, σ_y^2) и строганом шпоне ясеня (σ_z^3, σ_y^3) от усадки клея

$-\sigma_z^1 = P \cdot R_z(r)$						$-\sigma_y^1 = P \cdot R_y(r)$					
$\begin{matrix} y \\ z \end{matrix}$	0	0,2	0,4	0,6	0,665	$\begin{matrix} y \\ z \end{matrix}$	0	0,2	0,4	0,6	0,665
0	0	0	0	0	0	0	0	3,12	5,28	7,92	8,88
0,2	1,84	1,72	1,60	1,32	0,64	0,2	0	2,68	4,76	7,24	8,00
0,4	3,60	2,98	2,12	1,44	1,24	0,4	0	1,88	4,20	6,48	7,24
0,6	5,60	4,60	3,62	2,24	1,40	0,6	0	1,52	3,40	5,20	5,88
0,8	8,96	6,56	4,76	2,84	1,52	0,8	0	0,96	2,08	3,44	3,80
1	9,72	8,40	6,72	4,16	1,76	1	0	0,40	0,80	1,12	1,24

$+\sigma_{kz}^2 = \frac{E_k^2 - E_z^1}{E_z^1} \cdot P \cdot R_z(r)$						$+\sigma_{ky}^2 = \frac{E_k^2 - E_y^1}{E_y^1} \cdot P \cdot R_y(r)$					
$\begin{matrix} y \\ z \end{matrix}$	0	0,2	0,4	0,6	0,665	$\begin{matrix} y \\ z \end{matrix}$	0	0,2	0,4	0,6	0,665
0	0	0	0	0	0	0	0	2,98	4,92	7,36	8,28
0,2	1,02	0,80	0,64	0,40	0,35	0,2	0	2,56	4,43	6,75	7,45
0,4	2,00	1,65	1,18	0,80	0,68	0,4	0	1,68	3,91	6,05	6,75
0,6	3,10	2,54	1,96	1,25	0,72	0,6	0	1,42	3,16	4,85	5,50
0,8	4,95	3,51	2,52	1,58	0,84	0,8	0	0,90	1,94	3,62	3,20
1	5,36	4,63	3,70	2,30	0,92	1	0	0,37	0,75	1,04	1,16

$-\sigma_z^3 = \frac{E_z^3}{E_z^1} \cdot P \cdot R_z(r)$						$-\sigma_y^3 = \frac{E_y^3}{E_y^1} \cdot P \cdot R_y(r)$					
$\begin{matrix} y \\ z \end{matrix}$	0	0,2	0,4	0,6	0,665	$\begin{matrix} y \\ z \end{matrix}$	0	0,2	0,4	0,6	0,665
0	0	0	0	0	0	0	0	3,60	6,10	9,15	10,30
0,2	1,62	1,26	1,01	0,63	0,56	0,2	0	3,10	5,04	8,37	9,25
0,4	3,25	2,59	1,85	1,26	1,09	0,4	0	2,19	4,86	7,48	8,37
0,6	4,92	4,02	3,08	1,96	1,23	0,6	0	1,76	3,94	6,00	6,78
0,8	7,85	5,76	4,17	2,48	1,33	0,8	0	1,12	2,41	4,39	3,97
1	8,50	7,35	5,87	3,64	1,54	1	0	0,46	0,93	1,29	1,43

вого слоя $l = 15$ см. Подставив полученные данные в формулу (1), найдем упругую сжимающую силу $P = 4$ кг.

По данным Б. Н. Уголева, модули упругости E буковой древесины при испытаниях поперек и вдоль волокон равны $1,6 \cdot 10^4$ и $10,3 \cdot 10^4$ кг/см², модули упругости древесины ясеня соответственно $1,4 \cdot 10^4$ и $11,9 \cdot 10^4$ кг/см².

Распределение внутренних усадочных напряжений по площади клевого шва при фанеровании букowych образцов с применением клея К-17 показано на рис. 2 (в виде изолиний равных напряжений), а при фанеровании щитов из древесностружечной плиты с применением клея УКС — на рис. 3. Анализируя характер распределения напряжений, можно отметить, что наиболее напряженны периферийные зоны площади клевого шва.

Экспериментальная проверка этого вывода проведена при фанеровании букowych образцов строганым шпоном ясеня с применением клея К-17. Размеры образцов $150 \times 100 \times 20$ мм. Внутренние напряжения измеряли тензометрическим способом. Значения внутренних

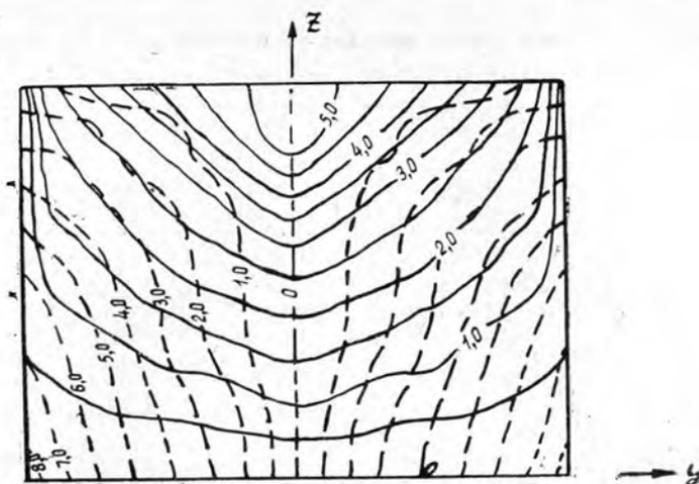


Рис. 2.

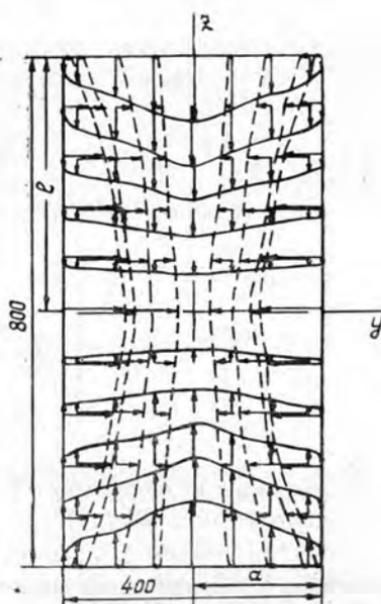


Рис. 3

напряжений в различных зонах площади клевого шва в разные периоды склеивания и выдержки образцов приведены в табл. 2.

Значимость расхождений определена по критерию Ван дер Вардена [2]. Значения внутренних напряжений найдены как средние из десяти независимых наблюдений для каждой точки.

Так как при измерениях напряжений, кроме усадочных явлений, учитывались деформации упругого восстановления сжатых при склеивании слоев древесины и влажностные деформации, то экспериментальные данные о величине и характере распределения внутренних напряжений (табл. 2) лишь приблизительно соответствуют расчетам.

Таблица 2

Схема размещения датчиков	Внутренние напряжения σ , кг/см ² , при выдержке образцов, час							
	№ датчика	0,5	3	6	17	21	24	48
	1	11,30 < 15,30 < 17,30 < 13,30 < 13,80 < 13,34 > 10,70						
	2	5,80 > 15,70 < 14,4 > 12,00 ≈ 12,70 ≈ 12,82 ≈ 12,73						
	3	3,05 < 6,13 < 8,53 < 8,80 ≈ 9,41 < 10,10 ≈ 9,85						
	4	4,81 < 9,55 < 12,6 > 9,60 > 8,62 ≈ 9,12 ≈ 9,28						

Примечание. \approx — расхождение незначимо; $<$ — расхождение значимо.

По результатам опытов можно сказать, что распределение напряжений по площади клеевого шва неравномерно; в центральной зоне площади клеевого шва (точка 3) величина напряжений меньше, чем в периферийных зонах (точки 1 и 2). Неравномерность распределения напряжений сохраняется и после 24-часовой выдержки фанерованных образцов.

Предложенный метод применим для расчета зависимости статических напряжений от усадки клея в любом элементе системы (древесина — клей — древесина) при известных значениях усадочных деформаций. Величина усадочных внутренних напряжений, а также характер деформаций элементов системы определяются величиной свободной усадки клеевого слоя, наибольшим модулем упругости элементов системы и площадью клеевого шва.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адгезия (клеи, цементы и припои). Под редакцией Н. Дебройна, Р. Гувинка. ИЛ, М., 1954. [2]. Б. Л. Ван дер Варден. Математическая статистика. ИЛ, 1966. [3]. Н. Н. Безухов. Теория упругости, пластичности и ползучести. Изд-во «Высшая школа», М., 1968. [4]. С. Н. Зигельбойм. Исследование свойств соединений древесины на эластичных клеях. Диссертация на соискание степени кандидата техн. наук, МЛТИ, М., 1965. [5]. П. И. Зубов, Л. А. Лепилкина. «Коллоидный журнал», 24, № 1, 1962; 23, № 4, 1961. [6]. В. А. Каргин, Т. Н. Соголова, М. И. Карякина. Журн. «Химическая промышленность» № 7, 1955. [7]. Клей и технология склеивания. Сборник статей под ред. Д. А. Кардашова, 1960. [8]. Л. М. Ковальчук, Ю. Л. Сенчило. Остаточные напряжения при склеивании древесных материалов с бумажнослоистым пластиком. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 1, 1970 [9]. Ю. Г. Лапшин, Ю. В. Барнинова. О внутренних напряжениях при фанеровании мебельных щитов. Сборник статей МЛТИ, вып. 21, 1969. [10]. А. Т. Санжаровский. Журн. «Высокомолекулярные соединения» № 2, 11, 1960. [11]. В. М. Хрулев. Долговечность клеевых соединений древесины. Гослесбумиздат, М., 1962.

Поступила 20 марта 1972 г.

УДК 674.047.45

ВЕКТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА В ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕРАХ

И. М. МЕРКУШЕВ

Московский лесотехнический институт

Описывается вектографический метод регистрации аэродинамических параметров внутриштабельных потоков циркуляции с помощью специальных автономных датчиков — аэровектографов и даются рекомендации по их расчету, тарировке и эксплуатации при исследовании аэродинамики лесосушильных камер.

Изыскание методов исследования аэродинамики сушильных камер путем одновременного многоточечного фиксирования векторных параметров циркуляции внутриштабельных потоков и разработку предназначенных для этой цели специальных приборов проводили сотрудники кафедры гидротермической обработки древесины МЛТИ под руководством проф. П. С. Сергеевского. От интенсивности и равномерности циркуляции непосредственно зависят качество сушки и производительность сушильных камер.

Для объективной оценки циркуляции в камерах различных типов и конструкций необходимо выявить реальную картину распределения скоростей внутриштабельных потоков. Существующие методы не решают этой задачи.

Наиболее простой — кинематический метод измерения скорости по движению дымового облачка дает возможность проследить траектории отдельных струй потока в доступных для наблюдателя местах, выявить характер турбулентности потока и приблизительно оценить среднюю скорость. Этот метод, однако, можно применять только для изучения весьма слабых потоков (менее 1 м/сек).

Для измерения более интенсивных потоков применяют ручные метеорологические анемометры, однако при этом наблюдателю приходится заходить в горячую камеру. Кроме того, с помощью анемометра можно установить скорость воздуха только на выходе из штабеля; при этом измеряется не истинная скорость потока, а проекция вектора скорости на перпендикулярную к боковой грани штабеля ось.

Методы, основанные на применении анемометров, термоанемометров, труб Вентури, микроанемометров с пьезометрической трубкой, предполагают одноточечные измерения скорости потоков. Следовательно, они имеют ограниченное применение в лесосушильной технике и не могут быть использованы для исследования внутриштабельных спектров циркуляции. Для одновременных многоточечных измерений и регистрации векторных параметров скорости внутриштабельных потоков применяют специальные автономные самописцы. По зарегистрированным самописцами на местах их установки векторным данным легко построить одновременную пространственную вектографию циркуляции сушильного агента в штабелях и камере в целом.

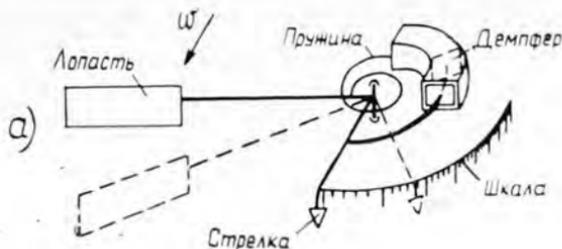
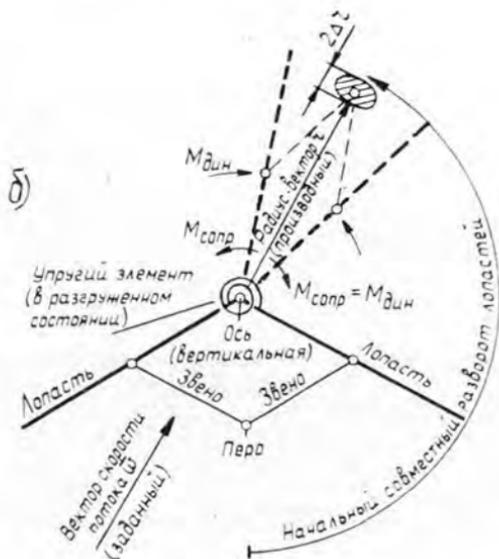


Рис. 1. Схема однолопастного прибора для измерения скорости потока (а) и схема отображения векторных характеристик скорости потока двухлопастным шарнирным четырехзвенником (б).



В основу вектографического метода нами положен механический способ измерения скоростей по отклонению потоком подпружиненной лопасти.

Еще в 1953 г. [3] для непосредственного измерения скорости циркуляции во внутриштабельных зазорах в лабораторной климатической установке МЛТИ успешно применяли однолопастный прибор механического типа, выполненный по схеме П. С. Серговского (рис. 1, а).

Принципиальная схема предлагаемого нами механического самописца представляет собой двухлопастный шарнирный плоский самоуравновешивающийся четырехзвенник, способный свободно поворачиваться вокруг вертикальной оси в той его вершине, где плоскости обеих лопастей, имеющих между собой упругую связь, сходятся (рис. 1, б). С помощью легкого пера (у противоположной вершины четырехзвенника) такой манипулятор при воздействии на него движущегося воздуха может фиксировать на рабочей поверхности прибора определенный рисунок в виде штрихового пятна. Радиус-вектор r (рис. 1, б) определяет величину и направление средней скорости потока $\bar{W}_{ср}$ за время его воздействия, а ширина пятна по радиусу $\pm \Delta r$ характеризует степень турбулентности потока $\pm \Delta W$.

Прибор, работающий по этой схеме в соответствии с выполняемыми им функциями, назван аэровектографом. Он имеет различные варианты конструктивного исполнения.

Наиболее простой, так называемый элементарный аэровектограф (рис. 2), устроен следующим образом. Узкая лопасть 1 навешена на

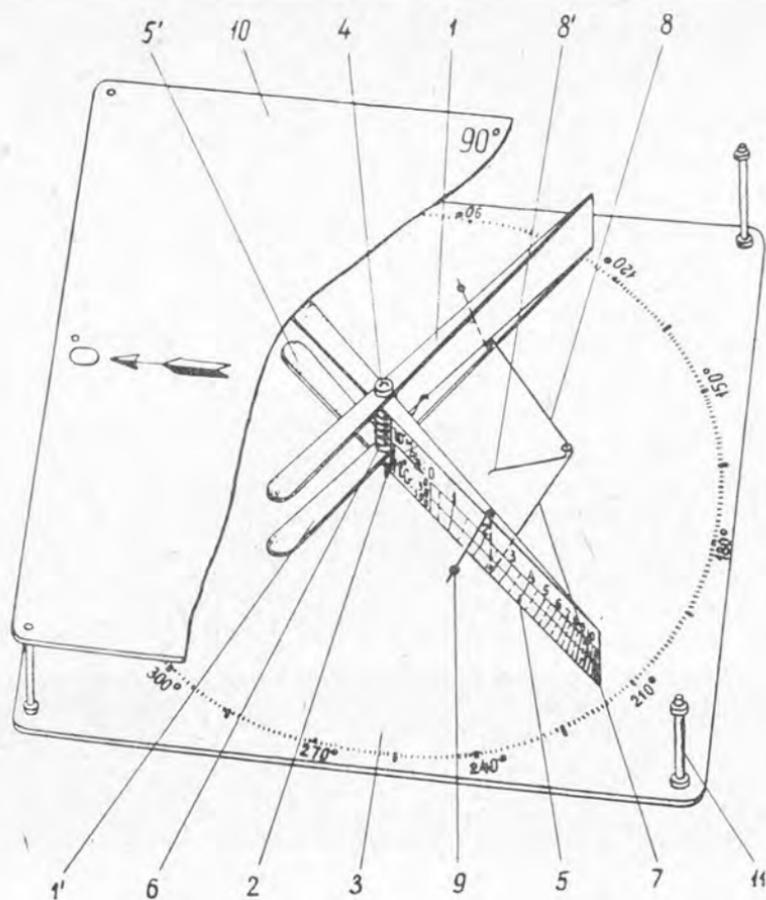


Рис. 2.

вертикальную ось 2 в центре тонкой дюралюминиевой плиты 3 и опирается на острие оси посредством камневой головки 4. Другая лопасть 5 опирается на пружину 6, связывающую обе лопасти так, что они находятся под определенным начальным углом друг к другу. К лопастям, уравновешенным относительно оси противовесами 1' и 5', шарнирно прикреплены два звена 7 и 8, также шарнирно связанные между собой и отбалансированные противовесами 9. Одно из звеньев несет легкое перо 8'. Перо касается рабочей поверхности плиты, на которую наносится тонкий «чувствительный» слой стираемой краски или сажи. Прибор сверху защищен съемной плоской крышкой 10, укрепленной на тонких стойках 11.

Снятие вектографий циркуляции производят следующим образом. Подготовленные приборы 10—50 шт. закладывают в намеченные точки в штабеля пиломатериалов. Штабеля с приборами закатывают в камеру, закрывают двери и включают вентиляторы на 5—6 мин, затем штабеля выкатывают и освобождают от приборов. Величину скорости определяют по шкале, нанесенной на одну из лопастей аэровектографа, а направление потока устанавливают по угловой шкале на рабочей поверхности основания прибора.

Другой конструктивный вариант прибора — аэровектограф с дистанционным управлением, снабженный арретиром записывающего

устройства, который включается подачей электрического тока силой $2-3a$ и напряжением $1,5v$ на обмотку миниатюрного электромагнита, расположенного в центре прибора. Такие приборы, соединенные в одну электрическую цепь, срабатывают по команде оператора в нужный момент времени; этим полностью предотвращаются помехи, вызываемые действием сквозняков во время установки приборов и сотрясениями при перекалке штабелей.

Производственные испытания показали, однако, что рассмотренные конструкции прибора имеют один эксплуатационный недостаток: длительное воздействие сушильного агента отрицательно сказывается на упругих свойствах пружин; вследствие этого приборы меняют свои измерительные характеристики, что проявляется в сдвигах и деформациях реальной шкалы скоростей. Это требует проведения повторных тарировок приборов.

Наиболее совершенна и надежна в эксплуатации конструкция аэровектографа с подвесной лопастью, отличающаяся от ранее рассмотренных тем, что вместо упруго-пружинной связи между лопастями применены две 8-образные симметричные подвески, на которых одна лопасть шарнирно подвешена к другой (последняя, как обычно, опирается на вертикальную ось). Схема аэровектографа с подвесной лопастью изображена на рис. 3.

Зависимость записываемого радиуса-вектора от скорости потока строят из условия равенства момента от динамического напора, действующего на лопасти $M_{дин}$, и момента сопротивления, создаваемого

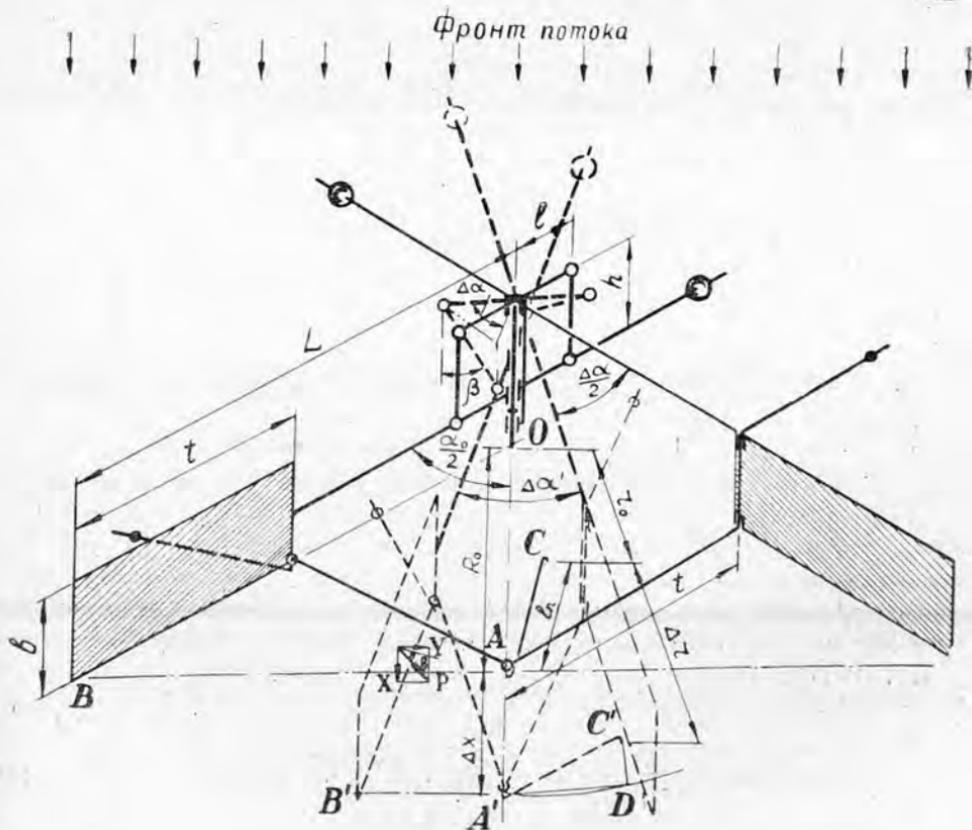


Рис. 3.

горизонтальной составляющей реакции в подвесках, от веса лопасти $M_{\text{сопр}}$.

Из рис. 3 видно, что

$$M_{\text{дин}} = \frac{\rho \cdot W^2}{2} b \cdot t \frac{\sin \frac{\Delta\alpha'}{2}}{\sin \frac{\alpha_0}{2}} \left(L - \frac{t}{2} \right) \cos \frac{\Delta\alpha}{2}; \quad (1)$$

$$M_{\text{сопр}} = G \cdot \text{tg} \beta l \cdot \cos \frac{\Delta\alpha}{2}, \quad (2)$$

где ρ — плотность воздуха;

b — ширина (размах) лопасти;

t — длина (хорда) рабочей части лопасти;

L — полная длина лопасти;

α_0 — начальный угол между плоскостями лопастей;

$\frac{\Delta\alpha}{2}$ — угол отклонения лопасти от начального состояния при воздействии на нее потока;

$\Delta\alpha'$ — угол между лопастями при воздействии потока;

G — масса подвесной лопасти;

β — угол отклонения подвески от вертикали;

l — малое плечо — расстояние от оси до центра шарнира подвески.

Уравнение (1) составлено при условии, что равнодействующая динамического напора приложена в центре рабочей площадки лопасти и действует не в перпендикулярном к ней направлении, а под некоторым углом Θ , возрастающим по мере уменьшения угла атаки $\frac{\Delta\alpha'}{2}$. (При $\frac{\alpha_0}{2}$, близком к 60° , угол Θ можно считать равным 0; при $\frac{\Delta\alpha'}{2} \approx 0$ угол $\Theta \approx \frac{\alpha_0}{2}$; значит, $\Theta \approx \frac{\Delta\alpha}{2}$)*.

Функцию радиуса-вектора, регистрируемого пером ($|\overline{OC}| = r_0 + \Delta r = r$), от скорости W находят через промежуточную зависимость скорости от радиуса-вектора ($|\overline{OA'}| = R_0 + \Delta x = R$) путем замены этой функцией угловых параметров в выражениях (1) и (2). В общем виде

$$w = \sqrt{\frac{2Gl\sqrt{L^2 - R^2}}{\rho b t \left(L - \frac{t}{2} \right)}} \sqrt{\frac{\frac{L^4}{R_0} - \left[R + \frac{\sqrt{L^2 - R_0^2}}{R_0} \sqrt{L^2 - R^2} \right]}{\left[R + \frac{\sqrt{L^2 - R_0^2}}{R_0} \sqrt{L^2 - R^2} \right]^2 - \left[1 - \left(\frac{h}{2l} \right)^2 \right] \frac{L^4}{R_0}}}. \quad (3)$$

Геометрическую зависимость $W(R)$ можно найти при условии, что перо длиной l_n (рис. 3) полностью укладывается в хорду на дуге радиуса L (при полном смыкании лопастей). Если в горизонтальной плоскости построить треугольник $C'DA'$ с прямым углом к вершине D , лежащей на дуге радиуса R , то этот треугольник подобен треугольнику $B'A'O$. При условии, что $\frac{C'D}{A'C'} = \frac{A'B'}{B'O}$, зависимость $R(r)$ имеет вид:

$$R = \frac{L^2}{L^2 + l_n^2} r + \frac{L \cdot l_n}{L^2 + l_n^2} \sqrt{L^2 + l_n^2 - r^2}. \quad (4)$$

* Такое допущение принято нами из чисто физических соображений. В экспериментальной аэродинамике [1] принимаются более сложные функции угла Θ .

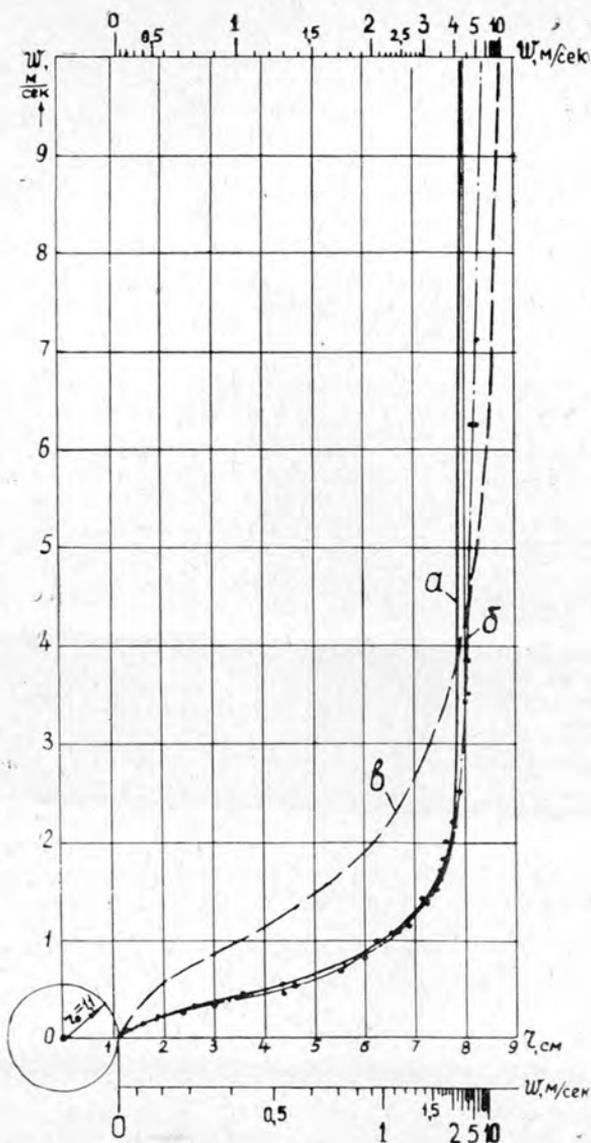


Рис. 4.

Уравнения (3) и (4) можно использовать как для построения теоретической кривой $W(r)$ аэровектографа с подвесной лопастью определенных (заданных) параметров, так и для подбора этих параметров.

Для изготовленного опытного образца прибора с параметрами (см): $L = 9,0$; $t = 5,2$; $b = 1,5$; $h = 0,38$; $l = 0,25$; $R_0 = 4,0$; $r_0 = 1,1$; $L_n = 3,0$ при весе лопасти $G = 0,8$ г и плотности воздуха $\rho = 1,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{г} \cdot \text{сек}^2}{\text{м}^4}$ по формулам (3) и (4) аналитически построена теоретическая тарировочная кривая $W(r)_{r=1,1 \div 8,0}$ на рис. 4, линия а. Здесь же представлены результаты опытной тарировки прибора (кривая б) методом его равномерного перемещения с различной скоростью внутри герметичной

узкощелевой камеры. Кривые *a* и *b* практически совпадают, хотя действительные значения радиуса-вектора, соответствующие кривой *b* в отличие от кривой *a*, выходят за пределы 8 см из-за упругих деформаций лопастей. Это дает возможность расширить верхний диапазон измерения скоростей (2 ÷ 10—15 м/сек) в интервале радиуса-вектора от 7,6 до ~ 8,4—8,5 см. Нижняя горизонтальная шкала скоростей показывает, что в интервале до 1 м/сек чувствительность и точность измерения очень высоки; последняя составляет 0,05 м/сек; при 1—2 м/сек точность измерения равна примерно 0,1 м/сек.

Более универсален и надежен в эксплуатации прибор такой же конструкции, но с жесткими лопастями, имеющими несколько большую массу, чем лопасти опытного образца, и такое соотношение $\frac{l}{h}$, при котором плоскости лопастей совпадают в момент, когда подвески занимают горизонтальное положение.

На рис. 4 представлена теоретическая зависимость $W(r)_{r=1,1 \div 9,0}$ (кривая *a*) для рекомендуемого прибора с параметрами (см): $L = 9,0$; $t = 4,0$; $b = 1,0$; $h = 0,5$; $l = 0,28$; $R_0 = 4,0$; $l_n = 3,0$; $G = 2$ г; $\rho = 1,32 \cdot 10^{-6} \frac{z \cdot \text{сек}^2}{\text{м}^2}$. Верхняя шкала скоростей, соответствующая этой кривой, в отличие от шкалы опытного образца прибора менее сжата в верхнем диапазоне скоростей и дает возможность получать достаточно надежные результаты в пределах до 10 м/сек, причем в интервале скоростей до 3 м/сек — с точностью $\pm 0,1$ м/сек. Прибор с такой измерительной шкалой можно рекомендовать для широкого применения в исследованиях циркуляции агента сушки в штабелях пиломатериалов.

Предложенная методика расчета тарировочной шкалы $W(r)$ дает возможность ориентировочно подбирать определяющие параметры аэровектографов.

Следует, однако, заметить, что каждый вновь изготовленный прибор необходимо протарировать при определенной температуре воздуха (например, при 25°C) и пересчитать шкалы $W(r)$ для трех—четырех других температурных уровней среды (например, для 0, 50 и 100°C) по формуле

$$W_t = W_{25} \sqrt{\frac{\rho_{25}}{\rho_t}}$$

где W_t , ρ_t , W_{25} и ρ_{25} — значения скоростей и плотности потока при температурах соответственно t и 25°C.

Приборы необходимо тарировать в достаточно широком ровном потоке по контрольному анемометру или на карусели в закрытом помещении (со снятой с прибора крышкой). Более точные результаты тарировки можно получить при равномерном перемещении прибора с разной скоростью в герметичной камере, которую удобнее всего склеить из цельного листа прессшпона. Ширина камеры должна быть 800—1500 мм, высота 24—25 мм (это соответствует размерам зазоров в штабелях), а длина — не менее 10 м. Тарировочный ряд скоростей (ориентировочно): 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0; 15,0; 20,0 м/сек.

При эксплуатации необходимо осторожно обращаться с приборами. Подкапчивание «чувствительного» слоя следует производить аккуратно, на специальном приспособлении, ограждающем упругий элемент (пружину) и лопасти от пламени керосиновой горелки. Транспортируют приборы в специальном шкафике в перевернутом положении; при этом перо не должно касаться «чувствительного» слоя.

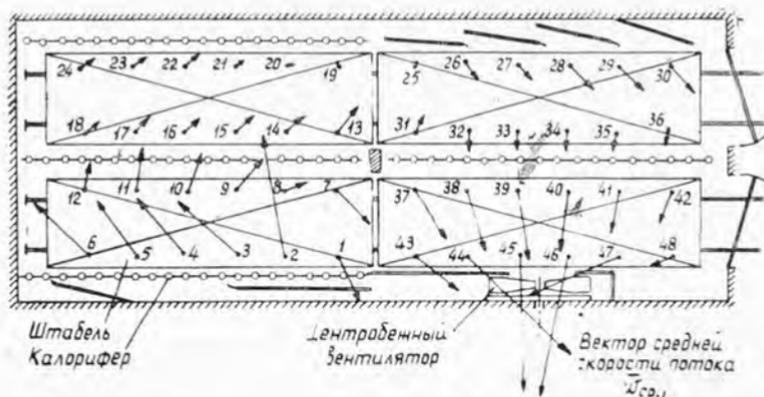


Рис. 5.

Для проверки метода была изготовлена опытная партия аэровектографов в количестве 60 шт., которые при испытании дали положительные результаты. На рис. 5 изображен один из спектров скоростей циркуляции в четырехштабельной камере с внутренним центробежным вентилятором, полученный вектографическим методом. Стрелками в определенном масштабе показаны вектора скоростей циркуляции, зарегистрированные одновременно 48 приборами. Спектр дает представление о характере и качестве циркуляции воздуха в камере и позволяет количественно оценить интенсивность циркуляции и степень ее неравномерности [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. В. Красноперов. Экспериментальная аэродинамика. ОНТИ. 1935.
 [2]. И. М. Меркушев. К оценке циркуляции сушильного агента в камерах периодического действия. Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ за 1970 г., МЛТИ, М., 1971. [3]. П. С. Сергеевский. Исследование влаготводности и разработка расчета процессов сушки и увлажнения древесины. Докторская диссертация, МЛТИ, 1953.

Поступила 27 апреля 1972 г.

УДК 634.0.812

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА ЯВОРА НА АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЕГО ДРЕВЕСИНЫ

И. С. ВИНТОНОВ

Львовский лесотехнический институт

Результаты исследований показали, что крупные древесные стволы явора первого класса роста можно полностью (от комля до основания кроны) использовать для изготовления резонансных кряжей.

Учитывая специфичность применения древесины явора (в музыкальной промышленности [1]), важно знать ее акустические характеристики.

Для выявления влияния условий роста на акустические свойства древесины явора, нами взят материал с четырех пробных площадей,

заложенных в Украинских Карпатах на высоте 1150—1170 и 540—720 м над уровнем моря. Тип леса на первой и второй пробных площадях — закарпатская влажная пихтово-еловая суббучина; тип древостоя на этих площадях — яворняк влажной пихтово-еловой суббучины. Тип леса на третьей пробной площади — буковая яворина влажного гряда; тип древостоя — яворняк буковой яворины. Тип леса на четвертой пробной площади — буковый пихтач; тип древостоя — ельник букового пихтача.

Важная акустическая характеристика — динамический модуль упругости, который определяли по следующей формуле:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}},$$

где C — скорость распространения ультразвука, м/сек;

E — модуль упругости материала, кг/см²;

ρ — плотность древесины, г/см³.

Скорость распространения ультразвука в древесине явора определяли при помощи переносного импульсного ультразвукового прибора УКБ-1, плотность древесины — стереометрическим способом, частоту ультразвуковых колебаний при испытаниях принимали 150 кггц, влажность экспериментального материала 11—13%. Результаты исследований приведены в табл. 1. Данные подтверждают незначительное

Таблица 1

Место взятия материала для экспериментов	Статистические показатели						
	n	M	$\pm \sigma$	$\pm m$	$v, \%$	$p, \%$	t
Комлевые отрезки	89	148	22,15	2,35	14,9	1,58	16,4 > 3 15,2 > 4
	91	4890	444	46,5	9,1	0,96	
Срединные отрезки	75	151	22,8	2,64	15,1	1,75	
	76	5095	466	53,4	9,2	1,10	
Под кроной	44	148	41,7	6,28	28,2	4,23	
	54	4913	322	44,2	6,7	0,82	
На высотах 1170 и 1150 м над уровнем моря	221	150	21,40	1,44	14,3	0,96	
	221	4947	436	30,0	8,8	0,61	
На высотах 540 и 720 м над уровнем моря	99	186	16,60	1,66	8,9	0,89	
	112	5558	284	26,8	5,1	0,48	
Пробные площади № 1, 2, 3, 4	320	164	23,75	1,34	14,5	0,87	
	333	5155	488	26,8	9,5	0,50	

Примечание. В числителе данные для динамического модуля упругости (тыс. кг/см²); в знаменателе — для скорости распространения ультразвука (м/сек).

изменение скорости распространения ультразвука в древесине явора. Так, в комлевых частях древесных стволов и под кроной скорость ультразвука практически одинакова, а в средней части незначительно увеличивается вследствие уменьшения плотности и увеличения жесткости как результата внешних естественных динамических нагрузок. Динамический модуль упругости по высоте древесного ствола практически одинаков.

Характер изменения скорости распространения ультразвука и динамического модуля упругости по радиусу ствола показан в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п (по радиусу)	Статистические показатели					
	<i>n</i>	<i>M</i>	$\pm \sigma$	$\pm m$	<i>v</i> , %	<i>p</i> , %
1	14	134,9	4,2	1,5	3,1	1,13
		4620	133	35,6	2,94	0,77
2	13	141,8	7,6	2,1	5,4	1,48
		4882	164	45,5	3,36	0,93
3	9	153,3	29,1	9,7	19,0	6,33
		5092	433	145,0	8,50	2,85
4	3	162,9	12,3	7,1	7,6	4,37
		5095	91	52,6	1,79	1,03

Примечание. В числителе данные для динамического модуля упругости (тыс. кг/см^2); в знаменателе — для скорости распространения ультразвука (м/сек).

Изучаемая нами древесина имела явно выраженное ложное ядро, что значительно отразилось на увеличении скорости ультразвука и модуля упругости в сторону сердцевины.

Результаты исследований позволяют судить о существенном влиянии условий роста на акустические характеристики древесины явора. С понижением высоты над уровнем моря модуль упругости значительно увеличивается. Разность модулей упругости составляет 36 тыс. кг/см^2 (24%) и статистически достоверна.

Для древесины явора, выросшей в буковом поясе на высоте 800—1200 м над уровнем моря, константа излучения равна 814, а на высотах 450—750 м — 888. Способность древесины явора к звуковому излучению практически одинакова на всех высотных поясах лесной растительности в Карпатах. С понижением высоты количество древесных стволов явора с волнистым строением древесины уменьшается. Наибольшее количество насаждений с примесью явора сохранилось в буковом поясе на высоте 800—1200 м над уровнем моря [2].

Есть реальная возможность в буковом поясе заготавливать в значительном количестве резонансную древесину явора с учетом сохранения этой ценной породы. В буковом поясе также можно вести заготовку специальной резонансной древесины явора с волнистым строением, которая особо ценится в музыкальной промышленности.

Выводы

1. Высота над уровнем моря значительно отражается на некоторых акустических характеристиках древесины явора.
2. Изменение плотности древесины в стволе незначительно влияет на динамический модуль упругости.
3. Наличие ложного ядра ощутимо отражается на скорости прохождения ультразвука и, следовательно, на модуле упругости.
4. Константа излучения как характеристика излучательной способности древесины явора практически одинакова на всех высотных поясах лесной растительности в Карпатах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Новодержкин. Материаловедение. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [2]. І. С. Вінтонів. Характеристика та деякі таксаційні показники яворників Українських Карпат. Сб. «Лісове господарство і лісоексплуатація в Карпатах», изд-во «Карпати», Ужгород, 1971.

УДК 674.047.45

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

В. А. УСПЕНСКИЙ, А. И. ИВЛЕВ, В. М. МАКСИМОВ

Воронежский лесотехнический институт

Установлено, что из-за шарнирного соединения элементов цепи последние в процессе резания работают с нарушением продольной устойчивости, что снижает эффективность эксплуатации цепных режущих аппаратов. Выявленные закономерности взаимодействия Г-образных зубьев с древесиной в процессе пиления позволили авторам обосновать конструкции универсальных пильных цепей повышенной устойчивости.

Вопросы устойчивости при работе цепных пильных аппаратов приобретают все большее значение. Устойчивость может быть нарушена в результате продольного и поперечного отклонений зубьев под действием приложенных усилий. Наиболее существенное влияние на работоспособность пильных аппаратов с универсальной пильной цепью оказывает продольная устойчивость.

На рис. 1 представлена схема положения зуба пильной цепи типа ПЦУ при нарушении продольной устойчивости. Эта схема характеризует действие основных сил лишь в плоскости пропила, так как силы, действующие в других плоскостях, практически не влияют на закономерности продольной устойчивости.

Звено в точке O_1 (рис. 1) не имеет контакта с шиной, поэтому оно непрерывно поворачивается вокруг точки O . На Г-образный зуб универсальной пильной цепи действуют следующие силы:

P_p — сопротивление резанию, включающее сопротивление режущей кромке и движению ограничителя, а также все виды сопротивлений трению и перемещению стружки;

P_n — сопротивление надвиганию, слагающееся из сопротивления надвиганию режущей кромки $P_n \cdot k_1$ и ограничителя $P_n \cdot k_2$, где $k_1 + k_2 = 1$;

S_A, S_B — осевые усилия, действующие на шарниры A и B .

Усилие надвигания P_n передается на элементы цепи через направляющую шину. Если предположить, что в точке O_1 звенья цепи не имеют контакта с шиной, то вся величина усилия надвигания приложена в точке O . В результате в этой точке возникает сила трения, равная $P_n \cdot \mu_0$ (где μ_0 — коэффициент трения скольжения звена по шине), а в точке контакта ограничителя подачи с дном пропила появляется сила трения, равная $P_n \cdot k_2 \cdot \mu_1$ (где μ_1 — коэффициент трения ограничителя о дно пропила).

Взяв сумму моментов действующих сил относительно точки O и приравняв ее к нулю, решим полученное уравнение относительно сопротивления надвиганию ограничителя. Зная, что между усилием резания и усилием надвигания существует линейная зависимость, в правой части полученного уравнения величину P_n выразим через $P_p \cdot \varphi$ (где φ — коэффициент, который с достаточной для наших расчетов точностью можно принять постоянным и меньшим единицы).

чем больше высота зуба h_3 , тем больше нарушается продольная устойчивость;

чем ближе зуб к началу пропила, тем больше величина отклонения.

Приняв наибольшие практически допустимые значения k_1 , φ и n , получим максимальную величину $P_{II} \cdot k_2$. После подстановки этих значений в формулу (1) (для условий пиления цепью ПЦУ-15 на пильном аппарате мотоинструмента) убеждаемся, что усилие $P_{II} \cdot k_2$ положительно, а, следовательно, нарушение продольной устойчивости всегда имеет место.

При величине снижения ограничителя, значительно большей толщины стружки, поворот зуба произойдет без вмятия ограничителя в древесину. В этом случае отклонение зуба наибольшее.

Если толщина стружки намного больше величины снижения ограничителя, то продольная устойчивость не нарушается из-за значительного внедрения ограничителя в дно пропила. Подобный режим пиления встречается на практике при срезании растущих деревьев пильными аппаратами агрегатных машин. Однако в этом случае сопротивление резанию имеет неоправданно большие значения.

В лабораторных условиях продольную устойчивость мы исследовали на разработанной и изготовленной нами экспериментальной установке. В процессе резания при неизменном усилии надвигания привод пильного аппарата отключали, после чего производили вскрытие пропила; это достигалось путем скалывания и удаления передней от наблюдателя стенки пропила. После вскрытия пропила пильная цепь вращением вала медленно продвигалась; при этом фотографировалось положение звеньев цепи. Полученные фотоснимки и замеры зазоров, хотя и недостаточно точно отражают действительный процесс пиления, но позволяют с достаточной достоверностью сделать выводы об основных закономерностях взаимодействия режущего звена с древесиной.

Принятая методика — единственно возможный способ визуального наблюдения за процессом стружкообразования и транспортирования стружки. А. Л. Бершадский использовал эту методику при изучении процесса продольного пиления рамными пилами.

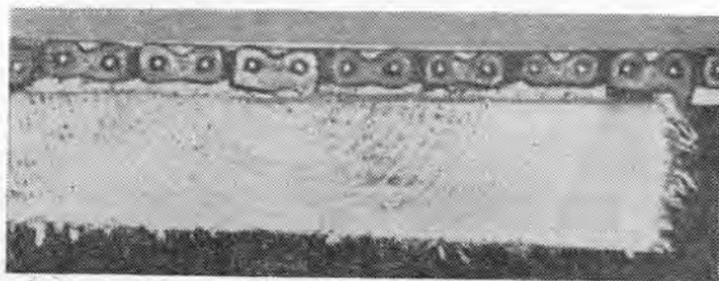


Рис. 2.

На рис. 2 представлен фотоснимок реза сосны после вскрытия пропила: высота пропила 210 мм, скорость резания 5,9 м/сек, толщина стружки 0,4 мм, производительность чистого пиления 83 см²/сек. На этом рисунке видны зазоры между зубьями и шиной на участке под ограничителем подачи. Более значительный зазор у зуба, выходящего из пропила, объясняется отсутствием сопротивления от дна пропила на ограничитель. Очевидно, после выхода режущей кромки зуба из

пропила последует удар звена о шину в связи с устранением причин, нарушающих продольную устойчивость. Ритмичные удары приводят к усталостному износу пяток направляющих шин.

Выводы

1. При пилении универсальными пильными цепями нарушение продольной устойчивости всегда имеет место. Величина отклонения зуба зависит от усилия резания, удаления зуба от начала пропила, сопротивления вмятия ограничителя подачи в дно пропила, толщины стружки, снимаемой каждым зубом, снижения ограничителя и монтажного натяжения цепи.

2. Нарушение продольной устойчивости влечет следующие отрицательные последствия: а) часто меняющееся положение звеньев в плоскости пропила; передние части звеньев с зубом создают колебательные движения, что ведет к преждевременному износу шарниров и опорных элементов цепи, износу шины, а также к увеличению угловых параметров; б) трение ограничителя о дно пропила, вызывающее при определенных условиях разрушение древесины, существенно увеличивает суммарное сопротивление резанию, а следовательно, и требуемую на пиление мощность; в) уменьшение усилия надвигания на режущую кромку (вследствие увеличения этого усилия на ограничитель) приводит к уменьшению толщины стружки, что влечет за собой снижение производительности и увеличение удельного сопротивления резанию; для пиления с той же производительностью требуются большие усилия надвигания.

3. Проведенные исследования позволили обосновать и предложить конструкции пильных цепей повышенной устойчивости (авторские свидетельства № 304129, класс В 27в 33/14 и В 27в 17/00 Б.И. № 17, 1971 г. и № 315596, класс В 27в 33/14 Б.И. № 29, 1971 г.).

Изготовленные в условиях Воронежского лесотехнического института пильные цепи повышенной устойчивости прошли сравнительные производственные испытания в Крестецком ЛПХ ЦНИИМЭ. Испытания показали, что эти цепи имеют существенные преимущества перед выпускаемыми серийно.

Поступила 14 декабря 1972 г.

УДК 634.0.865

О ВНУТРЕННИХ ДЕФОРМАЦИЯХ И НАПРЯЖЕНИЯХ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ДРЕВЕСНОСЛОИСТЫХ ПЛАСТИКАХ ПРИ ПРЕССОВАНИИ

А. М. СИНГУРИНДИ

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены экспериментальные данные по определению характера и направления напряжений и деформаций, возникающих в плите пластика под воздействием температурного градиента во время прессования.

Основные дефекты, влияющие на прочность готового пластика, — трещины и разрывы, возникающие внутри пластика вследствие появления в нем недопустимых внутренних напряжений. Причины возникновения внутренних напряжений: неравномерная влажность шпона, из которого набирают пакет; дефекты сборки пакета; неравномерность прогрева и охлаждения пакета при прессовании.

Для определения характера и направления напряжений и деформаций, возникающих в результате воздействия температурного градиента во время всего процесса прессования, нами была проведена экспериментальная работа. На лабораторном прессе ЦНИИФа по установленной технологии прессовали пластик марок ДСП-В и ДСП-Б. Всего было проведено и обработано 50 запрессовок пластика, из них 30 толщиной 20 мм и 20 толщиной 40 мм.

Пакет, набранный из отдельных листов высушенного шпона, пропитанного связующим, загружали в пресс. Плиты пресса сжимали до заданного удельного давления (150 кг/см^2), под действием которого листы шпона расправлялись и плотнее прилегали друг к другу. Смыкание плит продолжалось до тех пор, пока сила, действующая со стороны плит пресса на пакет, не уравновешивалась упругими силами листов шпона, составляющих пакет. При этом в пакете возникало напряженное состояние, являющееся исходным, на которое в дальнейшем накладывались термические напряжения. Собственно процесс прессования пластика делится на три стадии, имеющие ограничения по температуре и времени.

Первая стадия — нагрев пакета. Температура греющих плит пресса в процессе нагрева повышается со скоростью $3\text{--}5^\circ\text{C/мин}$. Тепло от нижней и верхней плит симметрично распространяется по всей толщине пакета и идет, как видно из рис. 1, от периферийных слоев к средним. В то время когда на периферии температура равна 150°C , температура слоев, расположенных от периферии на глубине 3,45 мм, достигала 140°C , на глубине 6,55 мм — 130°C , 10 мм — 120°C . Температура средних слоев пакета намного меньше периферийных, что приводит к появлению температурных градиентов, равных на этой стадии $6\text{--}10^\circ\text{C/мм}$ для плит толщиной 20 мм (рис. 1, б).

Во время прогрева пакета происходит пластификация древесины и уменьшение вязкости связующего. При этом снижаются упругость шпона и, следовательно, сила противодействия со стороны пакета давлению плит пресса. Пакет уплотняется, изменяется его толщина, что приводит к сближению плит пресса. Уплотнение пакета и уменьшение его толщины происходит до тех пор, пока пакет не прогреется равномерно по всей толщине. Одновременно с повышением температуры в периферийных слоях пакета начинается отверждение смолы.

На этой стадии древесина достаточно пластична, листы шпона, составляющие пакет, еще не склеены между собой. Возникающие при этом деформации и напряжения (рис. 1, б) не вызывают образования внутренних дефектов в пластике. Благодаря пластическому состоянию древесины напряжения, возникающие в период смыкания плит, могут исчезнуть.

Через 30—40 мин после начала прогрева пакет прогревается на всю толщину; начинается вторая стадия — выдержка. В этот момент температура достигает 150°C по всей толщине пакета. Происходит реакция поликонденсации связующего. Шпон склеивается и образуется пластик. Однако реакция поликонденсации связующего идет неравномерно по толщине пакета. На периферийных частях пакета уже произошла реакция поликонденсации, а во внутренних еще не закончилась. Это приводит к тому, что между слоями пакета возникают деформации и термические напряжения. Напряжения на этой стадии сравнительно невелики и не вызывают появления внутренних дефектов.

После выдержки следует третья стадия — охлаждение, которое производится путем подачи холодной воды в металлические плиты пресса. Скорость охлаждения плит пресса $6\text{--}10^\circ\text{C/мин}$. При этом происходит резкое перераспределение температуры. Из рис. 1, а видно,

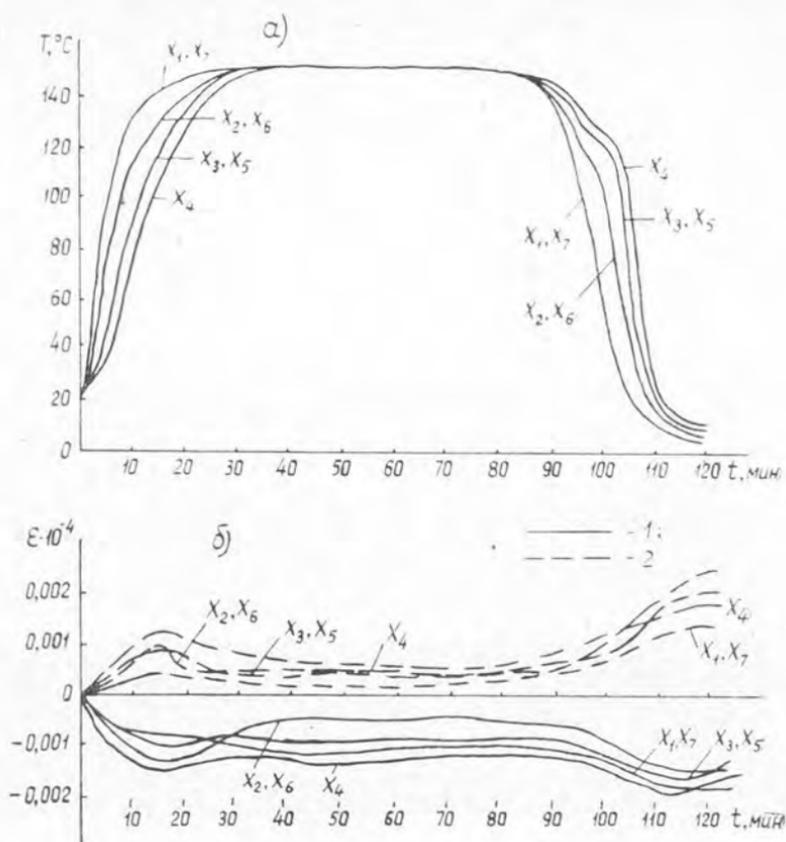


Рис. 1. Динамика температуры (а) и деформаций (б) в пластике толщиной 20 мм при установленном технологическом режиме

1 — деформации вдоль волокон; 2 — поперек волокон; x_1, x_7 — слои, расположенные в пакете на глубине 0,5 мм от периферия; x_3, x_6 — на глубине 3,45 мм; x_2, x_5 — на глубине 6,55 мм; x_4 — на глубине 10 мм (середина пакета).

что через 15 мин с момента начала охлаждения периферийные слои пластика достигают 20°C , в то же время середина плиты пластика имеет температуру 110°C ; слои, отстоящие от периферийных на глубине 6,55 мм, имеют температуру 100°C , а на глубине 3,45 мм — 70°C . Такое резкое охлаждение периферийных слоев и медленное — внутренних слоев пластика приводит к появлению значительного температурного градиента, достигающего $18\text{--}20^\circ\text{C}/\text{мм}$.

На этой стадии мы имеем упругий материал, представляющий монолитную плиту. Большие температурные градиенты вызывают резкое возрастание деформаций в пластике и возникновение больших термических напряжений, близких к разрушающим; вследствие этого появляются внутренние и наружные трещины и разрывы. Стадия охлаждения наиболее опасна с точки зрения возникновения дефектов пластика от термических напряжений.

При исследованиях были проведены запрессовки пластика марки ДСП-В толщиной 20 мм с медленным охлаждением. На этот раз плиту пластика охлаждали путем чередования водяного и воздушного охлаждения. Как и обычно, после воздушного охлаждения, продол-

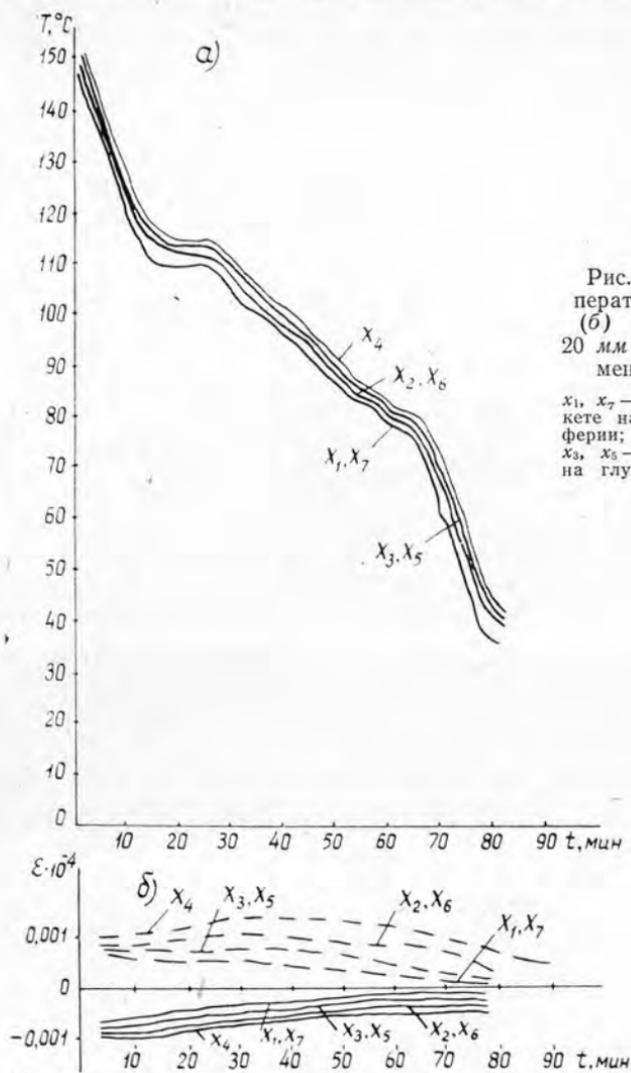


Рис. 2, а, б. Динамика температуры (а) и деформаций (б) в пластике толщиной 20 мм при охлаждении попеременно водой и воздухом.

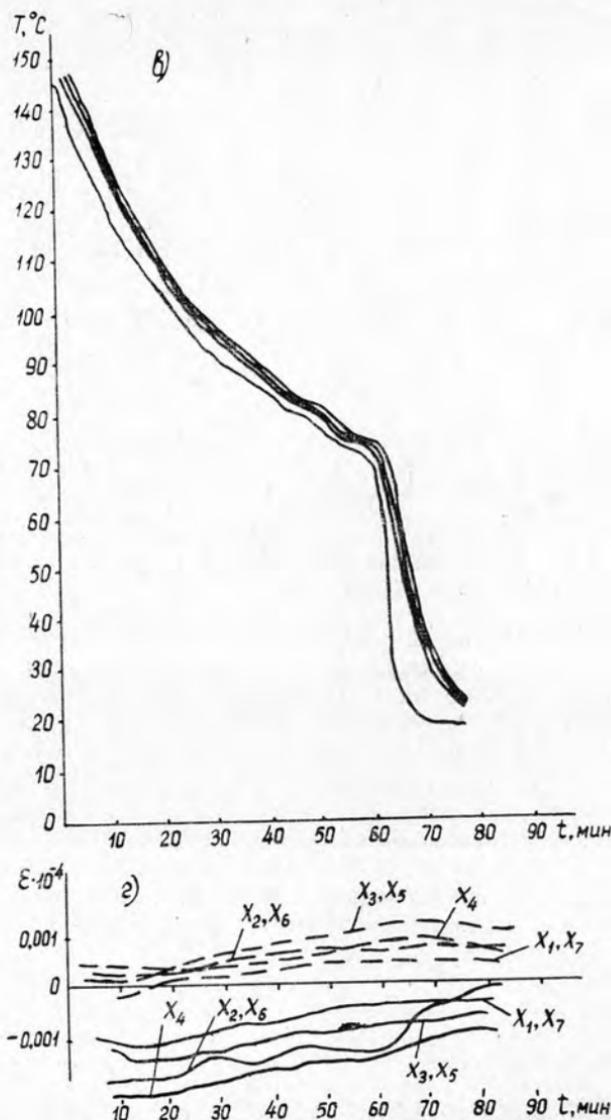
x_1, x_7 — слои, расположенные в пакете на глубине 0,5 мм от периферии; x_2, x_6 — на глубине 3,45 мм; x_3, x_5 — на глубине 6,55 мм; x_4 — на глубине 10 мм (середина пакета).

жающегося 10—15 мин, в плиты пресса подавали воду. Когда температура плит пресса снижалась на 10° , подачу воды прекращали и следующие 5—8 мин производили воздушное охлаждение (рис. 2). Режим попеременного водяного и воздушного охлаждения позволил резко сократить разницу температур между периферийными и внутренними слоями (рис. 2, а) и уменьшить значение температурных градиентов до $1\text{--}2^\circ\text{C}/\text{мм}$; величина деформаций (рис. 2, б) при этом также снизилась.

На рис. 2, в, г показана динамика температур и деформаций при третьем способе охлаждения, когда в течение 60 мин охлаждение проводили только воздухом, а затем в течение 20 мин — только водой. Такой способ охлаждения также обеспечивает равномерное снижение температуры по слоям пластика и уменьшение температурного градиента по его толщине.

Полученные экспериментальные данные позволят создать методику расчета внутренних температурных напряжений по косвенным технологическим параметрам, а также разработать оптимальные

Рис. 2, в. г. Динамика температуры (в) и деформаций (г) в пластике толщиной 20 мм при охлаждении попеременно водой и воздухом.



технологические режимы, приводящие к снижению максимальных напряжений.

Выводы

1. Величины температурного градиента, деформаций и напряжений достигают наибольших значений на стадиях нагрева и охлаждения.

2. Напряжения, возникающие на стадии нагрева, не вызывают внутренних дефектов в пластике благодаря пластическому состоянию материала.

3. Большие температурные градиенты, возникающие на стадии охлаждения, ведут к образованию напряжений, нарушающих прочность пластика.

4. Наличие или отсутствие температурных градиентов по толщине плиты пластика зависит от способа охлаждения.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.813

О СМОЛИСТОСТИ СВЕЖЕГО КЕДРОВОГО ОСМОЛА
В СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ НОВО-МИХАЙЛОВСКОГО
КАНИФОЛЬНО-ЭКСТРАКЦИОННОГО ЗАВОДАФ. А. МЕДНИКОВ, И. В. ХУХУА, Е. В. УШКОВА, Г. С. БАРЫНКИНА,
А. А. ПОПОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Установлено, что свежий кедровый осмол по смолистости соответствует требованиям проекта ТУ на осмол свежий сосновый второго сорта. Выход свежего кедрового осмола с 1 га изменяется от 12,6 до 41 скл. м³ в зависимости от состава насаждений.

Для расширения и укрепления сырьевой базы канифольно-экстракционного производства используют новые виды смолистой древесины хвойных пород и, в частности, свежий осмол. Ново-Михайловский канифольно-экстракционный завод (КЭЗ) будет получать канифольно-скипидарную продукцию из кедрового осмола.

В 1971 г. мы обследовали свежие кедровые вырубki в Оборском, Нижне-Даубихинском, Улахинском леспромхозах Хабаровского и Приморского краев.

Характерные лесосеки выбирали в районах сырьевой базы завода, выбор согласовывали с Дальневосточным производственным объединением «Дальлесдревпром», леспромхозы которого заготавливают кедровый осмол.

Таблица 1

Группа пней	Содержание заболони, %	Количество пней, %
I	До 20	13,8
II	20—30	47,6
III	30—40	29,4
V	40—50	6,9
VI	50—60	1,9
VII	60—70	0,3

на группы в зависимости от содержания в них заболони (табл. 1). Основная часть кедровых пней с содержанием заболони 20—50% находится в I—IV группах. Эти пни составляют 97,6% от общего их количества на обследованных вырубках.

В каждой группе механическим методом выбирали модельные пни; их очищали от коры и грунта, распиливали бензопилой «Дружба». Было разделано 55 пней с отбором 440 проб древесины ядра, заболони и корней. Пропилы на модельных пнях производили, как показано на рис. 1.

Смолистость свежего кедрового осмола (в местах отбора проб) определяли по общепринятой методике на осмол пневый сосновый

Обследование проводили на вырубках 1970—1971 гг. со следующей характеристикой насаждений: III класс бонитета, VII—XIV классы возраста, состав — хвойно-лиственные с преобладающей породой — кедром. Протаксирован 1861 пень. На пробных площадях замеряли высоту, диаметр каждого пня в отрубке и ядра в сантиметрах. Протаксированные пни распределяли

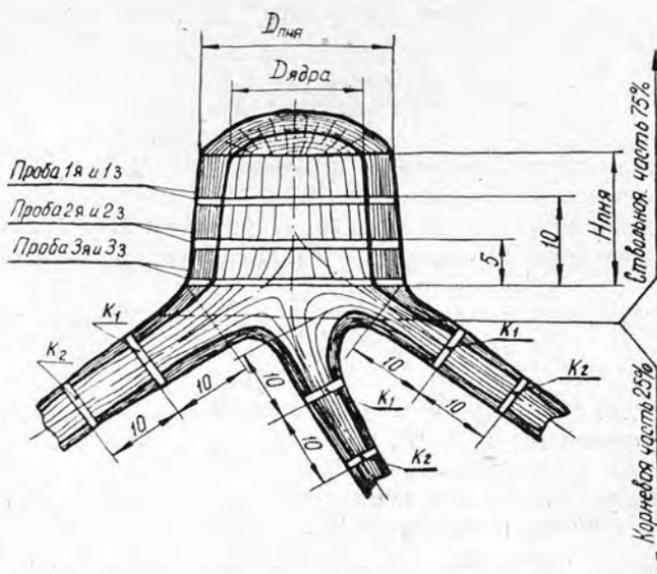


Рис. 1. Схема отбора проб древесины ядра и заболони от модельных пней.

(ГОСТ 10077-62). Содержание канифоли K на древесину 20%-ной влажности вычисляли по формуле

$$K = \frac{F \cdot V \cdot 6,4 \cdot 100 \cdot 80 \cdot 0,0056}{G \cdot (100 - W)} \%,$$

где V — объем 0,1 н. раствора КОН, израсходованного на титрование, мл;

G — навеска опилок, г;

W — влажность опилок, %;

F — фактор 0,1 н. спиртового раствора КОН;

6,4 — количество канифоли в граммах, соответствующее 1 г КОН;

0,0056 — титр 0,1 н. спиртового раствора КОН.

Влажность проб древесины устанавливали методом Дина и Старка со свежеперегранным бензином (БР-1).

Среднюю смолистость ядровой древесины пня $K_{я}$ определяли по следующим формулам:

при двух пропилах по высоте стволовой части пня

$$K_{я} = \frac{K_{я_1} \cdot 40 + K_{я_{ш}} \cdot 60}{100} \%,$$

при трех пропилах

$$K_{я} = \frac{K_{я_1} \cdot 20 + K_{я_2} \cdot 30 + K_{я_{ш}} \cdot 50}{100} \%,$$

где $K_{я_1}$ — смолистость древесины ядра по верхнему пропилу, %;

$K_{я_2}$ — то же по среднему пропилу, %;

$K_{я_{ш}}$ — смолистость ядра шейки пня, %;

40, 60, 20, 30, 50 — распределение древесины ядра по высоте стволовой части пня (по пропилам), %.

Средняя смолистость всей древесины ствольной части пня с корневой шейкой

$$K_1 = \frac{K_3 \cdot X_3 + K_я \cdot X_я}{100} \%,$$

здесь K_3 — смолистость древесины по заболони, %;

X_3 — содержание заболони, % об.;

$X_я$ — содержание ядровой части в древесине пня, % об.

Средняя смолистость всего пня, извлекаемого из земли взрывным способом,

$$K_{\text{пня}} = \frac{K_1 \cdot 75 + K_к \cdot 25}{100} \%,$$

где K_1 — средняя смолистость древесины ствольной части пня с корневой шейкой, %;

$K_к$ — то же корневой древесины, %;

75 и 25 — распределение древесины пня на ствольную часть с корневой шейкой и на корни, %.

Распределение смолистых веществ по высоте ствольной части пней и длине их корней в каждой группе показано на рис. 2, а, б, в, г. Диаметр пней и высота их приведены в сантиметрах.

Смолистость древесины ядра по высоте пней во всех группах значительно уменьшается. Так, в I группе она снижается с 14,12% в шейке до 7,83% на высоте 10 см, то есть на 44%. Смолистость заболонной кедровой древесины колеблется от 4,00 до 5,65%. Средняя смолистость корневой древесины по ядру и заболони без древесины шейки, которая вошла в ствольную часть, колеблется от 5,77 до 9,40%.

Данные о смолистости свежего кедрового осмола отдельно по группам и нарастающим итогом представлены в табл. 2, из которой видно, что смолистость по группам изменяется незначительно.

Таблица 2

Группа пней	Количество пней		Средневзвешенная смолистость, %
	шт.	%	
I	256	14,10	9,00
	256	14,10	9,00
II	888	48,90	9,22
	1144	63,00	9,17
III	546	30,06	8,09
	1690	93,06	8,82
IV	126	6,94	8,89
	1816	100,00	8,83

Примечание. В числителе данные по группам; в знаменателе — нарастающим итогом.

При заготовке свежих кедровых пней первых двух групп осмол содержит 9,17% канифоли при 20%-ной влажности древесины. Заготовка пней I, II, III групп дает сырье для КЭЗ с содержанием канифоли 8,82%; при сплошной заготовке кедровых пней всех четырех групп смолистость свежего осмола составляет 8,83%.

Свежий кедровый осмол по смолистости соответствует требованиям по проекту ТУ на осмол свежий сосновый второго сорта*. Выход осмол с 1 га изменяется от 12,6 до 40,1 скл. м³ в зависимости от состава насаждений.

Поступила 16 октября 1972 г.

УДК 547.92

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОСВЕТЛЕННОГО ФИТОСТЕРИНА

В. Б. НЕКРАСОВА, С. И. ШАЙДУРОВА, Э. И. ЛАРИНА, А. Л. АГРАНАТ,
В. В. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

Разработана технология осветления стериносодержащих продуктов активированным углем и перекисью водорода в среде этилового и изопропилового спиртов. Показано, что осветление продуктов активированным углем возможно лишь в среде этилового спирта, а осветление перекисью водорода возможно как в среде этилового, так и изопропилового спирта.

Осветление фитостерина в числе других стериносодержащих продуктов позволяет комплексно использовать ценное сырье — фитостерин-сырец.

Осветленный фитостерин не должен ухудшать цвет крема или эмульсии, в состав которых он входит, поэтому сопутствующие стеринам темноокрашенные и механические примеси должны быть удалены в процессе осветления. Фитостерин сульфатного мыла можно осветлять следующими способами: а) по осветляющему агенту и реакционной среде; б) по сырью, взятому на осветление. В качестве осветляющих агентов были опробованы активированный уголь, перекись водорода, хлористый натрий; в качестве реакционной среды — этиловый и изопропиловый спирты и вода.

Нам не удалось получить осветленный фитостерин, удовлетворяющий по цвету ТУ 13 Латвийской ССР 010-70, перевысолкой исходных продуктов с помощью хлористого натрия из водных и спирто-водных суспензий и растворов, поэтому в данной работе этот метод не описан.

Характеристика исходных стериносодержащих продуктов, осветленных с помощью активированного угля или перекиси водорода, представлена в табл. 1, а принципиальная технологическая схема процесса осветления — на рис. 1. Схема предусматривает возможность осветления любого стериносодержащего сырья как активированным углем, так и перекисью водорода.

Процесс осветления складывается из следующих основных стадий: 1) растворение осветляемого продукта в спирте при нагревании до температуры кипения растворителя и перемешивании; 2) удаление механических примесей из горячего раствора; 3) осветление раствора; 4) кристаллизация осветленного фитостерина из раствора при температуре 10—15°C; 5) отделение осветленного фитостерина от маточного раствора; 6) регенерация растворителя.

Технологию осветления стериносодержащих продуктов отрабатывали в лабораторных условиях (загрузка 5—10 г), а затем на

* Сб. «Осмолозаготовки». Петрозаводск, 1967, стр. 101.

№ образца	Продукт и способ его выделения	Количественный состав, %			Цвет
		летучие	твердые	стериновая фракция (по разности)*	
1	Фитостерин-сырец, полученный по способу ЛТА на Кехраском ЦБК	1—5	25—40	60—70	Коричневый
2	Сухое вещество промывных жидкостей, полученных при бензиновой очистке фитостерина-сырца	5—10	40—60	30—55	
3	Фитостерин, выделенный при бензиновой очистке фитостерина-сырца из маточного бензинового раствора	3—5	0—1	94—97	Желтый
4	Фитостерин, выделенный из маточного раствора при перекристаллизации очищенного фитостерина в изопропанол	3—5	0—1	94—97	

* Стериновой фракцией условно называют продукт, содержащий стерин с примесью высокомолекулярных алифатических спиртов; стериновая фракция образцов 1, 2 содержит 5—10% алифатических спиртов, а образцов 3, 4—20—30%.

опытно-производственной базе Проблемной лаборатории в Лисино (загрузка 2—4 кг). Фитостерин-сырец осветляли активированным углем в среде этилового спирта по следующей методике. Сырец, спирт и уголь при соотношении 1:20:0,1 загружали в растворник (рис. 1),

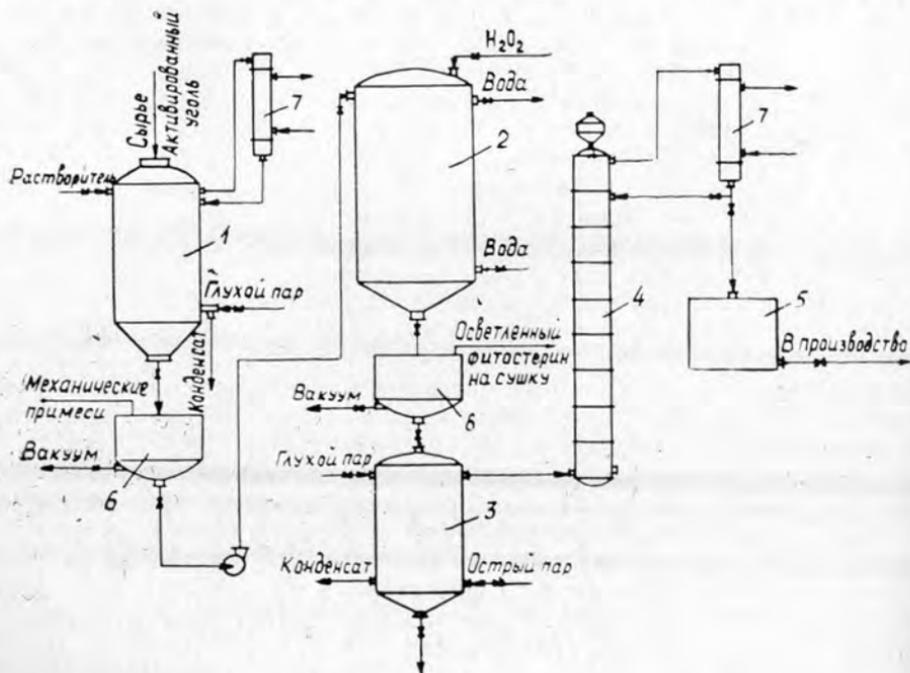


Рис. 1.

1 — растворник; 2 — кристаллизатор; 3 — отгонный куб; 4 — ректификационная колонна; 5 — сборник; 6 — нутч-фильтр; 7 — конденсатор-холодильник.

растворяли в течение 1—1,5 час при температуре 60—65°C, а затем раствор осветляли. Горячий осветленный раствор фильтровали через нутч-фильтр для освобождения от механических примесей и отработанного угля, а затем перекачивали в кристаллизатор, где при 10—15°C в течение 24 час из раствора кристаллизовался осветленный фитостерин. Его отделяли от маточника на нутч-фильтре, после чего осветленный продукт поступал на сушку, а маточный раствор — на регенерацию.

В табл. 2 приведены результаты полупроизводственных опытов по осветлению фитостерина-сырца активированным углем. Исходный фитостерин имел следующую характеристику: летучих 6%, твердых мыл 31%, стериновой фракции (по разности) 63%, цвет коричневый. Осветленный фитостерин полностью удовлетворял требованиям технических условий. В нем отмечено снижение количества твердых мыл по сравнению с исходным фитостерином. Большие потери фитостерина объясняются частичной его кристаллизацией на фильтре при отделении механических примесей и угля от основного раствора.

Таблица 2

Выход осветленного фитостерина, %	Содержание в осветленном фитостерине, %		Количество продукта, оставшегося на фильтре,* % от исходного	Содержание в продукте, %	
	твердых мыл	стериновой фракции (по разности)		твердых мыл	стериновой фракции (по разности)
47	22,6	77,4	10	57,5	42,5
50	25,0	75,0	20	52,6	47,4

* При отделении отработанного угля и механических примесей от основного раствора.

В лабораторных условиях были проведены опыты по осветлению других стериносодержащих продуктов в среде этилового и изопропилового спиртов.

Как показали проведенные эксперименты (табл. 3), при осветлении любого из исходных продуктов активированным углем в среде этилового спирта можно получить фитостерин, удовлетворяющий требованиям технических условий по цвету. Выход осветленного

Таблица 3

№ опыта	Продукт	Выход осветленного продукта, % от сухого исходного	Цвет	Летучие, %	Твердые мыла, %	Стериновая фракция (по разности), %
1	Фитостерин-сырец	47,2	Коричневый	6,0	31,0	63,0
			Белый	3,4	22,6	77,4
2	Получен из спирто-водной промывной жидкости при бензиновой очистке фитостерина-сырца	62,5	Коричневый	9,8	30,0	60,2
			Белый	3,6	21,5	74,9
3	Получен из маточного бензинового раствора	64,5	Желтый	5,3	2,0	92,7
			Белый	4,0	1,0	95,0
4	Получен из маточного раствора фитостерина в изопропиловом спирте	58,3	Желтый	8,2	—	91,8
			Белый	2,0	—	98

Примечание. В числителе данные для исходного продукта; в знаменателе — для осветленного.

Таблица 4

№ опыта	Продукт	Цвет	Летучие, %	Твердые мыла, %	Стериновая фракция (по разности), %	Выход осветленного продукта, % от исходного
В среде этилового спирта						
1	Фитостерин-сырец	Коричневый	5,6	42,1	47,7	69,4
		Белый	2,8	33,5	63,7	
2	Получен из спирто-водной промывной жидкости при бензиновой очистке фитостерина-сырца	Коричневый	8,5	34,5	57,0	68,5
		Белый	3,1	28,8	68,1	
3	Получен из маточного бензинового раствора	Желтый	2,1	0,1	97,8	87,3
		Белый	0,2	0,0	99,8	
4	Получен из маточного раствора фитостерина в изопропиловом спирте	Желтый	2,5	0,0	97,5	85,6
		Белый	0,2	0,0	99,8	
В среде изопропилового спирта						
5	Фитостерин-сырец	Коричневый	4,7	36,5	58,8	44,5
		Желтый	Не опр.	Не опр.	Не опр.	
6	Получен из спирто-водной промывной жидкости при бензиновой очистке фитостерина-сырца	Коричневый	8,5	62,0	29,5	44,6
		Светло-коричневый	Не опр.	Не опр.	Не опр.	
7	Получен из маточного бензинового раствора	Желтый	5,3	0,2	94,5	66,6
		Белый	0,3	0,0	99,7	
8	Получен из маточного раствора фитостерина в изопропиловом спирте	Желтый	5,4	0,1	94,5	68,3
		Белый	0,4	0,0	99,6	

Примечание. В числителе данные для исходного продукта, в знаменателе — для осветленного. Некоторые компоненты не определяли, так как продукты по внешнему виду не удовлетворяли требованиям технических условий на осветленный фитостерин.

фитостерина меняется в зависимости от характеристики взятого продукта. Содержание твердых мыл в осветленных продуктах ниже, чем в исходных. Значительные потери происходят вследствие затрудненной фильтрации горячего осветленного раствора от отработанного угля.

При осветлении тех же продуктов активированным углем в среде изопропилового спирта уголь при нагревании раствора переходил в мелкодисперсное состояние, что сильно затрудняло фильтрацию и увеличивало потери фитостерина при этой операции; цвет осветленного раствора и полученного из него продукта менялся от бледно-желтого до желтого, что не удовлетворяло требованиям технических условий; необходимо было проводить повторное осветление.

В табл. 4 приведены результаты полупроизводственных опытов по осветлению стеринных продуктов перекисью водорода в среде этилового или изопропилового спиртов. Осветление проводили по следующей методике. Исходный продукт и спирт при соотношении 1:20 (в случае этилового спирта) или 1:10 (в случае изопропилового спирта) растворяли в растворнике (рис. 1) при температуре 65—70°C в течение 1—1,5 час. Горячий раствор фильтровали на нутч-филт্রে от механических примесей, перекачивали в кристаллизатор, где при 55—60°C раствор осветляли перекисью водорода (пергидролем). Соотношение исходный продукт — перекись как 1:0,1 или 1:0,2. Осветленный раствор в том же аппарате охлаждали до 10—15°C. При этой температуре в течение 24 час шла кристаллизация осветленного фитостерина, который затем отделяли на нутч-филт্রে и сушили. Маточный раствор регенерировался, полученный растворитель укреплялся.

Все стеринные продукты при осветлении в среде этилового спирта имели кондиционный белый цвет (табл. 4). Количество твердых мыл в осветленных продуктах по сравнению с исходными снижается. Фильтрация горячего раствора от механических примесей проходит удовлетворительно.

Процесс осветления продуктов в среде изопропилового спирта проходит хуже, чем в среде этилового спирта. Так, белый цвет получен лишь при осветлении фитостерина с незначительным содержанием твердых мыл и темноокрашенных примесей (табл. 4, опыты 5, 6). Другие продукты требовали повторного осветления. При однократном осветлении выход фитостерина составляет 44—68% в зависимости от качественной характеристики осветляемого продукта, при повторном осветлении выход 35%. Общий недостаток метода осветления перекисью водорода — сильное вспенивание горячих спиртовых растворов в процессе осветления, что требует значительного увеличения емкостей для проведения этого процесса (в 2—2,5 раза против объема раствора).

УДК 534.8:547.914

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБАМИДНЫХ СМОЛ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

В. В. ПАНОВ

Московский лесотехнический институт

Изложены результаты исследований по установлению возможности адеструктивного физико-химического анализа технологических параметров карбамидных смол импульсным ультразвуковым методом. Рассмотрены теоретические предпосылки указанного метода.

Ультразвуковой метод физико-химического анализа жидких сред заслуживает особого внимания, так как между различными физико-химическими характеристиками жидкости и ее акустическими параметрами существуют тесные взаимосвязи. Ультразвуковые методы контроля очень удобны, точны, быстры и адеструктивны, то есть не нарушают структуру контролируемой жидкости. С помощью этих методов можно производить измерения в движущемся потоке жидкости, что позволяет применять их для непрерывного контроля технологических параметров жидкостей непосредственно в производственных условиях.

Сущность примененного нами метода в том, что исследуемую карбамидную смолу непрерывно прозвучивают короткими ультразвуковыми импульсами очень слабой интенсивности, чтобы ультразвук не воздействовал на изучаемую среду. Прошедшие через смолу импульсы принимаются пьезоприемником, усиливаются и подаются на временную развертку осциллографа. Определяя изменение длительности прохождения импульса через смолу, можно судить об изменении скорости распространения ультразвука и исследовать ее зависимость от различных технологических параметров смолы.

Так как жидкости не обладают упругостью сдвига, в них распространяются только продольные волны, при которых в среде возникают последовательно зоны сжатия и разрежения. Из-за малой теплопроводности жидкостей можно считать, что в каждой точке среды сжатие и разрежение происходят адиабатически, то есть возникающие нагревание и охлаждение не успевают проникнуть внутрь окружающей среды, и подного обмена теплом не происходит. В предположении адиабатического процесса распространения ультразвука в смоле величину его скорости C определяют из выражения [1]

$$C = \sqrt{\frac{1}{\beta_a \cdot \rho}}, \quad (1)$$

где β_a — адиабатический коэффициент сжимаемости, равный отношению изменению объема жидкости V при изменении давления на величину dP ;

$$\beta_a = - \frac{1}{V} \frac{dV}{dP},$$

ρ — плотность смолы.

Плотность и сжимаемость смолы находятся в тесной зависимости от ее концентрации (содержания сухих веществ). Продифференцировав выражение (1) по концентрации K (сыхому остатку) смолы, получим

$$\frac{dC}{dK} = -\frac{C}{2} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial K} + \frac{1}{\beta_a} \frac{\partial \beta_a}{\partial K} \right). \quad (2)$$

Поскольку с увеличением концентрации растет плотность смолы и снижается ее сжимаемость, то в выражении (2) производные $\frac{\partial \rho}{\partial K}$ и $\frac{\partial \beta_a}{\partial K}$ противоположны по знаку, причем последняя отрицательна и по абсолютной величине обычно больше первой; значит, можно ожидать увеличения скорости распространения ультразвука в смоле с ростом ее концентрации. Это, как правило, происходит в большинстве жидкостей. Однако в некоторых значениях слагаемых таквы, что скорость убывает или проходит через минимум [4]. При этом наибольшей скоростью ультразвука считается обнаруженная в глицерине при 22°C и равная 1986 м/сек, а наименьшей — обнаруженная в йодистом метиле при той же температуре и равная 834 м/сек.

Задача наших экспериментов — изучение влияния на скорость распространения ультразвука в смоле следующих независимых друг от друга факторов с пятью вариантами каждого из них: 1) марки смолы — УКС; М19-62; М-60; МФСМ; КС-68; 2) концентрация смолы — 20; 30; 40; 50; 60%; 3) частоты ультразвука — 60; 100; 150; 600; 2000 кгц; 4) величины рН — 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0.

В опытах применяли серийные приборы УКБ-1; УКБ-1М и УЗАС-7, позволившие получать ультразвуковые колебания в диапазоне 60—2000 кгц для установления оптимальных частот. Концентрацию (сыхой остаток) смолы определяли методом высушивания, а величину рН измеряли лабораторным рН-метром ЛПУ-0,1 и регулировали,

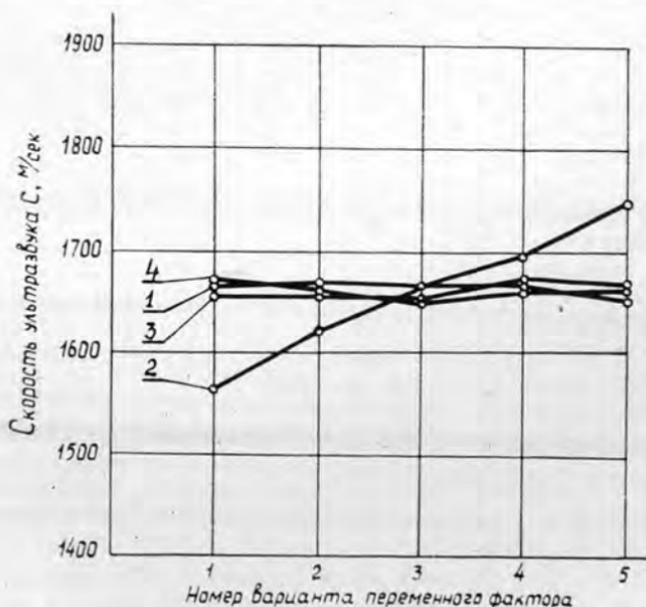


Рис. 1.

1 — марки смолы; 2 — концентрация сухих веществ; 3 — частоты ультразвука; 4 — значения рН.

добавляя 20%-ный раствор хлористого аммония или 42%-ный раствор едкого натра.

Опыты, проведенные по методике рационального планирования экспериментов, предложенной М. М. Протодяконовым [5], позволили построить кривые (рис. 1), наглядно иллюстрирующие зависимость скорости ультразвука C от каждого отдельного фактора при средних значениях прочих факторов. Кривая 1 подтверждает априорные предположения о том, что скорость ультразвука практически не зависит от марок изучаемых карбамидных смол из-за сходности физико-химических характеристик. Кривая 3 хорошо согласуется с результатами широких акустических исследований органических жидкостей, в которых установлено, что в диапазоне $4 \cdot 10^5 - 2,5 \cdot 10^7$ гц при различных температурах и давлениях не обнаружена дисперсия скорости ультразвука, то есть влияние на нее частоты ультразвука [2], [3].

Выбор рабочей частоты ультразвука определяется физическими свойствами жидкости и точностью измерений. При частотах 600 и 2000 кгц точности измерений больше, чем при 60, 100 и 150 кгц. Но, с другой стороны, нецелесообразно применять высокие частоты в таких высоковязких жидкостях как карбамидные смолы, так как в этом случае затухание энергии ультразвука настолько велико, что трудно получить достаточную амплитуду на выходе усилителя прибора УЗАС-7, и это снижает его чувствительность. Для испытаний карбамидных смол вполне пригодны приборы УКБ-1 и УКБ-1М (для твердых материалов) с герметичными ультразвуковыми головками на частоты 60, 100 и 150 кгц в специально сконструированном лабораторном датчике.

В производственной практике при прозвучивании больших объемов жидкости и при больших расстояниях между головками дифракционные эффекты (имеющие место в лабораторном датчике) отсутствуют; это повышает точность измерений. Следует отметить, что диапазон частот 60—150 кгц по сравнению с диапазоном 600—2000 кгц менее чувствителен к мелкодисперсным примесям в смоле, воздушным пузырькам и сгусткам.

Основное влияние на скорость ультразвука в карбамидной смоле оказывает ее концентрация (кривая 2), так как она тесно связана с плотностью и сжимаемостью смолы, а эти показатели, как было отмечено выше, определяют скорость ультразвука в жидкости. При добавлении растворов, регулирующих рН смолы, меняется ее концентрация. Сама же величина рН (кривая 4), как показали эксперименты на пробах смол одинаковой концентрации, не влияет на скорость ультразвука в условиях опытов.

Высокие значения коэффициента корреляции (0,95) и корреляционного отношения (0,97) свидетельствуют о наличии тесной линейной связи между скоростью ультразвука в смоле и ее концентрацией при температуре 20°C. Эту зависимость с достаточной точностью (2,8%) можно описать уравнением прямой (рис. 2):

$$C = 4,36K + 1486,55 \text{ м.сек.}$$

где C — скорость распространения ультразвука в карбамидной смоле;
 K — концентрация (сухой остаток) карбамидной смолы в диапазоне 20—60%.

Известно, что при постоянной температуре с увеличением концентрации карбамидной смолы растет ее вязкость, то есть в нашем случае подтверждается вывод, полученный учеными-акустиком [2], [3] в результате анализа большого числа экспериментов, о том, что скорость ультразвука в более вязких жидкостях больше, чем в менее вязких.

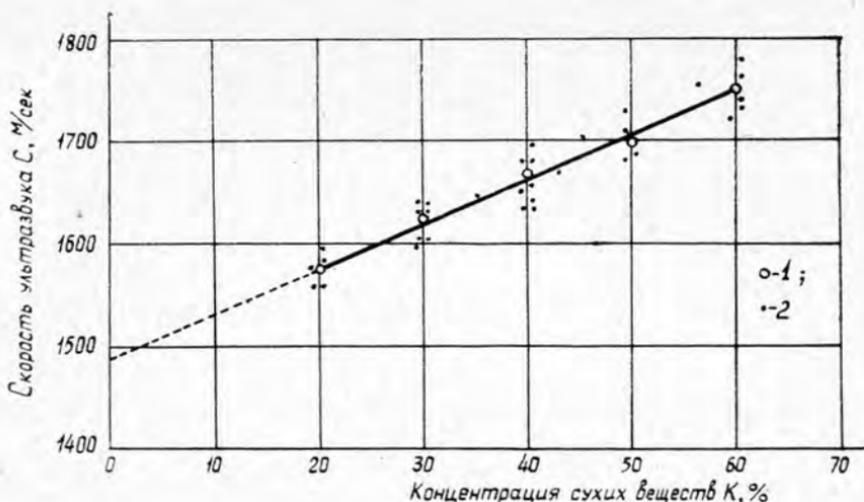


Рис. 2.

1 — расчетные точки; 2 — экспериментальные.

Подтвердился также вывод об увеличении скорости распространения ультразвука с ростом плотности жидкости.

Было исследовано влияние температуры смолы на скорость распространения в ней ультразвука, поскольку известно, что с ростом температуры снижается вязкость смолы и изменяется сжимаемость. Опыты показали, что с увеличением температуры скорость ультразвука падает тем резче, чем больше концентрация смолы. Однако для смол различной концентрации при колебаниях комнатной температуры в пределах 5—35°C температурными изменениями скорости ультразвука можно пренебречь.

При производстве древесностружечных плит, используя полученный график (рис. 2) как тарифовочный, можно при помощи импульсного ультразвукового метода осуществлять непрерывный адеструктивный контроль концентрации рабочего раствора смолы. Это создает благоприятные предпосылки для своевременной автоматической коррекции работы дозирующих устройств при отклонении концентрации рабочего раствора смолы от оптимальной нормы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О. И. Бабиков. Ультразвук и его применение в промышленности. Физматгиз, М., 1958. [2]. Л. Бергман. Ультразвук и его применение в науке и технике. ИЛ, М., 1957. [3]. Б. Б. Кудрявцев. Применение ультразвука в практике физико-химических исследований. Гостехиздат, М.—Л., 1952. [4]. Физическая акустика. Под ред. У. Мэзона, т. II, ч. А, изд-во «Мир», М., 1968. [5]. М. М. Протодьяконов, Р. И. Тедер. Методика рационального планирования экспериментов. Изд-во «Наука», М., 1970.

Поступила 10 апреля 1972 г.

УДК 547.992.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ОБЪЕМА ЛИГНИНА В ДИОКСАНЕ

В. В. НЕКРАСОВ

Архангельский лесотехнический институт

Исследована вязкость и плотность растворов сульфатного лигнина в диоксане с концентрациями от 1 до 7 вес.%. По этим данным рассчитаны значения удельных объемов лигнина с использованием удельного свободного объема растворов.

Объем, который занимает макромолекула лигнина в растворе, нельзя рассматривать без учета взаимодействия макромолекул лигнина с молекулами растворителя. Так, исследования [3], [4], показали, что макромолекулы сульфатного лигнина (СЛ) образуют сольваты с молекулами диоксана. Явления сольватации и захвата некоторой части растворителя макромолекулой [5] приводят к заметному изменению объема макромолекулы и соответственно удельного объема лигнина в растворе. Макромолекула в растворе представляет собой комплекс, образованный лигнином во взаимодействии с растворителем.

Для оценки объемов, занимаемых макромолекулой, или удельного объема полимера в растворе используют парциальные удельные объемы. Согласно Тенфорду [5], парциальный удельный объем полимера в растворе можно найти по уравнению

$$\bar{v}_2 = \left(\frac{\partial V}{\partial m_2} \right)_{p,T}, \quad (1)$$

где V — объем раствора;

m_2 — масса растворенного полимера.

После преобразования вместо выражения (1) получим

$$\bar{v}_2 = v_1 - \frac{v_1 - v}{W_2}, \quad (2)$$

где v_1 и v — удельные объемы растворителя и раствора соответственно;

W_2 — весовая доля полимера в растворе.

Величины, входящие в уравнение (2), определяют на опыте. Действительно, $v_1 = 1/\rho_1$ и $v = 1/\rho$ (где ρ_1 и ρ — плотности растворителя и раствора соответственно).

Уравнение (2) позволяет лишь приблизительно оценить парциальный удельный объем лигнина на основе измерения плотностей растворов. В принципе можно точно решить эту задачу. Для этого, на наш взгляд, можно воспользоваться очевидным соотношением. Удельный объем раствора складывается из трех частей:

$$v = v_1 \cdot W_1 + v_2 \cdot W_2 + v_{св}, \quad (3)$$

где v_1 и v_2 — удельные объемы, занимаемые в растворе растворителем и полимером;

W_1 и W_2 — их весовые доли;

$v_{св}$ — удельный свободный объем раствора.

Из уравнения (3) можно найти удельный объем полимера

$$v_2 = \frac{[v - (v_1 \cdot W_1 + v_{св})]}{W_2} \quad (3')$$

В уравнениях (3) и (3') величины v_1 и v_2 можно назвать несжимаемыми удельными объемами, которые не должны существенно зависеть от внешних условий.

Нетрудно убедиться в том, что точность определения удельного объема полимера v_2 зависит от точности подсчета $v_{св}$. Один из возможных путей нахождения $v_{св}$ — использование уравнения Бачинского для вязкости жидкости [1]

$$V - b = \frac{C_B}{\eta} \quad (4)$$

где $V - b$ — свободный мольный объем жидкости;

b — мольный несжимаемый объем;

η — вязкость жидкости;

C_B — постоянная для данной жидкости.

Уравнение (4) можно записать для удельных объемов

$$v = \left(\frac{V}{M}\right); \quad b' = \left(\frac{b}{M}\right); \quad C'_B = \left(\frac{C_B}{M}\right),$$

отсюда

$$v_{св} = v - b' = \frac{C'_B}{\eta} \quad (5)$$

Уравнение (5) легко можно использовать применительно к растворам, в том числе и к растворам полимеров. Для нахождения $v_{св}$ по равенству (5) необходимо измерить вязкость и плотность растворов при различных температурах. На основании экспериментальных данных строят прямые по уравнению

$$v = b' + \frac{C'_B}{\eta} \quad (6)$$

Наклон этих прямых дает значения C'_B и затем $v_{св} = \frac{C'_B}{\eta}$ при заданных условиях (давлении и температуре).

В данной работе приводятся результаты расчетов удельных объемов сульфатного лигнина на основе измерения плотности и вязкости его растворов в диоксане. Характеристики СЛ, диоксана и методика измерения плотности и вязкости приведены нами ранее [2], [3].

Зависимость удельного объема раствора $v = \frac{1}{\rho}$ от текучести $\frac{1}{\eta}$ представлена на рис. 1, из которого видно, что для семейства прямых

$v = f\left(\frac{1}{\eta}\right)$ угловой коэффициент C'_B растет с увеличением концентрации раствора. Значения C'_B внесены в табл. 1.

На основе величин C'_B и $\frac{1}{\eta}$ при 20°C рассчитаны удельные объемы растворов. Результаты приведены в табл. 1, из данных которой видно, что с ростом концентрации лигнина в диоксане величина C'_B монотонно растет, а $\frac{1}{\eta}$ — монотонно убывает. Удельный свободный объем в исследованных растворах монотонно снижается с ростом концентрации раствора. По данным табл. 1 на основе уравнения (3) рассчитаны значения удельного объема лигнина в диоксане.

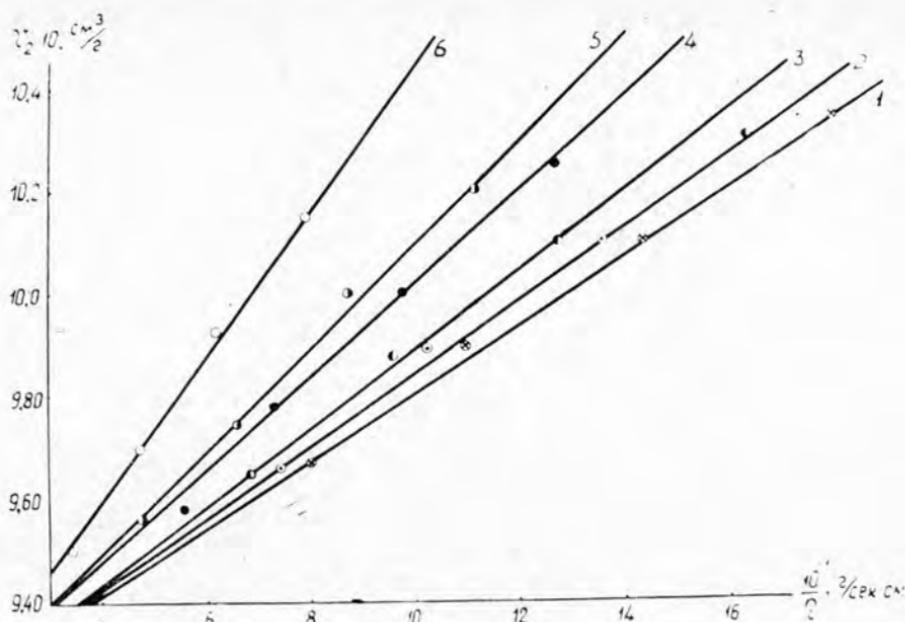


Рис. 1.

1 — диоксан; 2 — $W_2 = 0,96$ вес. %; 3 — 1,99; 4 — 4,35; 5 — 5,30; 6 — 7,15 вес. %.

Можно считать, что в пределах концентрации 1—7 вес. % удельный объем СЛ в диоксане остается примерно постоянным и равным $0,775 \pm 0,025$ см³/г.

Таблица 1

W_2 , вес. %	ρ , г/см ³	$C \cdot 10^3$, г/см ³	v , см ³ /г	$\eta \cdot 10^2, \frac{z}{\text{см} \cdot \text{сек}}$	v_2 , см ³ /г	$C'_B \cdot 10^3$	v_2 , см ³ /г
0	1,034	—	0,9670	1,25	—	0,667	—
0,96	1,036	9,95	0,9655	1,34	0,811	0,703	0,793
1,99	1,038	20,7	0,9634	1,45	0,786	0,748	0,800
3,40	1,042	35,7	0,9600	1,62	0,761	0,810	0,780
4,35	1,046	44,5	0,9572	1,80	0,741	0,875	0,782
5,30	1,048	55,4	0,9572	2,11	0,725	1,04	0,759
7,15	1,054	75,5	0,9487	2,89	0,711	1,34	0,752

Для сравнения в табл. 1 приведены результаты расчетов удельного парциального объема по уравнению (2). Величина \bar{v}_2 монотонно убывает с ростом концентрации раствора и совпадает со значением v_2 лишь в интервале концентраций $1 < W_2 < 4$. При концентрациях раствора $W_2 > 4\%$ различия между v_2 и \bar{v}_2 выходят за пределы ошибки опыта. Это дает основание высказать предположение, что с помощью уравнения (2) определяют удельный объем лигнина лишь в узком интервале концентраций растворов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Бачинский. Избранные труды АН СССР, М., 1960. [2]. В. В. Некрасов. Труды АЛТИ, XXV, Архангельск, 1971, 94. [3]. В. В. Некрасов. ИВУЗ. «Лесной журнал» № 5, 1972. [4]. Л. Г. Пилюгина, Т. М. Васильева, К. П. Мищенко. Современные методы исследования в химии лигнина, Архангельск, 1970, 93. [5]. Ч. Тенфорд. Физическая химия полимеров. Изд-во «Химия», М., 1965.

УДК 66.095.264

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ДИПЕНТЕНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ БЕЗВОДНОГО ХЛОРНОГО ЖЕЛЕЗА

Ю. П. КЛЮЕВ, А. И. ЛАМОТКИН, Л. П. БУКСОВА

Белорусский технологический институт

Исследован состав образующихся продуктов при каталитических превращениях дипентена в присутствии безводного хлорного железа. Изучена динамика процесса катализа дипентена под действием безводного хлорного железа. Даны спектральные характеристики димерных веществ.

Согласно современным взглядам на теорию кислот и оснований, все кислотные катализаторы можно разделить на две группы: 1) протонсодержащие; 2) апротонные (кислоты Льюиса).

Изучению каталитических превращений дипентена под действием протонсодержащих катализаторов посвящено значительное число работ. С. Гейер [12], Дж. Жермен [11], Ватанабэ Юити [2], Ю. П. Ключев и А. И. Ламоткин [4] исследовали каталитические превращения дипентена под действием концентрированных и разбавленных минеральных кислот. Г. А. Рудаков [8], Ю. М. Слободин [9], Венейбл [14], Комаэ [6], Б. А. Арбузов и З. Г. Исаева [1] в качестве кислотных катализаторов полимеризации и изомеризации дипентена использовали активированные глины и разные марки силикагелей.

В образующихся мономерных веществах при действии на дипентен протонсодержащих кислотных катализаторов указанными авторами были найдены α - и γ -терпинены, терпинолен, изотерпинолен, 3,8(9)-п-ментадиеп, п-ментены и п-цимол. Полученные полимерные продукты, в основном, состояли из димеров.

Имеется ряд работ, посвященных каталитическим превращениям дипентена под действием апротонных кислотных катализаторов. М. Кармоди и В. Кармоди [10] полимеризовали α -пинен и дипентен в присутствии хлористого алюминия в среде ароматических углеводородов. По их данным, в результате полимеризации образуется до 75% полимеров. По мнению В. Робертса и А. Дея [13], при действии на дипентен и α -пинен хлористого алюминия образуются полимеры с близкими физико-химическими константами.

А. М. Рожков [7] проводил полимеризацию дипентена и α -пинена в присутствии хлористого цинка. Он показал, что процесс полимеризации дипентена и α -пинена в присутствии хлористого цинка сопровождается реакциями гидро- и дегидрогенизации. Ранее нами [3] было показано, что при действии на дипентен безводного хлористого алюминия происходит только полимеризация. Возможно также и диспропорционирование.

В данной работе мы попытались изучить состав веществ, образующихся при каталитических превращениях дипентена под действием безводного хлорного железа, и выяснить характер действия безводного хлорного железа на дипентен.

Исходный дипентен получали путем двукратной разгонки концентрата дипентена вначале на насадочной ректификационной колонке

эффективностью 35 теоретических тарелок, а затем на ректификационной колонке эффективностью 90 теоретических тарелок при остаточном давлении 12—14 мм рт. ст. Исходный дипентен был выделен хроматографически чистый (согласно хроматографическому анализу).

Выделенный дипентен имел следующие физические константы: т. кип. = 176°C, $n_D^{20} = 1,4730$, $d_4^{20} = 0,8434$, $\alpha_D^{20} = 72^\circ$. Тетрабромид, полученный из выделенного дипентена, имел т. пл. 125°C. Безводное хлорное железо синтезировали по методике [5].

Опыты по изучению каталитических превращений дипентена под действием безводного хлорного железа проводили в приборе, описанном нами ранее [4]. Было взято 100 г (100 моль%) дипентена, 5,96 г (5 моль%) хлорного железа. Температура процесса 20°C.

После внесения катализатора в реакционную смесь температура смеси поднималась. Ход реакции контролировали путем отбора проб из реакционной смеси и определения коэффициента преломления. Коэффициент преломления реакционной смеси доводили до величины 1,5090.

По окончании опыта продукты реакции отфильтровывали от хлорного железа, промывали горячей водой до отсутствия ионов Cl (по AgNO_3), высушивали прокаленным хлористым кальцием. Высушенные продукты реакции разгоняли из колбы Вюрца. Мономерные вещества отгоняли от полимеров при температуре в бане 150—160°C и остаточном давлении 10 мм рт. ст., жидкие димерные продукты отгоняли от твердых полимеров при температуре в бане 170—200°C и остаточном давлении 4 мм рт. ст.

В результате разгонки было получено 20,2 г мономеров, 14,3 г димеров, 55,7 г твердых полимеров. Выделенные мономерные вещества имели следующие физико-химические константы: т. кип. = 176,5°C, $n_D^{20} = 1,4736$, $d_4^{20} = 0,8440$, $\alpha_D^{20} = 55^\circ$.

Мономерные вещества анализировали при помощи газо-жидкостной хроматографии. Хроматограммы снимали на хроматографе марки ХТ-63. Использовали жидкие стационарные фазы разной полярности: полиэтиленгликоль-15000, полиэтиленгликольадипат, трикрезилфосфат, диноилфталат. Твердым носителем служил хромосорб W (120—140 меш). Газ-носитель — водород. Температура колонки 120°C. Скорость газа-носителя 100 мл/мин. Длина колонки 3 м.

Хроматограммы мономерных веществ каталитических превращений дипентена под действием безводного хлорного железа, снятые на

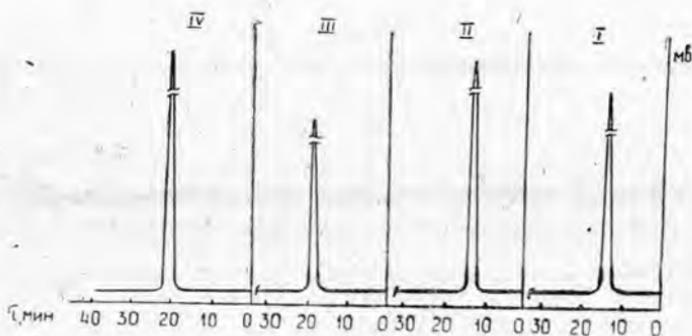


Рис. 1.

I — полиэтиленгликоль-15 000; II — полиэтиленгликольадипат;
III — трикрезилфосфат; IV — диноилфталат.

разных стационарных жидких фазах, приведены на рис. 1, из которого видно, что мономерные продукты содержат только одно вещество. Методом подсадок и времени удерживания было установлено, что это вещество — непрореагировавший дипентен.

С целью доказательства, что мономерные вещества содержат дипентен, также был получен тетрабромид с т. пл. $124,5^{\circ}\text{C}$. Для выделенных димерных веществ были сняты спектры поглощения в ультрафиолетовой и инфракрасной областях длин волн и определены физико-химические константы: $n_D^{20} = 1,5160$, $d_4^{20} = 0,9434$, молекулярный вес 276, количество двойных связей 1,84.

Ультрафиолетовые спектры поглощения димерных веществ приведены на рис. 2, а инфракрасные — на рис. 3. Ультрафиолетовый спектр имеет наибольший $\lg \varepsilon = 3,92$ при $\lambda = 246$ мк. Инфракрасный спектр содержит полосы поглощения 2970 , 2870 см^{-1} (валентные колебания метильной группы), 2925 см^{-1} (валентные колебания метиленовой группы), 1646 см^{-1} (валентные колебания С-С концевой метиленовой группы), 1438 , 1380 см^{-1} (метильные и метиленовые деформационные колебания), 890 см^{-1} (неплоские деформационные колебания концевой метиленовой группы).

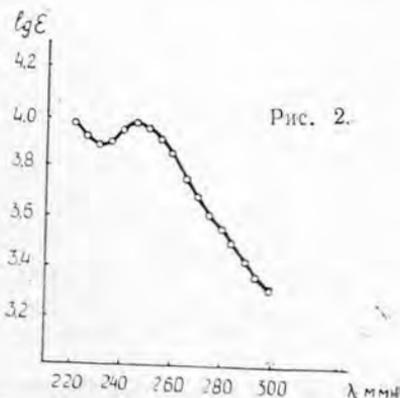


Рис. 2.

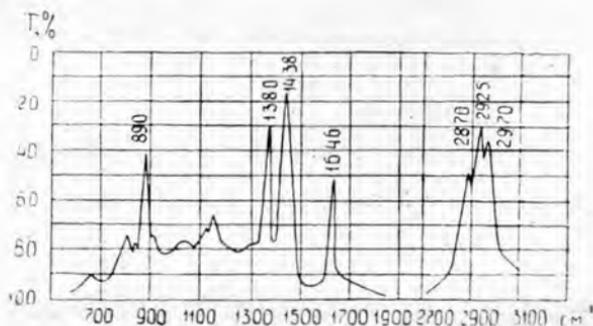


Рис. 3.

Для твердых полимерных веществ также были определены физико-химические константы: $n_D^{20} = 1,5470$, $d_4^{20} = 0,9980$, температура размягчения 97°C , молекулярный вес 560, количество двойных связей 0,45.

Для изучения возможности образования изомерных веществ на промежуточных стадиях была исследована динамика процесса. Для опыта было взято 100 г (100 моль %) дипентена, 5,96 (5 моль %) хлорного железа. Температура процесса 20°C .

На протяжении всей реакции через определенные промежутки времени из реакционной смеси отбирали по 1,0 мл катализатора. Его отделяли от катализатора и разгоняли. Весовым методом определяли содержание мономеров и полимеров в отобранных пробах. Мономерные продукты анализировали при помощи газо-жидкостной хроматографии.

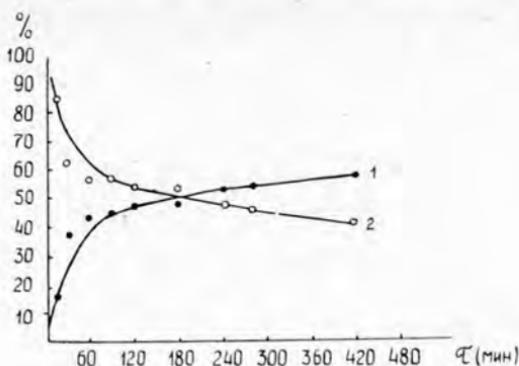


Рис. 4.

1 — полимеры; 2 — дипентен.

Изменение состава катализатора в процессе прохождения реакции показано на рис. 4, из которого видно, что на протяжении всей реакции в состав катализатора входят полимеры и непрореагировавший дипентен.

Таким образом, нами изучен состав образующихся продуктов каталитических превращений дипентена под действием безводного хлорного железа. Установлено, что под действием безводного хлорного железа дипентен подвергается только полимеризации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. А. Арбузов, З. Г. Исаева. Об изомеризации терпеновых углеводородов силикагелем в условиях адсорбционного анализа. Известия АН СССР, отд. химических наук, № 5, 1953, 843—849. [2]. Ватанабэ Ю и ти. Изомеризация α -пинена и п-ментадиенов водным раствором серной кислоты. J. chem. Soc. Japan Industr. chem. Sec., 65, № 10, 1962, 1572—1573. A106—A107. [3]. Ю. П. Клюев, А. И. Ламоткин. Каталитические превращения дипентена под действием хлористого алюминия. Сб. «Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ за 1968 г.», БелТИ, Минск, 1969. [4]. Ю. П. Клюев, А. И. Ламоткин. Исследование продуктов каталитических превращений дипентена под действием ортофосфорной кислоты. Сб. «Общая и прикладная химия», вып. 2, 1970, 63—69. [5]. Н. Г. Ключников. Руководство по неорганическому синтезу. Изд-во «Химия», 1965, стр. 177—185. [6]. Комаэ. Реакция α -лимонена с японской кислотой глиной. J. chem. Soc. Japan. Pure chem. Sec., 80, № 5, 1959, 557—561. [7]. А. М. Рожков. О полимеризации дипентена и α -пинена. Изд. СО АН СССР, № 7, 1958, 23—28. [8]. Г. А. Рудаков. О каталитических превращениях дипентена над активированной глиной. ЖОХ, 18, 10, 1940, 1673—1681. [9]. Ю. М. Слободин. Изомеризация циклических углеводородов с изолированной системой двойных связей. J. Amer. chem. Soc., 59, 1937, 1312—1313. [10]. M. O. Sarmody, W. H. Sarmody. Polymerization of terpenes. J. Amer. chem. Soc., 59, 1937, 1312—1313. [11]. J. Germain. Sur une cycloisomerisation catalytique du limonene. Ann Univ. Paris, 23, № 1, 1953, 143—144. [12]. S. Geyer, W. Zieger, Mayer. Saurekatalysierte Umwandlung in der Monoterpenreihe. J. Z. chem., 6, № 4, 1966, 138—146. [13]. W. J. Roberts, A. D. Day. A study of the polymerization of α - and β -pinene with Friedel—Crufts Type Catalysts. J. Amer. chem. Soc., 72, № 3, 1950, 1226—1231.

Поступила 19 сентября 1972 г.

УДК 634.0.813.13

БИСУЛЬФИТНАЯ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗА

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ БИСУЛЬФИТНОЙ ВАРКИ НА ВЫХОД И СВОЙСТВА ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ДРОВАНОЙ БЕРЕЗОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. И. ЧЕРНЫЙ, З. А. ЕРМОЛЕНКО, Д. С. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, Р. З. ПЕН

Сибирский технологический институт

На основании лабораторных опытов получена математическая модель процесса магний-бисульфитной варки дрованой березовой древесины, отражающая зависимость выхода и показателей механической прочности полуцеллюлозы от температуры и продолжительности варки и состава варочного раствора. Показана возможность использования модели для нахождения оптимальных условий варки.

В данной статье излагаются результаты исследования, проведенного с целью математического моделирования и оптимизации процесса бисульфитной варки березовой древесины и изучения свойств получаемой полуцеллюлозы.

Варкам подвергали щепу из дрованой березовой древесины без коры, влажностью 4,2%, с содержанием гнили около 5%. Щепу размером $20 \times 20 \times 4$ мм получали путем измельчения древесины на промышленной 10-ножевой рубительной машине. Варки проводили в 4-литровом автоклаве с электрообогревом, без циркуляции, при гидромодуле 5,0, с бисульфитным варочным раствором на магниевом основании.

Переменные факторы варки (в скобках указаны границы изменения факторов): X_1 — концентрация всей двуокиси серы в варочном растворе (2,8—3,6%); X_2 — концентрация связанной двуокиси серы в варочном растворе (1,4—1,8%); X_3 — конечная температура варки (157—163°); X_4 — продолжительность варки при конечной температуре (70—110 мин).

Температура заливаемого в автоклав варочного раствора 45° и продолжительность подъема температуры до конечной 150 мин во всех опытах оставались постоянными. Полуцеллюлозу размалывали до 60°ШР в мельнице ЦРА; отливки (100 г/м²), изготовленные на аппарате Рапид-Кетен, испытывали по общепринятым методикам.

Результаты варки оценивали следующими параметрами: y_1 — выход полуфабриката, % к исходной древесине; y_2 — степень провара, единицы катша; y_3 — разрывная длина, м; y_4 — сопротивление излому, число двойных перегибов; y_5 — сопротивление продавливанию, кг/см²; y_6 — выход редуцирующих веществ (в пересчете на глюкозу, без инверсии), % к исходной древесине.

Таблица 1

Факторы X_i	X_1	X_2	X_3	X_4
Единицы измерения	%	%	°С	мин
Основной уровень X_{0i}	3,2	1,6	160	90
Интервал варьирования λ_i	0,4	0,2	3,0	2
Уровни факторов: —1	2,8	1,4	157	70
1	3,6	1,8	163	110

Таблица 2

№ опыта	x_1	x_2	x_3	x_4	\bar{y}_1	\bar{y}_4	\bar{y}_3	\bar{y}_4	\bar{y}_5	\bar{y}_6
1	1	1	1	1	54,1	47,5	10500	2110	5,35	7,12
2	-1	1	1	-1	67,2	89,5	10250	2122	5,68	4,42
3	-1	-1	1	1	56,2	49,5	10680	2118	5,42	6,75
4	1	1	1	-1	67,2	88,5	10150	1135	5,02	4,41
5	-1	1	1	1	56,6	49,5	10590	2121	5,72	6,85
6	-1	-1	1	-1	66,2	87,5	10420	1125	5,74	4,43
7	1	1	-1	-1	66,3	86,8	10320	1180	5,72	4,46
8	-1	1	-1	1	62,3	66,1	10760	2204	5,83	5,11
9	-1	-1	-1	-1	62,0	67,0	10770	2198	5,74	4,21
10	1	1	-1	1	58,9	61,6	10620	2111	5,35	6,82
11	-1	1	-1	-1	68,4	92,4	10150	1098	5,68	4,21
12	-1	-1	-1	1	60,2	63,4	10710	2198	5,73	5,10
13	1	0	0	0	58,5	61,4	10610	2204	5,82	6,10
14	-1	0	0	0	64,2	75,0	10620	1485	5,76	4,72
15	0	1	0	0	61,5	64,8	10760	2206	5,81	5,10
16	0	-1	0	0	62,4	64,8	10790	2214	5,84	5,04
17	0	0	1	0	55,1	48,2	10540	2120	5,35	7,12
18	0	0	-1	0	62,1	65,8	10720	2201	5,80	5,10
19	0	0	0	1	56,1	48,2	10520	2150	5,35	6,80
20	0	0	0	-1	60,2	63,7	10750	2211	5,81	5,08

Варки проводили в соответствии с планом эксперимента, построенным с использованием вершин и середин граней четырехмерного гиперкуба в пространстве факторов $X_1 - X_4$. Исходные данные планирования эксперимента приведены в табл. 1. Все варки повторяли дважды с рандомизацией по времени. Матрица планирования и результаты ее реализации (средние для двух варок) приведены в табл. 2. Полученные результаты аппроксимировали полиномами второго порядка общего вида

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{1 < i < j < k} b_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

где k — число факторов, включенных в исследование; в данном случае $k = 4$.

В уравнении (1) переменные x_i кодированы. Для перехода к натуральным значениям факторов следует пользоваться формулами пересчета

$$x_i = \frac{X_i - X_{0i}}{\lambda_i}; \quad (2)$$

величины X_{0i} и λ_i приведены в табл. 1.

Значения коэффициентов регрессии b_i , b_{ii} и b_{ij} из выражения (1), их дисперсии $s^2(b)$ для всех параметров $y_1 - y_6$ сведены в табл. 3. Здесь же даны значения дисперсий воспроизводимости $s^2(y)$ и остаточных дисперсий $s_{ост}^2$. Адекватность моделей оценивали с помощью критерия Фишера. Все модели оказались адекватными соответствующим поверхностям отклика при 5%-ном уровне значимости.

На рис. 1 приведены кривые зависимостей выхода и свойств полуцеллюлозы от одного из факторов варки при неизменных значениях остальных факторов, соответствующих основному уровню, то есть кривые $y = f(x_j)$ при $x_i = 0$ и $i \neq j$.

Нетрудно видеть, что выход полуцеллюлозы уменьшается с увеличением температуры и продолжительности варки и крепости вароч-

Таблица 3

Показатели	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
b_0	59,76	59,33	10750	2250	5,76	5,55
b_1	-2,85	-6,80	-5	360	0,03	0,64
b_2	3,03	8,81	-10	-496	-0,18	-0,34
b_3	-1,07	-2,34	-94	-123	-0,15	0,41
b_4	-3,64	-12,33	53	284	-0,08	1,00
b_{12}	1,84	5,16	-137	-361	-0,21	-0,36
b_{13}	0,06	0,08	-26	16	-0,08	-0,14
b_{14}	-0,29	0,58	-57	-64	-0,05	0,20
b_{23}	-0,06	-2,46	507	123	0,03	-0,06
b_{24}	-0,79	-3,66	127	178	0,08	0,32
b_{34}	-1,52	-5,32	0	78	0,02	0,28
b_{11}	2,03	9,78	-130	-411	0,04	-0,27
b_{22}	-0,41	-1,52	127	461	0,03	-0,28
b_{33}	-0,72	-1,42	-115	-70	-0,17	0,48
b_{44}	-1,17	-2,47	-110	-75	-0,17	0,31
$S^2 \{ \bar{y} \}$	2,82	24,02	$1,49 \cdot 10^4$	$4,11 \cdot 10^4$	0,016	0,128
$S^2 \{ b_i \}$	0,106	0,960	595	$1,64 \cdot 10^3$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	0,00511
$S^2 \{ b_{ij} \}$	0,176	1,502	931	$2,57 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	0,00800
$S^2 \{ b_{ii} \}$	0,091	0,777	482	$1,33 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,00424
$S^2_{ост}$	6,40	52,06	$2,07 \cdot 10^4$	$9,11 \cdot 10^4$	0,044	0,297

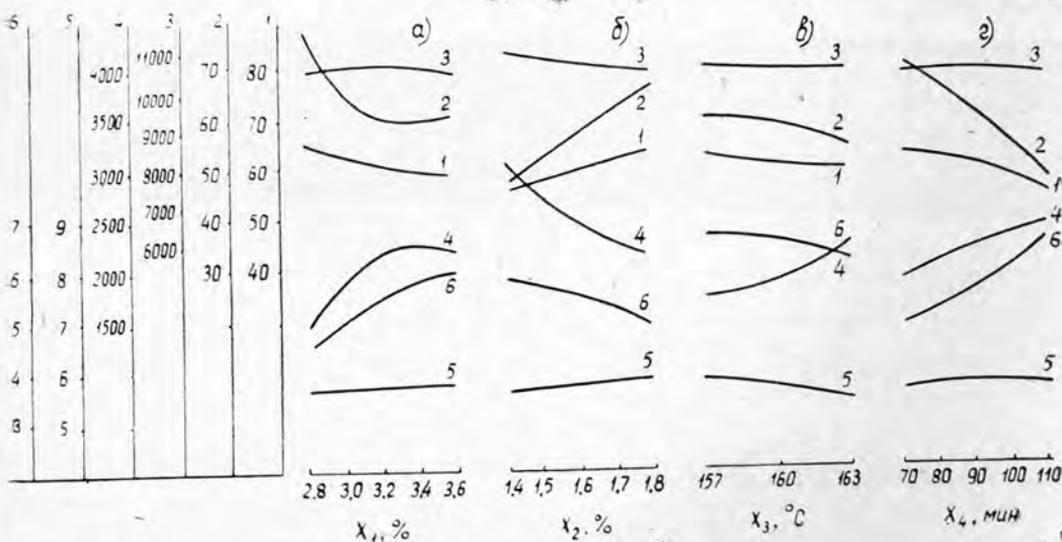


Рис. 1. Зависимость выхода и свойств полуцеллюлозы и выхода ПВ от условий варки.

а — от концентрации всей двуокиси серы в варочном растворе; б — от концентрации связанной двуокиси серы в варочном растворе; в — от температуры варки; г — от продолжительности варки. 1 — выход полуцеллюлозы, % от исходной древесины; 2 — жесткость полуцеллюлозы, единицы каппа; 3 — разрывная длина, м; 4 — число двойных перегибов; 5 — сопротивление продавливанию, кг/см²; 6 — концентрация ПВ в щелоке, %.

ного раствора и с уменьшением количества связанной двуокиси серы, что хорошо согласуется с общеизвестными положениями о варочном процессе. Влияние условий варки на жесткость полуцеллюлозы аналогично, но выражено еще более резко. Из изученных механических свойств наиболее сильно зависит от условий варки показатель сопротивления излому: он заметно растет с увеличением крепости варочного раствора и падает с повышением остальных включенных в исследование факторов варки. Разрывная длина и сопротивление продавливанию,

№ задачи	Ограничения	Целевая функция	Значения факторов, отвечающие решению				Значения параметров, отвечающие решению					
			$X_1, \%$	$X_2, \%$	$X_3, ^\circ\text{C}$	$X_4, \text{мин}$	$Y_1, \%$	Y_2	Y_3, μ	Y_4	$Y_5, \text{кг/см}^2$	$Y_6, \%$
1	$y_1 \geq 2000$ $-1 \leq x_i \leq 1$	$y_1 \rightarrow \max$	2,96	1,78	158	92	63,75	72,4	10365	2000	5,94	4,79
2	$y_2 = 65$ $-1 \leq x_i \leq 1$	$y_1 \rightarrow \max$	2,88	1,42	157	88	62,10	65,0	11242	2396	5,95	4,52

напротив, очень мало зависят от условий варки в рассмотренном интервале варьирования факторов. Между количеством редуцирующих веществ в щелоке и выходом полуцеллюлозы наблюдается сильная отрицательная корреляция: увеличение выхода твердого остатка сопровождается пропорциональным уменьшением концентрации РВ.

Полученные математические модели можно использовать для решения разнообразных задач при исследовании и оптимизации процесса.

В качестве примера решены две задачи квадратичного программирования с одной целевой функцией, но разными ограничениями.

Задача 1. В пределах изученного факторного пространства найти условия варки, обеспечивающие наибольший выход полуцеллюлозы с сопротивлением излому не менее 2000 двойных перегибов.

Задача 2. В пределах изученного факторного пространства найти условия варки, обеспечивающие наибольший выход полуцеллюлозы заданной жесткости — 65 единиц каппа.

Решения этих задач, найденные с применением ЭЦВМ, помещены в табл. 4.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 621.86 : 634.0.848

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КРАНОВ
И ПОГРУЗЧИКОВ НА НИЖНИХ СКЛАДАХ

Б. А. ВАСИЛЬЕВ

Гипролестранс

В результате исследований условий и результатов эксплуатации кранов и автопогрузчиков на нижних складах с различными объемами переработки древесины установлена предпочтительность применения безрельсовых машин при устройстве экономических покрытий.

Анализом транспортно-перегрузочных работ с лесоматериалами определено два основных направления организации, различающихся по типу подъемно-транспортных машин (ПТМ).

Первое направление базируется на рельсовых ПТМ, работающих в комплексе с транспортными устройствами непрерывного действия. Такие машины применяются в производственных схемах, характеризующихся строго фиксированными или незначительно изменяющимися по направлению и объему грузопотоками. Второе направление базируется на безрельсовых ПТМ, эксплуатируемых совместно с конвейерными системами или без них. Эти машины применяются в тех видах промышленных производств, где число получателей и отправителей груза и его номенклатура достаточно велики, а также там, где направления

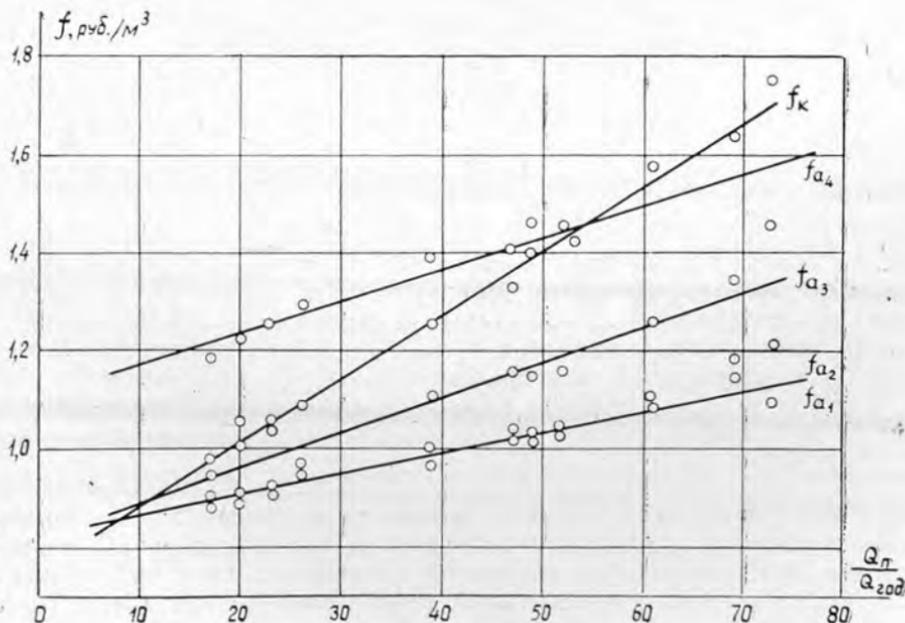


Рис. 1.

грузопотоков и их величины значительно меняются. Для нижних складов допустимо использование машин обеих систем.

Для определения условий эффективного применения рельсовых и безрельсовых ПТМ — колесных погрузчиков и кранов — нами исследованы показатели нижних складов грузооборотом 100—400 тыс. м³ с набором цехов, перерабатывающих от 17 до 73% поступающей древесины. Каждый из вариантов складов разрабатывали дважды: на базе кранов и на базе погрузчиков. В результате комплексных технико-экономических расчетов по всем вариантам были установлены величины капиталовложений K , себестоимости C и удельных приведенных затрат $f = \frac{C + EK}{Q_{год}}$.

Так как для всех схем показатели по общескладским и внутрицеховым операциям тождественны, в дальнейшем мы анализировали затраты, отнесенные только к собственно транспортно-перегрузочным операциям.

Зависимости удельных приведенных затрат f , руб./м³, на транспортно-перегрузочные работы от степени переработки древесины $\frac{Q_n}{Q_{год}}$ на нижних складах с применением кранов и автопогрузчиков, работающих на покрытиях различных типов, представлены на рис. 1. Эти зависимости можно описать следующими уравнениями первого порядка:

$$f_k = 0,75 + 0,013 \frac{Q_n}{Q_{год}};$$

$$f_{a_1} = 0,81 + 0,0043 \frac{Q_n}{Q_{год}};$$

$$f_{a_2} = 0,815 + 0,0042 \frac{Q_n}{Q_{год}}; \quad (1)$$

$$f_{a_3} = 0,789 + 0,0089 \frac{Q_n}{Q_{год}};$$

$$f_{a_4} = 1,09 + 0,0067 \frac{Q_n}{Q_{год}}.$$

Предельные значения степени переработки древесины, когда применение погрузчиков более эффективно по сравнению с кранами, определяются при $f_k = f_{a_i}$; для покрытий из черного щебня предельные значения $\frac{Q_n}{Q_{год}} = 7,3$; из асфальто-бетона — 7,5; из цемента-бетона — 9,75; из сборных железобетонных плит — 57,0. На большинстве нижних складов объем переработки древесины, с учетом нужд предприятий, превышает 10% грузооборота. Можно сделать вывод, что на складах любых грузооборотов с любой степенью переработки при покрытиях из черного щебня, асфальто-бетона и цемента-бетона применение погрузчиков более эффективно, чем кранов.

Каждое из уравнений (1) выражает взаимосвязь приведенных затрат на транспортно-перегрузочные работы со степенью переработки древесины $\frac{Q_n}{Q_{год}}$ при определенной конструкции и стоимости складских покрытий. В практике стоимость складских покрытий может варьироваться в широких пределах, определяемых, прежде всего, расстоянием подвозки материалов и их первичной стоимостью, способом производства работ по устройству покрытия, действующими районными (льготными) коэффициентами, установленными правительством для некоторых специализированных строительных организаций и т. д. Поэтому

при выборе типа ПТМ — рельсовых или безрельсовых — надо знать величину удельных приведенных затрат на транспортно-перегрузочные работы при заданной степени переработки древесины $\frac{Q_n}{Q_{год}}$ для покрытий, имеющих различную стоимость. Эта зависимость выражается линейным уравнением вида

$$f = 0,67 + 0,0056 \frac{Q_n}{Q_{год}} + 0,037z,$$

где z — стоимость 1 м² покрытия.

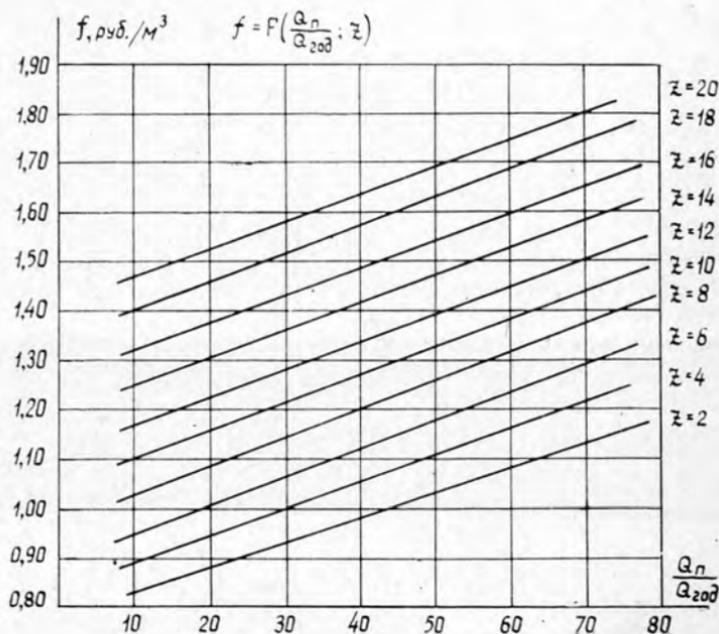


Рис. 2.

На рис. 2 представлена номограмма, по которой для различных значений z можно определить величины удельных приведенных затрат на транспортно-перегрузочные работы с применением автопогрузчиков при различной степени переработки древесины на нижних складах.

Поступила 24 марта 1972 г.

УДК 634.0.36

ВЛИЯНИЕ УСИЛИЯ МЕХАНИЗМА СМЫКАНИЯ ЧЕЛЮСТЕЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРЕЙФЕРА

П. Д. ТИМОШЕНКО, А. А. ШАРИПОВ

Свердловский НИИ лесной промышленности

В результате экспериментальных исследований на электрогидравлическом поворотном грейфере ЛТ-59 и электромеханическом грейфере МЛТИ-20 в производственных условиях определены технико-эксплуатационные показатели исследуемых грейферов в зависимости от усилий, передаваемых механизмом смыкания на челюсти.

Важнейшие задачи теоретических и экспериментальных исследований грейферных механизмов — определение оптимальной величины усилия на кромках челюстей грейфера и, следовательно, мощности привода механизма смыкания челюстей, а также продолжительности процесса зачерпывания в зависимости от формы, кинематики смыкания и физико-механических свойств зачерпываемых лесоматериалов.

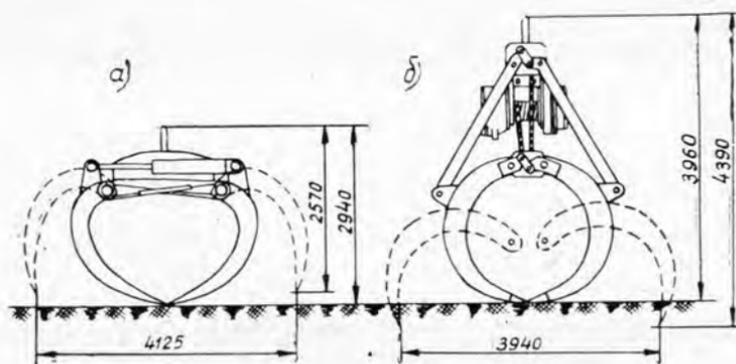


Рис. 1.

С целью решения указанных задач авторы провели некоторые экспериментальные исследования на электрогидравлическом поворотном грейфере ЛТ-59 (рис. 1, а) и электромеханическом грейфере МЛТИ-20 (рис. 1, б) в производственных условиях Бисертского леспромхоза СНИИЛП. Основные параметры исследуемых грейферов приведены в табл. 1.

Применение гидравлического привода на грейфере ЛТ-59 дало возможность изменить усилие, передаваемое на челюсти, регулировкой предохранительного клапана с переливным золотником типа 2БГ 52-14 на требуемое давление. При этом мощность электродвигателя, производительность насосов, диаметр и ход штока рабочих цилиндров механизма смыкания челюстей оставались постоянными. Усилие на кромках челюсти грейфера МЛТИ-20 изменялось с изменением кратности полиспафта механизма смыкания челюстей. Мощность электромо-

Таблица 1

Параметры	Значения параметров для грейферов	
	ЛТ-59	МЛТИ-20
Площадь сечения зева, m^2	3,3	3,14
Вес, $кг$	3760	4200
Установленная мощность механизма смыкания челюстей, $квт$	13,0	7,8
Тип привода	Электروهидравлический	Электромеханический
Форма челюсти	Кардoidalная с прямолинейным концом	Дуга окружности с прямолинейным концом

тора тали ТЭ5-911 и ход сближения траверс были постоянными, но соответственно изменялась скорость смыкания челюстей.

Хлысты зачерпывали из сплошного штабеля с равным соотношением хвойных и лиственных пород при среднем объеме хлыста 0,4—0,49 m^3 . Усилия, передаваемые на челюсть грейфера ЛТ-59, составляли 40, 52, 64, 80 $тс$, что соответствовало давлению в гидросистеме: 100, 130, 160, 200 $кГ/см^2$. Усилия, стягивающие верхнюю и нижнюю траверсы грейфера МЛТИ-20, равнялись 15; 17,5; 20 $тс$; это соответствовало кратности полиспафта механизма смыкания челюстей 6, 7, 8 при загрузке электромотора тали ТЭ5-911, равной единице.

Расход электроэнергии при зачерпывании хлыстов записывали с помощью самопишущего ваттметра Н-343. Пакет хлыстов взвешивали. Продолжительность цикла зачерпывания измеряли с помощью секундомера, а продолжительность включения электромотора тали ТЭ5-911 — с помощью электросекундомера.

Результаты измерений обрабатывали по способу наименьших квадратов. Были получены зависимости эксплуатационных показателей усилий, развиваемых механизмом смыкания челюстей, которые приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2

Эксплуатационные показатели	Расчетные формулы для грейферов	
	ЛТ-59	МЛТИ-20
Объем зачерпывания, m^3	$Q_M = -2592 \cdot P^2 + 514 \cdot P + 2,5$	$Q_M = 800 \cdot P + 3$
Продолжительность цикла зачерпывания, $мин$	$T = 49 \cdot P^2 - 9 \cdot P + 1,1$	$T_{обш} = 24 \cdot P^2 - 30,6 \cdot P + 1,7$ $T_{пв} = -11 \cdot P^2 + 29 \cdot P + 0,13$
Расход электроэнергии, $квт \cdot час$	$A = 50 \cdot P^2 - 5,5P + 0,26$	$A = -101 \cdot P^2 - 0,02 \cdot P + 0,11$
Удельный расход электроэнергии для зачерпывания 1 m^3 древесины, $квт \cdot час/m^3$	$C = 2,8 \cdot P^2 - 0,4 \cdot P + 0,02$	$C = -12 \cdot P^2 - 0,004P + 0,0084$
Скорость зачерпывания древесины в единицу времени, $m^3/сек$	$V = -76 \cdot P^2 + 16 \cdot P - 0,13$	$V = 17 \cdot P - 0,06$
Объем зачерпываемых лесоматериалов на единицу массы грейфера, $m^3/т$	$\frac{Q_M}{Q_{гр}} = -636 \cdot P^2 + 129 \cdot P + 0,7$	$\frac{Q_M}{Q_{гр}} = 200 \cdot P + 0,5$

Примечание. P — усилие механизма смыкания челюсти, тыс. $т$; $T_{обш}$ — общее время зачерпывания, $мин$; $T_{пв}$ — продолжительность включения электромотора тали ТЭ5-91, $мин$.

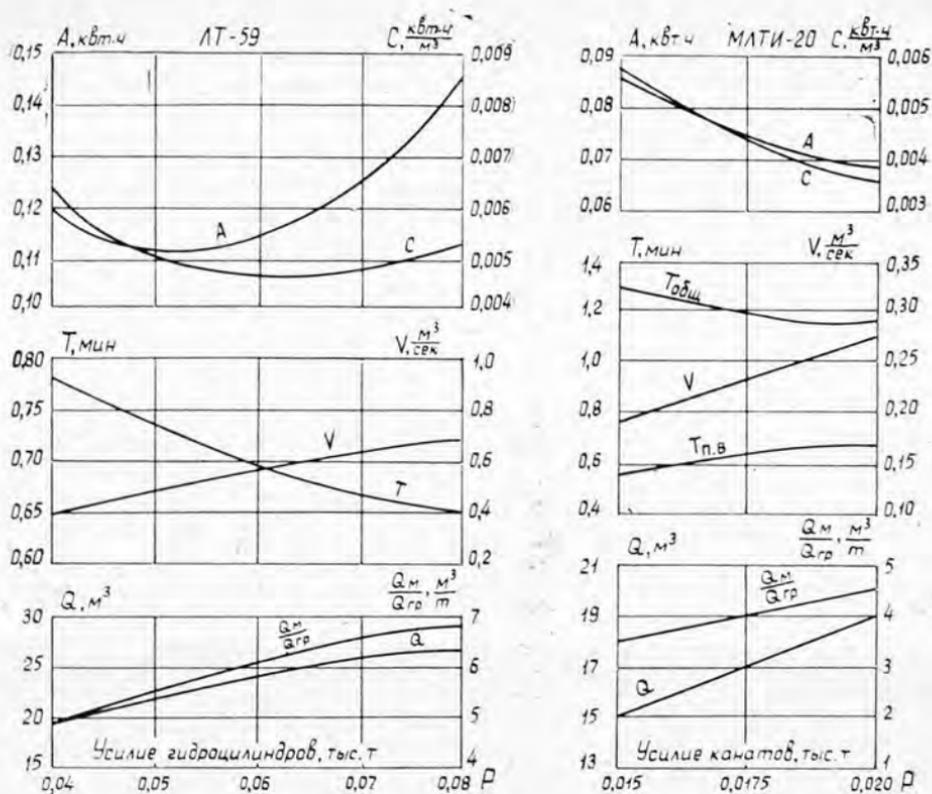


Рис. 2.

Полученные зависимости показывают, что у грейфера ЛТ-59 с увеличением усилий, передаваемых гидроцилиндрами на челюсть, средний объем зачерпываемого пакета хлыстов растет до полного заполнения площади сечения зева; при этом продолжительность цикла зачерпывания уменьшается, а расход электроэнергии сначала снижается, а затем снова растет по параболическому закону. Это объясняется тем, что при рабочем давлении 100 кг/см^2 в гидросистеме грейфера ЛТ-59 усилия, развиваемого механизмом смыкания челюстей, явно недостаточно для преодоления сил сопротивления зачерпываемых хлыстов; в данном случае процесс зачерпывания протекает замедленно, на что излишне расходуется электроэнергия.

При дальнейшем увеличении давления в гидросистеме до оптимальной величины расход электроэнергии снижается, а затем увеличивается, так как в этом случае количество зачерпываемых хлыстов превышает потребное, а сдвиг их по плоскости скольжения идет с частыми защемлениями, увеличивая сопротивление зачерпыванию, что, в свою очередь, вызывает повышенный расход электроэнергии.

На грейфере МЛТИ-20, по мере увеличения кратности полиспаста и, следовательно, большего выигрыша в силе, сопротивление зачерпыванию лесоматериалов преодолевается меньшим усилием в замыкающем канате. При этом расход электроэнергии и продолжительность времени зачерпывания уменьшаются, а средний объем зачерпываемого материала повышается. Однако установленная мощность на грейфере МЛТИ-20 недостаточна.

Из записей экспериментальных исследований видно, что электроталь ТЭ5-911, которая служит приводом механизма смыкания челюстей грейфера, работает устойчиво только в первой половине процесса зачерпывания, а в оставшееся время до конца зачерпывания она работает в режиме 2—3-кратной перегрузки. Это одна из основных причин преждевременного выхода привода из строя.

Выводы

1. Грейфер ЛТ-59 имеет лучшую зачерпывающую способность $\frac{Q_M}{Q_{ГР}}$, чем грейфер МЛТИ-20; скорость зачерпывания древесины $\frac{Q_M}{T}$ увеличивается в 2—2,5 раза при повышении удельного расхода электроэнергии $\frac{A}{Q_M}$ всего на 20—30%.
2. Оптимальное усилие гидроцилиндров, воздействующих на челюсти грейфера ЛТ-59, — 60—65 тс.
3. Увеличение кратности полиспада с 6 до 8 в грейфере МЛТИ-20 практически не повлияло на повышение общей продолжительности цикла зачерпывания.
4. Во избежание преждевременного выхода из строя привода механизма смыкания челюстей грейфера МЛТИ-20 при серийном изготовлении грейферов следует применять таль с муфтой предельного момента ТЭ-527 взамен тали ТЭ5-911.

Поступила 27 июня 1972 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.79

**ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ
В ЛЕСНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***Л. Б. ИВАНОВ, А. Б. ПЕТРОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Рассмотрены изменения в структуре органов управления в связи с переходом отрасли на трехзвенную систему, а также вопросы разработки автоматизированных систем управления (АСУ).

Разработанная XXIV съездом КПСС программа мер по совершенствованию управления народным хозяйством поставила перед промышленностью ряд новых сложных задач, решение которых стало возможным благодаря успехам теории и практики управления.

Началом коренного совершенствования системы управления народным хозяйством явилась экономическая реформа, принятая сентябрьским (1965 г.) Пленумом ЦК КПСС. В решениях пленума отмечено, что новые органы отраслевого планирования не должны копировать функций прежних министерств. Главными задачами министерств должны стать прогнозирование спроса на продукцию отрасли, разработка перспективных планов удовлетворения потребностей, реализация единой технической политики, подготовка кадров и повышение их квалификации, организация научных исследований и т. д.

Сложность реализации этих задач в лесной и деревообрабатывающей промышленности обусловлена, кроме всего прочего, специфическими особенностями отрасли. Особенности лесной индустрии — в ее огромных масштабах, в том, что предприятия расположены практически во всех экономических районах страны, большинство из них слабо специализированы, производят разнообразную продукцию и находятся на большом расстоянии друг от друга; в отрасли заняты миллионы трудящихся.

Эти и другие особенности, а также возрастающая сложность процессов управления обусловили появление в свое время многозвенной структуры и нерациональное распределение функций по ступеням управления.

Совершенствование управления в лесной и деревообрабатывающей промышленности в восьмой пятилетке проводилось путем перевода предприятий на новые условия планирования и экономического стимулирования, что привело к улучшению экономических показателей деятельности отрасли. Одновременно совершенствовалась структура и функции органов управления. В 1969—1970 гг. было объединено более 60 предприятий и упразднено 13 управленческих организаций, что позволило увеличить объемы производства, сохранив удельный вес управленческого персонала. В то же время в организации управления и планирования в отрасли по-прежнему имелись существенные недостатки, основным из которых была многозвенность управления.

Выполняя решения XXIV съезда КПСС о переходе в промышленности на двух-трехзвенную систему управления, Министерство лесной

и деревообрабатывающей промышленности СССР в 1971 г. осуществило крупные мероприятия по совершенствованию структуры органов управления отраслью. В основу управления положена трехзвенная система: предприятие — государственное промышленное хозрасчетное объединение (или комбинат) — министерство. По этой схеме управляется почти вся промышленность отрасли; лишь в некоторых многолесных районах управление иное.

В 1971 г. в системе министерства было ликвидировано 2 треста, 11 комбинатов, 6 производственных объединений. За первое полугодие 1972 г. в результате укрупнения дополнительно ликвидировано 7 трестов и комбинатов среднего звена, 86 мелких предприятий и организаций, 260 цехов и участков. С переходом на новую систему высвобождено более 2,5 тыс. административных работников, что равнозначно экономии более 3 млн. руб.*.

С переходом на трехзвенную систему основным звеном управления стало государственное промышленное хозрасчетное объединение (комбинат), представляющее собой единый производственно-хозяйственный комплекс с обособленным аппаратом управления и наделенным необходимыми фондами и ресурсами для оперативного руководства предприятиями. При этом выделяются специализированные объединения, которые непосредственно управляют производством: по лесозаготовкам, по лесопилению и деревообработке, по мебели, по фанере.

Организация хозрасчетных объединений (комбинатов) выдвинула ряд новых задач. До сих пор нет общих положений о государственных промышленных хозрасчетных объединениях, в силу чего, естественно, на объединения не распространены принципы материального стимулирования, не отработаны вопросы практического действия хозрасчетного механизма в объединении, а также принципы взаимоотношений с министерством.

Нет еще четкого разграничения функций между министерством и объединениями, что зачастую приводит к дублированию, к снижению эффективности работы объединения как основного звена в системе управления.

Реализация трехзвенной системы управления потребовала привести в соответствие с ней организационную структуру и функции аппарата министерства. С этой целью в системе министерства были ликвидированы отраслевые главки. В основу новой организационной структуры министерства положен принцип, известный в теории как «управление по продукту». Оперативное руководство производством возложено на производственные управления по лесозаготовкам, лесопилению и деревообработке, мебели, производству фанеры и древесных плит.

«Управления по продукту» не пользуются прямыми административными правами и не имеют подведомственных объединений. Каждое из перечисленных производственных управлений министерства связано с любым объединением, производящим данный продукт, экономической стороной своей деятельности.

Одновременно производственное управление осуществляет все функции, относящиеся к производству определенного продукта (от конструкторских разработок до контроля за качеством продукции).

Потребуется немалый период времени, чтобы новые производственные управления министерства четко определили свое лицо. В качестве проблемного возникает вопрос о порядке взаимоотношений

* Н. Медведев. Трехзвенная система. «Экономическая газета» № 37, сентябрь 1972 г., стр. 8.

производственных управлений с главными функциональными управлениями министерства и, с другой стороны, с территориально-отраслевыми объединениями.

Производственным управлениям предстоит проделать еще большую работу по поиску и отработке системы наиболее эффективных методов воздействия на промышленное производство, по налаживанию работы аппарата управления в новых условиях, по совершенствованию стиля и культуры управления.

Организационная перестройка управления лесной индустрией создала необходимые предпосылки для решения важной проблемы — ускорения разработки и внедрения автоматизированной системы управления отраслью (ОАСУ). Трехзвенная система управления — тот организационный «фундамент», на который ориентируются в настоящее время разработки ОАСУ.

Головной организацией по созданию ОАСУ Минлеспрома СССР является Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт экономики, организации управления производством и информации по лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности (ВНИПИЭИЛеспром). С 1971 г. разработкой ОАСУ занимаются многие проектные и научно-исследовательские институты, лаборатории, производственные объединения.

ОАСУ Минлеспрома СССР делится на подсистемы, в соответствии со структурой производственных «управлений по продукту». Так, например, разрабатывается АСУ — Мебель. Методическое руководство и координацию работ по данной проблеме осуществляет Отраслевая лаборатория научной организации управления деревообрабатывающей промышленностью Ленинградской лесотехнической академии. Создаются АСУ в объединениях «Ленмебель», «Волгомебель», «Югмебель». В них уже закончена разработка технических заданий и разрабатываются технические проекты. В качестве подрядных и субподрядных привлечены такие организации, как Ленэлектронмаш, Лесоргмашучет и др. В промышленных объединениях, в свою очередь, созданы специальные отделы АСУ, разрабатывающие совместно с подрядчиками технические проекты и накапливающие необходимый опыт для последующего внедрения АСУ в своих объединениях.

В лесной и деревообрабатывающей промышленности проделана большая работа по реализации решений сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС и XXIV съезда КПСС по совершенствованию системы управления промышленным производством. Итоги перестройки системы управления отраслью позволяют сделать вывод о высокой эффективности осуществляемых мероприятий. Однако предстоит решить еще ряд сложных проблем, часть которых рассмотрена в настоящей статье.

Поступила 7 октября 1972 г.

УДК 333.32 : 634.0.79

ДИНАМИКА ЖИЛОГО ФОНДА И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗИ С ОБЪЕМАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Е. С. РОМАНОВ, Т. И. НОВГОРОВОДА

Архангельский лесотехнический институт

Сроки ввода, а, следовательно, и выбытия жилья сильно растянуты. Это предопределяет значительную недоамортизацию жилфонда в предприятиях с ограниченным сроком действия. Предлагается схема взаимной увязки вопросов о сроке эксплуатации предприятия, годовом объеме производства и масштабах жилищного строительства.

Общеизвестно, что лесозаготовительная промышленность не может обойтись без собственного жилого фонда. К концу восьмой пятилетки предприятия союзного подчинения располагали примерно 14 млн. m^2 жилой площади, или около 15 m^2 на одного работника и 35 m^2 на одного рабочего лесозаготовок. Ежегодный ввод жилплощади составил 0,4—0,5 млн. m^2 . В общей стоимости основных фондов леспромхозов Севера на долю жилищного хозяйства приходилось до переоценки основных фондов 19—41% и после переоценки 23—44%, то есть больше, чем на все машины, оборудование и транспортные средства вместе взятые.

В соответствии с инструкцией по определению производственных мощностей леспромхозов наличие жилфонда учитывается при расчете мощности предприятия. С этим нельзя согласиться, но бесспорно, что при обосновании производственной программы и распределении ее между леспромхозами обеспеченность жильем выступает как один из решающих факторов. Поэтому анализ состояния жилфонда леспромхозов и его динамики представляет, по нашему мнению, большой практический, а также и научный интерес.

Одна из главных особенностей жилищного хозяйства состоит в том, что оно относится к так называемым «неподвижным» основным фондам, которые практически не переносятся из одного лесного массива в другой. Поэтому изучать жилфонд необходимо не по объединениям, комбинатам и даже не по леспромхозам, а по поселкам и лесопунктам, в состав которых входят поселки. В данной работе использованы материалы о пообъектном составе жилфонда четырех соседних леспромхозов объединения «Архангельсклеспром»: Онежского, Котлинского, Красновского и Шалакушского. В этих предприятиях эксплуатируются 4 автомобильные и 7 узкоколейных лесовозных дорог с примыканием: к сплаву (4), к путям широкой колеи (6) и к потребителю (1). Условия работы типичные для Европейского Севера. Запас ликвидной древесины в лесосырьевых базах дорог на начало 1973 г. от 1—1,5 до 8—10 млн. m^3 (всего 44,3 млн. m^3). Персонал предприятий размещается в 20 поселках, а также в г. Онеге.

В целом по исследуемой группе леспромхозов $\frac{2}{3}$ жилплощади приходится на рубленые и брусчатые дома, $\frac{1}{3}$ — на щитовые; соотношение количества домов 1 : 1,3. Эти пропорции, однако, сильно колеблются в зависимости от времени постройки поселка, способа примы-

кания лесовозной дороги, назначения поселка (центральный, лесной). Так, в сплавных лесопунктах (Красновский и Онежский ЛПХ) фонд рубленых домов равен по площади 60%, а в прирельсовых леспрохозах — 68%, в том числе в Шалакушском ЛПХ — 75, в Хайнозерском лесопункте Онежского ЛПХ — 78, в Мудьюжском лесопункте Кодиного ЛПХ — 100%. В центральном поселке Липаковской у.ж.д. (Красновский ЛПХ) рубленые и брусчатые дома составляют 78% жилплощади, а в лесном поселке Лужма менее 23% и т. д.

Таблица 1

Поселок	Период строительства		Максимум застройки	
	год начала и окончания	в том числе количество лет, когда строительства не было	период	% ко всей жилплощади % ко всему количеству домов
Ватсга	1948—1956	5	1956	$\frac{40}{67}$
Маложма	1954—1965	—	1964—1965	$\frac{100}{100}$
Ковкула	1956—1965	4	1956	$\frac{38}{71}$
Шомокша	1954—1967	6	1954—1960	$\frac{52}{89}$
Кодино	1952—1971	5	1952—1954	$\frac{32}{19}$
Сухая Вычера	1960	—	1960	$\frac{100}{100}$
Карамино	1950—1971	10	1950—1953	$\frac{54}{70}$
Мудьюга	1957—1968	5	1957—1959	$\frac{55}{82}$
Липаково	1949—1971	3	1951—1954	$\frac{46}{65}$
Лужма	1952—1954	—	1952—1954	$\frac{100}{100}$
Сеза	1954*—1970	5	1956—1957	$\frac{42}{48}$
Лепшинский лесопункт (4 поселка)	1954*—1969	2	1956—1959	$\frac{39}{54}$
Тарза	1936—1969	18	Четкого максимума нет	—
Ивакша	1927—1971	19	1953—1957	$\frac{42}{50}$
Шалакуша	1935*—1971	25	1971	$\frac{21}{21}$

* Имеются единичные дома более ранней постройки.

Особый интерес представляет структура жилфонда по времени строительства. По материалам пообъектного учета основных фондов можно установить год постройки каждого жилого дома, а, следовательно, и период строительства поселка. Эти данные приведены в табл. 1. Как видим, период строительства большинства поселков растя-

гивается на десятилетия. Интенсивная застройка чередуется со спадами и полным прекращением строительства. Поселки, полностью возведенные за 1—3 года, — редкое исключение (Лужма, Сухая Вычера). Время интенсивной застройки охватывает обычно 3—5 лет. В среднем за один год этого периода возводилось всей жилплощади поселка от 8—10% (Ивакша, Шомокша, Кодино) до 33—50% (Лужма, Ватега, Маложма), а по количеству домов — от 6—10% (Кодино, Ивакша) до 67—71% (Ватега, Ковкула). Даже при большой доле сборно-щитового строительства сроки его были сильно растянуты. Данные табл. 1 свидетельствуют, что капиталовложения, предназначенные для жилищного строительства, были сильно распылены во времени, а если учесть, что поселки были небольшими, — и в пространстве.

В статистике время ввода объекта в строй используется для характеристики его износа («коэффициент износа», «коэффициент годности»). Однако результаты переоценки основных фондов показали, что определение износа по данным бухгалтерского учета амортизационных отчислений ненадежно. Как известно, при переоценке износ устанавливали путем осмотра всех объектов в натуре. В итоге вскрылось, что проценты износа по данным переоценки нередко существенно отличаются от рассчитанных по нормам амортизации. Показатели износа, установленные при переоценке, несомненно, точнее и надежнее. Они и должны быть приняты за основу при прогнозировании выбытия основных фондов и в частности жилья.

На рис. 1 показана ожидаемая динамика выбытия жилфонда для нескольких поселков. По принятому при переоценке проценту износа и действующим нормам амортизации на полное восстановление рассчитаны сроки выбытия каждого здания, а затем размеры выбытия жилплощади (в квадратных метрах) сгруппированы по пятилеткам.

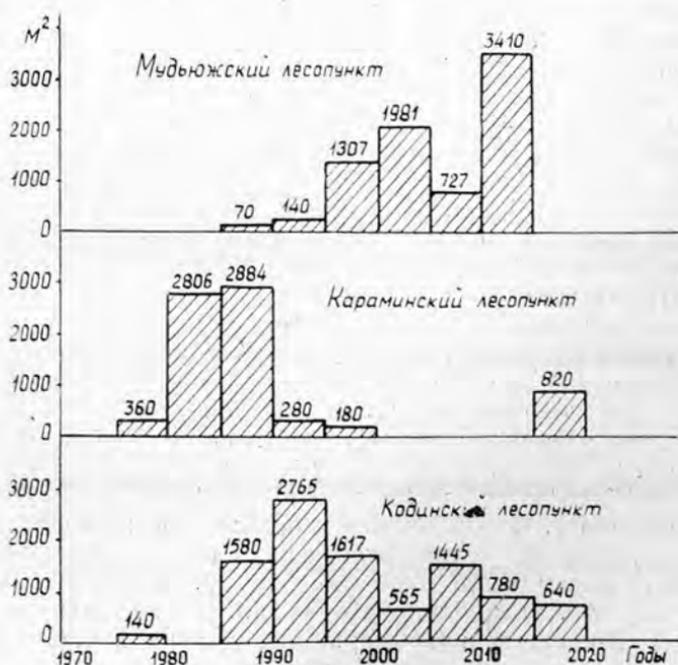


Рис. 1. Ожидаемая динамика выбытия жилфонда по Кодиному леспромхозу.

Естественно, что расчетами охвачен только существующий сейчас жилфонд.

Общая для всех поселков (представленных на рис. 1 и других, рассмотренных нами) черта — большая растянутость процесса выбытия во времени. Она является результатом отмеченной растянутости ввода, но на нее влияют также несовпадение фактического износа с амортизационным и разные сроки службы рубленых, брусчатых и щитовых домов. Выбытие существующего сейчас жилфонда пойдет непрерывно или с небольшими перерывами в течение 30—40 лет (амортизационный срок для рубленых зданий 50 лет, для щитовых — 30). С 1981—1985 гг. начнется массовое выбытие щитовых домов (подобно Караминскому, Кодинскому лесопунктам, рис. 1).

Нехватка жилфонда — одно из важнейших ограничений объема производства лесозаготовительного предприятия. По-видимому, в ближайшей перспективе кривые изменения этого ограничения, если их выразить в кубометрах возможного по наличию жилья объема вывозки («мощности по жилфонду», как это называется по действующей инструкции), не будут сильно отличаться от кривых выбытия жилой площади. В самом деле, вследствие роста производительности труда «эффективность», «отдача» каждого квадратного метра жилья будет повышаться, но одновременно будут увеличиваться нормы обеспеченности жилплощадью на одного жителя и численность лесозаготовительного персонала (переработка древесины, лесное хозяйство, сфера обслуживания), и эти факторы до известной степени компенсируют друг друга. Поэтому оси ординат на рис. 1 и 2 можно проградуировать в единицах измерения как жилой площади (m^2), так и объема производства (тыс. m^3).

Уместно также отметить, что вместе с жильем будут выбывать и другие непроизводственные здания (клубы, школы, больницы и т. п.), а выбытие производственных зданий будет даже несколько опережать выход из строя жилья (бревенчатого и брусчатого), так как нормы амортизации для производственных зданий выше, а сами эти здания построены, как правило, в начальной стадии строительства лесозаготовительных предприятий.

Но каково бы ни было наличие зданий, использовать их можно только там, где имеются соответствующие запасы спелого леса. Поэтому особенно важен вопрос: в какой момент времени (пятилетку, год) следует ожидать полного исчерпания запаса ликвидной древесины в сырьевой базе лесовозной дороги и какова фаза выбытия жилфонда в этот момент?

В лесных массивах с небольшим запасом эти сроки уже близки. (Так, в Мудьюжском лесопункте — рис. 1, где запас равен 1,7 млн. m^3 , а годовой объем вывозки 110 тыс. m^3 , сырьевая база будет исчерпана через 12—15 лет, то есть задолго до начала крупного выбытия жилфонда). В этих случаях динамика выбытия жилфонда не влияет на размер годового объема вывозки. Не возникает и вопрос о новом жилищном строительстве (если только лесфонд не будет чрезмерно удален от поселков). Чтобы полнее использовать имеющийся жилфонд и сократить потери от недоамортизации, следует рассмотреть вопрос о возможности расширения сырьевых баз. Динамика годового объема вывозки будет при этом следовать за динамикой жилья. В том же Мудьюжском лесопункте правомерна постановка вопроса о расширении сырьевой базы и продлении срока эксплуатации до 2000 г. или 2010 г. С учетом этих сроков оправдано строительство цехов по переработке древесины; на более высоком уровне можно организовать сферу обслуживания.

В крупных сырьевых базах, обеспечивающих лесозэксплуатацию еще на 30—40 лет и более, выбытие жилфонда начнется задолго до исчерпания запасов. Так, Кодинская у.ж.д. (рис. 1) при запасе ликвидной древесины 5,3 млн. m^3 и нынешнем грузообороте 120 тыс. m^3 может функционировать еще 35—40 лет, но за это время придет в негодность более 70% ее современного жилого фонда. Строительство нового жилья неизбежно. Но когда? Если строить его в порядке «поддержания мощностей», то есть вслед за выбытием, то к моменту закрытия дороги останется недоамортизированным жилфонд, равный нынешнему. Если же построить жилье в ближайшие годы, оно почти полностью амортизируется (особенно если учесть, что проектом новых норм амортизации предполагается сокращение амортизационного периода с 50 до 40 лет). Однако невозможно строить одновременно всюду и много, где-то придется откладывать строительство.

Совершенно ясно, что вопросы о том, когда строить и в каких масштабах, следует решать совместно и в рамках более общего вопроса о сроке эксплуатации лесного массива и размерах лесопользования. Эти взаимосвязи можно наглядно представить графически.

На рис. 2 показано, как убывает наличная жилплощадь в лесопункте, имеющем один поселок. Как уже отмечено выше, используя показатель «съема древесины с 1 m^2 жилой площади», учитывающий и обеспеченность одного жителя, и «коэффициент семейности», и комплексную выработку, и долю рабочих лесозаготовок в общей численности персонала, можно по оси ординат параллельно масштабу наличия жилплощади (тыс. m^2) отложить масштаб объема вывозки (тыс. m^3).

Уменьшение наличия жилья всегда выражается некоторой ломаной линией, образующей с осями координат подобие треугольника.

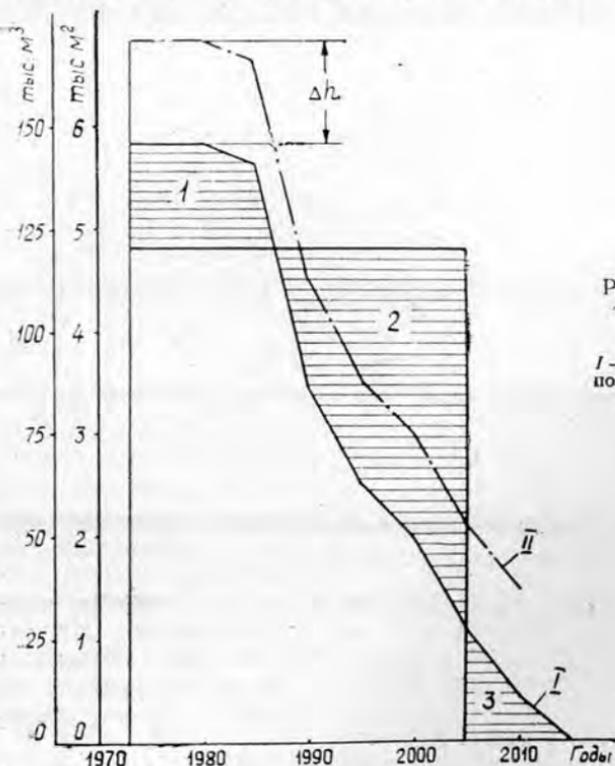


Рис. 2. Определение потребности в жилищном строительстве.

I — наличия жилья и мощность по жилфонду; II — искомая жилплощадь.

Площадь этой фигуры в координатах объема вывозки — времени представляет собою величину объема древесины, который может быть заготовлен и вывезен производственным коллективом, проживающим в рассматриваемом жилфонде. Этот объем надо сопоставить с запасом ликвидной древесины в сырьевой базе, который на нашем графике можно выразить в виде прямоугольника со сторонами: срок эксплуатации (абсцисса) и средний размер годичного лесопользования (ордината). В данном случае одной из этих величин следует задаться. Предполагая данными о возрасте и износе основных фондов, можно с достаточным основанием судить о сроке эксплуатации, считая, что окончание разработки массива целесообразно приурочить к тому периоду, когда выбывает основная масса производственных зданий, сооруженный нижнего склада, жилого фонда. По сроку эксплуатации и запасу лесосырьевой базы определяется средний годовой объем производства.

В нашем примере большинство производственных зданий выбывает около 2005 г. Из существующего сейчас жилфонда к этому времени останется менее $\frac{1}{5}$. Поэтому вполне можно принять 2005 год как дату вероятного окончания лесоэксплуатации. При запасе ликвидной древесины 4 млн. m^3 и сроке эксплуатации 33 года средний годовой объем лесозаготовок составит 121 тыс. m^3 . Эти величины — 33 года и 121 тыс. m^3 — определяют координаты прямоугольника на рис. 2. При совмещении его с фигурой выбытия жилфонда (и ограничения объема вывозки по наличию жилфонда) образовались три участка, не принадлежащие одновременно прямоугольнику запаса и фигуре жилфонда. Сравнивая участки 1 и 2, можно заключить, достаточен ли наличный жилфонд, чтобы обеспечить вывозку всей ликвидной древесины (площадь первой части больше), или необходимо дополнительно строить жилье (больше вторая часть).

Участок 3, расположенный за пределами прямоугольника, справа от него, показывает жилфонд, остающийся после окончания лесоэксплуатации. Отодвигая этот срок, можно уменьшить дополнительную потребность в жилье, однако это нецелесообразно, ибо к тому времени, как уже было сказано, выйдут из строя все производственные здания, да и объемы лесоэксплуатации будут крайне малы.

Увеличивая площадь участка 1 (что означает ввод жилья в первой половине оставшегося срока эксплуатации), мы тем самым уменьшаем площадь участка 2. Очевидно, можно достигнуть такого положения, когда площади этих участков сравняются. Таким путем можно отыскать комбинацию размера и времени дополнительного ввода жилья, то есть оптимальные положения программы жилищного строительства.

Математически задача заключается в расчленении обоих рассматриваемых участков на трапеции и треугольники и расчете, а затем суммировании их площадей. Все ординаты (основания трапеций и треугольников) принимаются в миллиметрах по графику плюс—минус искомое приращение Δh . Задача сводится к линейному уравнению, из которого и находится Δh — ввод жилфонда в квадратных метрах.

На рис. 2 искомый ввод Δh получился равным 1000 m^2 при условии, что вся эта жилплощадь будет введена в 1973 г. Нетрудно найти и другие варианты программы жилищного строительства. Например, распределяя ввод поровну на три года текущей пятилетки (1973—1975), получим, что всего надо ввести 1070 m^2 . Очевидно, что откладывая ввод жилья на будущее, придется строить больше; больше будет и недоамортизация жилфонда.

Разумеется, описанный здесь прием не исключает применения

других. В любом случае необходим надежный прогноз развития основных производственных фондов и роста производительности труда. В сочетании с такими управляемыми факторами, как политика в вопросах обеспечения жильем и жилищного строительства на лесозаготовках (типы поселков и домов), появится возможность достаточно конкретно определить перспективу развития каждого лесозаготовительного предприятия.

Поступила 27 декабря 1972 г.

УДК 65.011.46

О СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТЕХНИКИ

Н. А. БУРДИН, М. Ю. ГЕДЫМИН
ЦНИИМЭ

Рассматриваются методические вопросы социально-экономической эффективности новой лесозаготовительной техники. Даются конкретные предложения по определению экономического эффекта с учетом социальных результатов.

Высокие темпы технического прогресса требуют дальнейшего совершенствования методов оценки эффективности принимаемых технических решений. В действующих методических положениях по оценке эффективности новой техники в качестве критерия принимаются, в основном, экономические показатели (капитальные вложения, производительность труда, эксплуатационные затраты, срок окупаемости, коэффициент эффективности). Однако не менее важно определять социально-экономический эффект от использования новой техники.

Проблема социальной эффективности новой техники особенно актуальна для лесозаготовительной промышленности, где еще значительна доля ручного труда и, как следствие, велики потери рабочего времени в связи с производственным травматизмом, общими и профессиональными заболеваниями, что ведет к увеличению непроизводительных расходов, то есть удорожанию себестоимости лесопroduкции.

Анализ фактических данных леспромхозов объединений Кареллеспром, Комиллеспром, Пермлеспром и др. и исследования лаборатории охраны труда ЦНИИМЭ свидетельствуют, что потери рабочего времени по причине производственного травматизма и профессиональных заболеваний наиболее значительны на валке леса, обрубке сучьев, трелевке хлыстов и погрузке древесины. В целом по лесозаготовительной промышленности непроизводительные затраты, вызванные только потерями рабочего времени из-за производственного травматизма, профессиональных и общих заболеваний, связанных со спецификой труда на лесозаготовках, составляют около 20 коп. на 1 м³ древесины. Если внедряемая новая техника позволяет снизить эти затраты, это нужно учитывать при определении эффективности. Предпочтительнее следует отдавать тем образцам новой техники, которые наряду со снижением приведенных затрат, определенных в общепринятом порядке, обеспечивают экономию трудовых и денежных затрат, вызванных производственным травматизмом и заболеваемостью с временной утратой трудоспособности.

Анализ фактических данных показывает, что внедрение челюстных погрузчиков П-2, П-19, ПЛ-1, валочно-пакетирующих машин ЛП-2, сучкорезных машин СМ-2 снижает потери рабочего времени по причине производственного травматизма в 6—10 раз. Так, выборочные данные, полученные в ряде леспромхозов Комилеспрома и Кареллеспрома, показали, что применение П-19 и ПЛ-1 практически полностью исключило производственный травматизм на погрузке. По данным В. П. Глушкова [1], внедрение новой техники в леспромхозах Кировлеспрома за период 1961—1970 гг. способствовало снижению производственного травматизма. Так, коэффициент частоты снизился с 60 до 34, а нетрудоспособности с 926,6 до 732,5.

Одна из важных гигиенических проблем, стоящих перед профилактической медициной и охраной труда, — эффективная защита рабочих от неблагоприятного воздействия вибраций. Основным источником вибраций в лесозаготовительной промышленности являются бензиновые и электромоторные пилы, используемые на валке и раскряжке леса. При широком использовании валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин отпадает надобность в ручных бензиномоторных пилах, практически полностью будут ликвидированы условия для возникновения вибрационной болезни у вальщиков леса. С вводом в действие полуавтоматического нижнескладского оборудования в опытных леспромхозах ЦНИИМЭ заболеваемость рабочих снизилась как по числу случаев, так и по количеству дней нетрудоспособности в 1,5—2,0 раза.

Однако эти положительные моменты, характеризующие социальную эффективность новой техники, в экономических обоснованиях по существу не учитываются.

В действующих методических положениях по оценке эффективности новой техники рекомендуется принимать во внимание социальные результаты. Но на практике эти рекомендации носят чисто символический характер, так как в имеющихся положениях не указываются методы количественной оценки социальной эффективности. Не претендуя на полное решение вопроса социальной эффективности новой техники, мы хотели бы рассмотреть некоторые моменты этой важной проблемы.

Как известно, при сравнительной оценке различных вариантов новой техники и при определении величины экономического эффекта от использования новых машин по сравнению с базовыми (заменяемыми) согласно Типовой методике [2], основным показателем является минимум приведенных затрат

$$C + E_n K = \min,$$

где C — эксплуатационные затраты по каждому варианту;

K — капитальные вложения по тем же вариантам;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,12$).

Мы считаем, что при определении приведенных затрат по базовому варианту в обязательном порядке следует учитывать те затраты, которые связаны с производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями и могут быть устранены при освоении новой техники. Для этого применяемая в настоящее время формула определения экономического эффекта \mathcal{E}_p должна быть преобразована следующим образом:

$$\mathcal{E}_p = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2) + \Delta Z_{\text{непр}},$$

где C_1 и C_2 — эксплуатационные затраты;

K_1 и K_2 — капитальные вложения до и после внедрения новой техники (эти показатели должны быть приведены к одному объему продукции).

Величина $\Delta Z_{\text{непр}}$ выражается в рублях в год и должна включать выплаты за время болезни из-за производственных травм и профессиональных заболеваний, а также прочие непроизводительные затраты, связанные с потерями рабочего времени по этим причинам.

Например, простудные заболевания в большей мере характерны для рабочих, занятых ручным трудом на открытом воздухе. Исследования показывают, что заболеваемость рабочих, выполняющих трудовые операции с помощью механизмов (трактористы, шоферы), на 10—15% ниже.

Размеры выплат по причине производственного травматизма и профессиональных заболеваний следует принимать по данным массовых обследований лесозаготовительных предприятий (средние сложившиеся значения потерь). В случае, когда эффективность новой техники устанавливается применительно к конкретному предприятию, то есть определяется фактическая эффективность, затраты, связанные с производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями, принимаются по фактическим данным.

Если производственная травма имеет тяжелый исход, фактические потери должны включать в себя затраты на выплату пособий по инвалидности или содержанию семьи пострадавшего.

Социально-экономический эффект не ограничивается только потерями рабочего времени по причине травматизма и профессиональных заболеваний и выплатами за эти дни. Проведенные нами обследования показали, что не меньшие и в ряде случаев большие потери несет лесозаготовительное предприятие из-за того, что невыход на работу по причине производственной травмы или заболевания ведет к снижению производительности на данной операции и удорожанию себестоимости лесопродукции. Это вызывается, с одной стороны, тем, что рабочего, не вышедшего на работу, нечем заменить. В результате снижается выработка в целом на бригаду и на те машины, которые входят в ее состав, а это означает увеличение эксплуатационных затрат на единицу продукции. С другой стороны, новый рабочий в течение определенного времени привыкает к работе, и производительность его всегда ниже, чем у постоянно занятого на данной операции. Эти потери особенно заметны у таких рабочих, как вальщики леса, чокепровщики на трелевке и погрузке леса.

Социально-экономический эффект в результате полного или частичного сокращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний не ограничивается только экономией денежных затрат. Не менее важна экономия рабочего времени, и следовательно, повышение производительности труда, которое может быть определено по формуле

$$\Delta ПТ = \frac{ч_d}{ч_0 - ч_d} \cdot 100,$$

где $\Delta ПТ$ — увеличение производительности труда в результате уменьшения потерь рабочего времени по причине производственного травматизма и профессиональных заболеваний;

$ч_d$ — среднегодовое количество дополнительных рабочих, полученное в результате снижения потерь рабочего времени;

$ч_0$ — среднегодовая численность рабочих до внедрения новой техники.

В леспромхозах, где рост объемов производства не ограничен какими-то объективно действующими факторами (годовой отпуск леса, производственная мощность лесовозных дорог и т. п.), дополнительный резерв численности рабочих, полученный в результате сокращения потерь рабочего времени, приведет к увеличению общего объема выпуска продукции ΔQ

$$\Delta Q = \mathcal{C}_d ПТ.$$

Принимая производительность труда в натуральном выражении (для рабочих на лесозаготовках) и в стоимостном (для всех высвобождаемых рабочих), получим дополнительный объем продукции (в кубометрах и рублях). В таких случаях эффект должен быть увеличен на величину экономии по условно постоянным расходам.

Социально-экономическая эффективность характеризуется не только приведенными выше показателями. Обязательно должны учитываться и коэффициенты частоты и тяжести травматизма, нетрудоспособности, снижение доли женского труда на тяжелых операциях, повышение уровня механизации труда.

Научные разработки по охране труда, улучшению условий труда, созданию новых типов спецодежды и т. п. также способствуют уменьшению потерь рабочего времени и экономии общественных затрат. Методы определения социального эффекта таких разработок аналогичны приведенным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. П. Глушков. Профилактика травматизма на лесозаготовках. Журн. «Лесная промышленность» № 7, 1972. [2]. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. Утверждена постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и президиума АН СССР от 8 сентября 1969 г., М., 1969.

Поступила 30 ноября 1972 г.

УДК 634.0.79.003.13

НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА РОСТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

М. К. АНТОНЕНКОВ

Волховский межсовхозлесхоз

Предлагается метод расчета роста ЭЭПП на примере промышленной деятельности Волосовского лесхоза Ленинградского управления лесного хозяйства. В качестве критерия роста ЭЭПП принят интегральный индекс — синтетический показатель, который может успешно применяться на уровне предприятия, объединения и отрасли.

Как следует из решений XXIV съезда КПСС, основным направлением в развитии советской экономики на девятую пятилетку и длительную перспективу является дальнейшее повышение эффективности общественного производства. Экономическая эффективность промышленного производства (ЭЭПП) — это более емкое понятие, чем эффективность капитальных вложений, новой техники, основных фондов и др. Применяемые теперь в масштабе отрасли и предприятия показатели экономической эффективности (себестоимость, общая и расчетная рентабельность, балансовая и расчетная прибыль, фондоотдача, материалоемкость и др.) характеризуют степень использования отдельных

факторов экономического процесса, но не дают возможности комплексно рассмотреть их во взаимодействии в процессе общественного производства.

Мы разделяем точку зрения экономистов А. М. Матлина [3], А. Н. Ефимова [2], А. П. Викулова [1] и др., которые экономическую эффективность производства, ее уровень и рост рекомендуют определять по отдельным факторам процесса труда: личным (работники производства) и вещественным (средства и предметы труда).

Рост ЭЭПП может быть определен отношением прироста экономических показателей хозяйственного года (периода) к базисному. Как измерить рост ЭЭПП, что принять за критерий роста эффективности? Вокруг этого вопроса ведутся многочисленные дискуссии и споры, существуют различные точки зрения. Нашей целью является не разбор точек зрения различных авторов, а рассмотрение и обоснование одного из многочисленных методов, который, на наш взгляд, наиболее приемлем и целесообразен.

В качестве критерия роста ЭЭПП в масштабе предприятия, объединения и отрасли можно принять интегральный индекс, предложенный профессором Ленинградского технологического института целлюлозно-бумажной промышленности А. П. Викуловым.

Интегральный индекс I_3 строится на индексах изменения: выпуска, трудоемкости, материалоемкости и фондоемкости продукции с учетом их веса в общей структуре затрат на производство. Индекс отражает наиболее важные экономические показатели, характеризующие использование как личных, так и вещественных факторов производства, то есть затрат живого и прошлого (овеществленного) труда, и выражает рост ЭЭПП в абсолютной величине за рассматриваемый период (год, пятилетка) по сравнению с базисным. Предлагаемый метод позволяет рассмотреть динамику роста производства за определенный период. Учитывая, что в масштабе объединений и предприятий различны органический состав производства, трудоемкость, материалоемкость и фондоемкость продукции, для более правильного определения роста фактической ЭЭПП логично и правомерно ввести удельные коэффициенты затрат в совокупных затратах на производство, характеризующих их вес.

Формула интегрального индекса имеет вид

$$I_3 = [1 + (I_{в.п} - 1) \cdot g_{п.т}] \left[1 + \left(\frac{1}{I_T} - 1 \right) \cdot g_{з.п} \right] \left[1 + \left(\frac{1}{I_M} - 1 \right) \cdot g_M \right] \left[1 + \left(\frac{1}{I_\Phi} - 1 \right) g_a \right] \quad (1)$$

или

$$I_3 = (1 \pm \Delta I_{в.п} \cdot g_{п.т}) (1 \pm \Delta I_T \cdot g_{з.п}) (1 \pm \Delta I_M \cdot g_M) (1 \pm \Delta I_\Phi \cdot g_a),$$

где $I_{в.п}$ — интегральный индекс прироста выпуска продукции;

I_T — индекс изменения трудоемкости продукции;

I_M — индекс материалоемкости продукции;

I_Φ — индекс изменения фондоемкости продукции;

$g_{п.т}$ — удельный вес или коэффициент выпуска продукции, достигнутый за счет повышения производительности труда;

$g_{з.п}$ — удельный вес зарплаты в структуре затрат на производство;

g_M — удельный вес сырья, материалов и других предметов труда в структуре затрат на производство;

g_a — удельный вес амортизации в структуре затрат на производство;

Δ — величина прироста показателя за соответствующий период.

Рост ЭЭПП исследовали на примере Волосовского лесхоза Ленинградского управления лесного хозяйства по отчетным данным за 1970 г. В качестве базовых приняты фактические отчетные данные за 1969 г. Для расчета эффективности по интегральному индексу брали данные по формам № 5, 8, 9 годового отчета предприятия.

Рост выпуска продукции рассчитывали по показателю валовой продукции, который наиболее полно отражает затраты труда работников (ППП) за отчетный год. Учитывая, что запасы незавершенного производства по лесозаготовкам и деревообработке в лесхозах невелики, индексы формулы можно рассчитать по показателю товарной продукции (в неизменных ценах). Трудоемкость, материалоемкость и фондоемкость продукции определены на 1000 руб. валовой продукции в ценах на 1 июля 1967 г. Исходные данные, необходимые для расчета I_3 по Волосовскому лесхозу за 1970 г., сведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	База 1969 г. (фактические данные)	1970 г. (фактические данные)	Процент к итогу прошлого года	Абсолютная величина показателя индекса
Объем реализации продукции в оптовых ценах предприятий, принятых в плане, тыс. руб.	177,4	299,5	168,5	
Валовая продукция в оптовых ценах предприятий на 1 июля 1967 г., тыс. руб.	118,5	284,2	239,8	
Индекс изменения выпуска валовой продукции	1,00	2,40	240,0	2,40
Выработка валовой продукции в ценах на 1 июля 1967 г. на 1 работающего ППП, тыс. руб.	5,16	6,33	122,7	
Удельный вес выпуска продукции за счет роста производительности труда	1,00	122,7	122,7	0,227
Индекс изменения трудоемкости продукции	1,00	0,88	88,6	0,88
Удельный вес зарплаты ППП в структуре затрат на производство без внутривзаводского оборота	0,32	0,496	155,0	0,496
Индекс изменения материалоемкости	1,00	0,44		0,44
Удельный вес сырья и материалов в затратах на производство	0,460	0,296		0,496
Индекс изменения фондоемкости продукции (основные и оборотные фонды, принятые для определения расчетной рентабельности)	1,00	1,12	112,3	1,12
Удельный вес амортизации в структуре затрат на производство	0,060	0,102		0,10

Данные табл. 1 подставляем в формулу (1), тогда

$$I_3 = [1 + (2,40 - 1) \cdot 0,227] \left[1 + \left(\frac{1}{0,88} - 1 \right) \cdot 0,496 \right] \left[1 + \left(\frac{1}{0,44} - 1 \right) \cdot 0,296 \right] \left[1 + \left(\frac{1}{1,12} - 1 \right) \cdot 0,10 \right] =$$

$$= 1,3178 \cdot 1,0676 \cdot 1,3729 \cdot 0,893 = 1,7247.$$

Таким образом, согласно расчету, ЭЭПП по Волосовскому лесхозу за 1970 г. увеличилась на 72,47%. Столь значительный рост эффективности за один хозяйственный год может быть объяснен освоением производственных мощностей в 1969 г., принятом в качестве базового. Именно в 1969 г. в лесхозе был введен в эксплуатацию типовой цех ширпотреба. В последующие годы следует ожидать стабилизации роста ЭЭПП, так как лесхозу будет дан более напряженный план в соответствии с мощностями переработки древесины. Анализ табл. 1 показывает, что удельный вес зарплаты в структуре затрат на производство слишком высок (49,6% всех затрат на производство).

Интегральный индекс полностью сконструирован на стоимостных показателях, поэтому его следует дополнять показателями выполнения производственной программы в натуральном выражении по номенклатуре и ассортименту изделий. По нашему мнению, интегральный индекс отражает рост фактической эффективности производства с такой точностью, с какой оптовые цены, устанавливаемые на продукцию, отражают затраты общественного труда на ее производство.

Он может быть использован для анализа роста эффективности производства и при принятии решений балансовых комиссий. Эффективным следует считать такой рост производства, при котором I_3 равен или больше единицы. Если I_3 меньше единицы, предприятие работало в течение года неэффективно.

По интегральному индексу может быть дана экономическая оценка производства лесных культур, рубок ухода, однако в этом случае следует менять существующий учет лесохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. П. В и к у л о в. Повышение эффективности бумажного производства. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1972. [2]. А. Н. Е ф и м о в. Экономика и планирование советской промышленности. Гл. XI, изд-во «Экономика», М., 1970. [3]. А. М. М а т л и н. План, цена и эффективность производства. Гл. I, III, изд-во «Экономика», М., 1970.

Поступила 11 сентября 1972 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 634.0.811.16

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕРДЦЕВИННЫХ ЛУЧЕЙ
ВТОРИЧНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ

Е. С. ЧАВЧАВАДЗЕ

Ботанический институт АН СССР

При составлении классификации сердцевинных лучей учитывались такие признаки, как характер слагающих их клеток, наличие или отсутствие в лучах горизонтальных смоляных ходов и лучевых трахеид, а также расположение последних внутри луча. Всего выделено девять типов сердцевинных лучей.

Важное условие правильного диагностирования древесины — однозначно понимаемая характеристика ее основных структурных элементов. Именно с этой целью в течение ряда лет мы работаем над составлением классификации диагностических признаков древесины хвойных. Материалом для работы служит обширная коллекция древесины, хранящаяся в Музее Ботанического института АН СССР в Ленинграде и позволившая рассмотреть 367 видов хвойных, относящихся к 53 родам 8 семейств.

Несмотря на то, что древесина хвойных уже более столетия является объектом пристального внимания многих ботаников и технологов, сколько-нибудь исчерпывающей классификации ее элементов до сих пор нет. Даже в фундаментальных трудах наиболее известных ксилотомов ([1] — [5] и др.) многие признаки древесины описаны недостаточно подробно. Диагностическая ценность других признаков установлена в последние годы.

В настоящем сообщении предлагается классификация сердцевинных лучей вторичной древесины хвойных, структурные признаки которых представляют значительный интерес при микроскопическом определении древесины.

Все сердцевинные лучи хвойных можно разделить на две большие группы: простые и сложные. Первые всегда состоят из клеток одного типа — паренхимных или трахеальных, в состав вторых входят те и другие (примеры простых лучей даны на рис. 1, 1—8; 2, 1—6; сложных — на рис. 3, 1—8).

Лучи каждой группы, в зависимости от наличия или отсутствия в них горизонтальных смоляных ходов, делятся на линейные — более или менее узкие, лишенные смоляных ходов (рис. 1, 1—8; 2, 1—2; 3, 1—5), и веретеновидные — с сильно вздутой средней частью, заключающей смоляной ход (иногда два — три хода) — рис. 2, 6; 3, 6—8.

Простые линейные лучи могут быть паренхимными, если они состоят только из паренхимных клеток (рис. 1, 1—8), и трахеальными, если в их состав входят лучевые трахеиды (рис. 2, 1—2). Простые веретеновидные лучи всегда паренхимные.

Сложные лучи мы разбиваем на три группы по расположению в них лучевых трахеид: полуобрамленные — лучевые трахеиды располагаются только с одного края луча (рис. 3, 1 и 6), обрамленные — лучевые трахеиды окаймляют луч с обеих сторон (рис. 3, 2 и 7) и смешанные — лучевые трахеиды находятся в одном ряду (перемежаются) с паренхимными клетками (рис. 3, 3—5, 8). Смешанные линейные лучи могут состоять преимущественно из паренхимных клеток (рис. 3, 3), в равной мере из тех и других (полурахеальные) (рис. 3, 4) или преимущественно из лучевых трахеид (рис. 3, 5).

Приводим классификацию различных типов сердцевинных лучей.

Типы лучей вторичной древесины хвойных

I. Простые

1. Линейные

- а) паренхимные: однорядные, частично дву- трехрядные (однорядные с двух- трехрядными участками), двурядные, трехрядные, многорядные (трех- четырехрядные) — рис. 1, 1—8;
- б) трахеальные (рис. 2, 1—2).

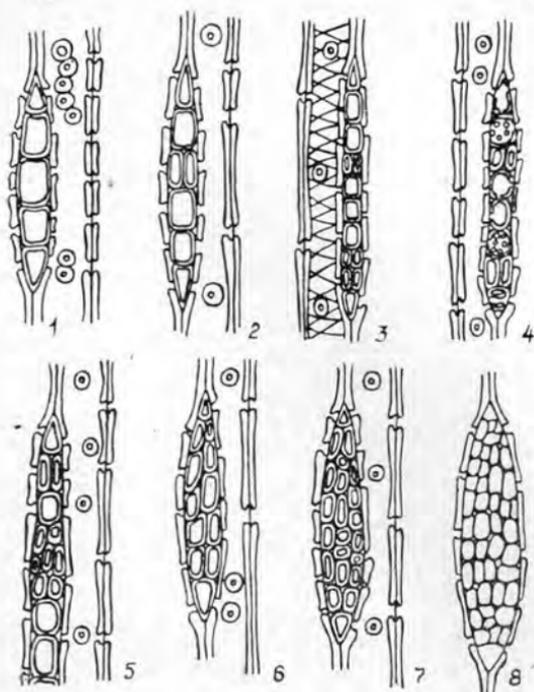


Рис. 1. Простые лучи хвойных.

1 — *Araucaria excelsa* R. Brown. Простой линейный паренхимный однорядный луч; 2 — *Podocarpus javanicus* Bl. Простой линейный паренхимный частично двухрядный луч с одним двухрядным слоем; 3 — *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc. Простой линейный паренхимный частично двухрядный луч с двумя двухрядными участками; 4 — *Abies nobilis* Lindl. Простой линейный паренхимный частично двухрядный луч с двумя двухрядными участками; 5 — *Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl. Простой линейный паренхимный частично двух-трехрядный луч с двумя двух-трехрядными участками; 6 — тот же вид. Простой линейный паренхимный двухрядный луч; 7 — *Jatsenkozylon sibiricum* Schiik. Простой линейный паренхимный трехрядный луч; 8 — тот же вид. Простой линейный паренхимный многорядный луч.

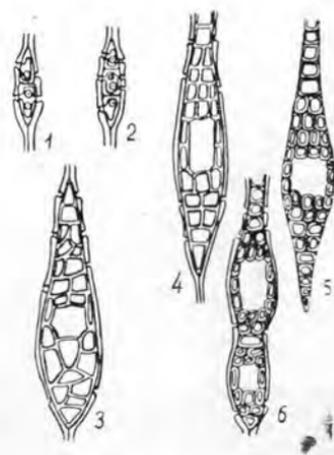
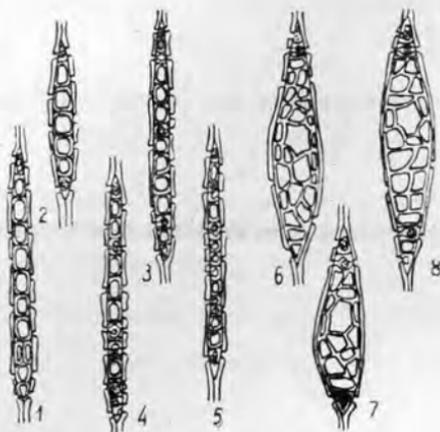


Рис. 2. Простые лучи хвойных.

1 — *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng. Простой линейный трахеальный луч; 2 — *Pinus cembra* L. То же самое; 3 — *Ducampopinus krempfu* A. Chev. Простой веретеновидный луч с двух-трехрядной центральной частью; 4 — *Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang. Простой веретеновидный луч с трехрядной центральной частью; 5 — *Picea brachytilia* Printel. Простой веретеновидный луч с четырехрядной центральной частью; 6 — *Larix decidua* Mill. Простой веретеновидный луч, содержащий два смоляных хода.

Рис. 3. Сложные лучи хвойных.

1 — *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng. Сложный линейный полуобрамленный луч; 2 — *Thuopsis dolabrata* (L.) Sieb. et Zucc. Сложный линейный обрамленный луч; 3 — *Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang. Сложный линейный преимущественно паренхимный луч; 4 — *Pinus arizonica* Engelm. Сложный полутрахеальный луч; 5 — *Pinus teocota* Schlecht et Cham. Сложный линейный преимущественно трахеальный луч; 6 — *Pinus cembra* L. Сложный веретеновидный полуобрамленный луч; 7 — *Pinus bungeana* Zucc. Сложный веретеновидный обрамленный луч; 8 — *Pinus rigida* Mill. Сложный веретеновидный смешанный луч.



2. Веретеновидные паренхимные (рис. 2, 3—6).

II. Сложные

1. Линейные

- а) полуобрамленные (рис. 3, 1);
- б) обрамленные (рис. 3, 2);
- в) смешанные (преимущественно паренхимный луч, полутрахеальный луч, преимущественно трахеальный луч) — рис. 3, 3—5.

2. Веретеновидные

- а) полуобрамленные (рис. 3, 6);
- б) обрамленные (рис. 3, 7);
- в) смешанные (рис. 3, 8).

Приведенные типы сердцевинных лучей обнаруживаются не во всех семействах хвойных. Для некоторых семейств характерно отсутствие определенных типов лучей. Так, араукариевые, ногоплодниковые, головчатотиссовые и тиссовые не имеют сложных лучей.

В семействах сциадопитисовых, таксодиевых и кипарисовых сложные лучи встречаются редко и бывают обычно обрамленными, только виды рода *Metasequoia* (сем. *Taxodiaceae*) и рода *Chamaecyparis* (сем. *Cupressaceae*), кроме простых и сложных обрамленных, имеют сложные смешанные лучи. Представители семейства сосновых характеризуются тремя типами лучей: простыми, сложными обрамленными и сложными смешанными. Частично двурядные лучи встречаются во всех семействах хвойных, однако некоторые из них отличаются наличием коротких двурядных участков, не превышающих в высоту одного-двух слоев (*Araucariaceae*, *Taxaceae*, *Sciadopityaceae*: представители *Podocarpaceae*, *Cephalotaxaceae* имеют двурядные участки в лучах не более трех слоев и лишь в трех семействах (*Pinaceae*, *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*) можно встретить многослойные участки в четыре—восемь (сем. *Pinaceae*) и даже десять (сем. *Cupressaceae*) или пятнадцать—двадцать (сем. *Taxodiaceae*) клеток, причем в трех последних случаях в одном луче изредка можно отметить два—три двурядных участка. Из пяти первых перечисленных семейств лишь представители *Cephalotaxaceae* имеют иногда в луче по два коротких двурядных участка. Частично трехрядные лучи встречаются всего лишь в двух семействах (*Taxodiaceae* и *Cupressaceae*).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Яценко-Хмелевский. Основы и методы анатомического исследования древесины. М., 1954. [2]. W. Gothan. Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen Hölzern. Abhandl. Preuss. Geolog. Landensanst., 44, 1905. [3]. P. Gress. Xylotomische Bestimmung heute lebenden Gymnospermen. Budapest, 1955. [4]. D. Penhallow. A manual of the North American Gymnosperms. Boston, 1907. [5]. E. W. J. Phillips. Identification of softwoods by their microscopic structure. For products Research. Bull., London, 22.

УДК 634.0.423.6

СОСТОЯНИЕ ГРАДОБОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПОД СВЕРДЛОВСКОМ

Е. Г. МАТЮХИНА, А. А. РОЖКОВ

5-я Московская экспедиция В/О «Леспроект»

Приведены результаты обследования насаждения, поврежденного градом 4 июля 1966 г. Дано описание градобойных ран. Показано влияние повреждений на длину хвои.

Повреждение древостоев градом — относительно редкое явление. Нам известна только публикация С. Ф. Негруцкого* о сильном повреждении градом 170-летнего насаждения сосны в Хреновском бору. Массовое усыхание деревьев продолжалось в течение 12 лет вплоть до окончательной вырубki расстроенного и потерявшего лесозащитные свойства насаждения.

* С. Ф. Негруцкий. Фитопатологическое состояние градобойных насаждений в Хреновском бору. Сб. «Научные записки Воронежского лесотехнического института», 1956, 195—199.



Рис. 1. Типичный вид деревьев, поврежденных градом 4 июля 1966 г. Фото А. А. Рожкова, 1968 г.

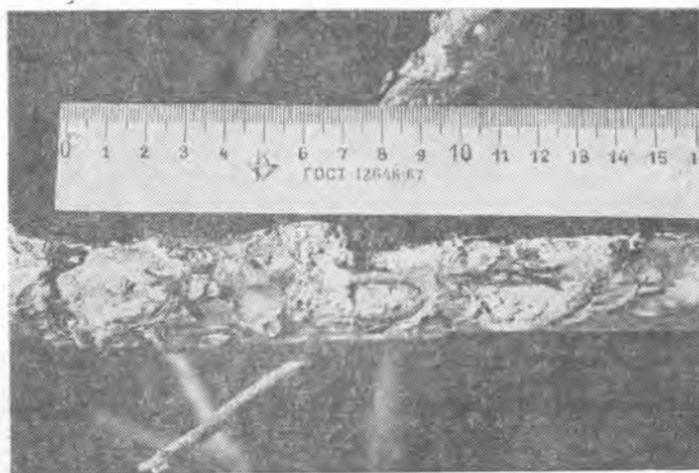


Рис. 2. Ветвь сосны с пробойками в коре.
Фото А. А. Рожкова, 1968 г.

Изучение последствий градобоя дает возможность накопить факты о максимальных нагрузках повреждениями, которые в состоянии выдержать та или иная древесная порода.

Летом 1968 г. мы обследовали ослабленное градобоем насаждение сосны в кварталах 111 и 112 Березовского лесничества Березовского лесхоза (рис. 1). Возраст древостоя 75 лет, полнота 0,7, класс бонитета I, тип леса — сосняк травяной. Насаждение расположено в непосредственной близости от г. Березовского, в 15 км от Свердловска. Град выпал 4 июля 1966 г. на площади 70 га. По свидетельству лесника И. П. Юровских, он продолжался 15 мин при сильном ветре и был очень крупным (с куриное яйцо). Трава под деревьями была завалена обломанными ветвями и хвоей

до такой степени, что в этом месте нельзя было пасти скот. В лесу выпавший град лежал до следующего дня.

В 1968 г., до начала наших работ, с обследованной площади в порядке санитарных рубок было выбрано 1368 м³ древесины, то есть в среднем около 20 м³ с 1 га. Раньше санитарные рубки здесь не проводили в течение 3 лет. Если учесть установленный нами для пригородных лесов Березовского лесничества средний ежегодный отпад деревьев, равный 4—6 м³ с 1 га, можно предположить, что в результате градобоя на каждом гектаре дополнительно накопилось 2—8 м³ сухостоя, или 0,8—3,2% от исходного запаса, равного 250 м³.

По данным наших пробных площадей, в 1968 г. деревья с нормальной кроной (практически здоровые) составляли 18%, с разреженной (ослабленные) — 55%, с сильно разреженной (сохранилось менее 50% кроны) — 24%, сухoverшинные — 2%, свежий сухостой — 1%. У поврежденных градом деревьев сохранились, главным образом, крупные сучья. На верхней стороне их и на тонкой коре стволов градобойные раны имеют вытянутую форму (рис. 2). Раны засмолены, по краям образовался каллюс. Анализ 9 модельных деревьев показал, что на 1 пог. м сохранившихся ветвей имеется от 18 до 42 ран (в среднем 26). Средняя длина ран — 3 см, средняя ширина — 1,3 см. Отдельные раны сливаются по длине и достигают 20 см. Кора ветвей по площади повреждена на 6—18%. Ширина непрерывающейся ранами коры на ветвях (проводящего ремня) в среднем составляла 90%. Модели, взятые из категорий ослабленных, с сильно разреженной кроной и сухoverшинных, имели диаметр 24—32 см, высоту — 20—25,5 м, возраст — 67—85 лет. Ослабленные деревья не заселены стволовыми вредителями. В табл. 1 приведены данные о длине хвои разных лет из градобойного и неповрежденного насаждений с равноценными таксационными показателями. Хвоя была взята с 12 деревьев из средней части кроны методом случайной выборки без ориентации по странам света (всего 1800 измерений).

Таблица 1

Категория насаждения	Длина хвои, мм	
	1965 и 1966 гг.	1967 и 1968 гг.
Градобойное	51,84 ± 0,67	62,30 ± 0,33
Неповрежденное	50,00 ± 0,73	44,40 ± 0,78

Из таблицы следует, что хвоя в сравниваемых насаждениях до градобоя (1965 и 1966 гг.) по длине почти не различалась. В последующие два года поврежденные деревья недостаток в количестве хвои частично компенсировали за счет ее удлинения. Снижение длины хвои у неповрежденного насаждения можно объяснить летней засухой 1968 г.

Поврежденное градом насаждение нуждается в особом режиме. В качестве неотложной меры было предложено запретить пастбу и прогон скота. В целях предупреждения возникновения очага стволовых вредителей рекомендованы своевременная выборка заселенных деревьев и мероприятия по привлечению птиц.

УДК 634.0.425

ВЛИЯНИЕ ЗАДЫМЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРИРОСТ СОСНЫ ПО ДИАМЕТРУ

Н. В. ПОДЗОРОВ

Охтинский учебно-опытный лесхоз

Исследовано влияние дымовых газов на прирост по диаметру сосны, произрастающей на различном расстоянии от очагов загрязнения атмосферного воздуха. С помощью воздушного бурава определен прирост 800 деревьев. Сделан вывод об отрицательном влиянии дымовых газов на прирост сосны по диаметру.

Вопрос о влиянии дымовых газов на величину текущего прироста сосновых насаждений, в зависимости от расстояния насаждений от очагов задымления воздуха, в специальной лесохозяйственной литературе совершенно не освещен.

Приросты по диаметру мы измеряли на постоянных пробных площадях, расположенных на расстоянии 300—4650 м от основных источников загрязнения атмосферного воздуха, в сосновых насаждениях 50—70 и 70—130 лет. На разном расстоянии от очагов загрязнения дымовыми газами было отобрано по 200 деревьев с различной

степенью охвоения крон: до 25, от 25 до 50, от 50 до 75 и от 75 до 100% (деревья без явно выраженных признаков поражения крон). В каждой зоне исследовали по 25 деревьев сосны с различной степенью поврежденности крон дымовыми газами и по 25 контрольных (охвоенных на 75—100%) — всего 800 деревьев.

Для измерения приростов по диаметру подбирали сосновые деревья II класса развития крон с разницей в диаметре на высоте груди (в коре) ± 2 см и в высоту ± 1 м. Прирост измеряли с северной стороны деревьев, на высоте 1,3 м от корневой шейки возрастным буравом.

Этот способ прост и при соблюдении соответствующих правил дает достаточно точные результаты. По данным Ф. П. Монсеенко и А. Г. Мурашко [2], определение прироста по диаметру, а следовательно, и площади сечения с помощью возрастного бурава дает почти такие же результаты, как и определение прироста линейкой на кружках, выпиленных в месте прохождения бурава в стволе дерева.

По исследованиям А. И. Кондратьева [1], коэффициент вариации процента объемного прироста равен 30% (максимум 50%). Следовательно, для получения результатов с точностью 10% надо взять 9 деревьев:

$$n = \left(\frac{C^2}{10}\right) = \left(\frac{30}{10}\right)^2 = 9.$$

При максимальном коэффициенте вариации

$$n = \left(\frac{50}{10}\right)^2 = 25.$$

Буравом высверливали цилиндрики у 25 деревьев каждой категории повреждения крон дымовыми выбросами, предварительно измерив диаметр дерева на высоте 1,3 м от корневой шейки в двух взаимно перпендикулярных направлениях. По высверленным цилиндрикам определяли текущий прирост по диаметру от периферии к центру. Обработанные данные приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что в насаждениях 50—70 и 95—130 лет за последние 15—25 лет наблюдается резкое падение прироста по диаметру. У деревьев сосны с различной степенью повреждения крон дымовыми газами падение прироста по диаметру наблюдается на всех участках Охтинского лесного массива. У деревьев, не имеющих явно выраженных признаков повреждения крон дымовыми газами (контрольные деревья), падение прироста наблюдается только на участках, непосредственно примыкающих к черте города.

В насаждениях сосны 95—130 лет прирост по диаметру до 80—85 лет шел по II и даже I классам бонитета. После 80—105 лет он резко снизился до III—IV классов, а к 110—130 годам практически прекратился. В насаждениях 50—70 лет прирост по диаметру по I и II классам бонитета продолжал увеличиваться до 40—50 лет, а затем резко упал. Из сказанного следует, что за последние 20—25 лет в районе расположения Охтинского лесного массива условия для произрастания сосновых насаждений ухудшились.

В период Великой Отечественной войны, когда задымление воздушной среды лесхоза резко уменьшилось, наблюдалось увеличение годичных слоев у деревьев сосны и ели.

Между состоянием дерева и объемом ядра мы не обнаружили зависимости. У деревьев сосны с различной степенью повреждения крон дымовыми газами ядро занимает немного меньше 1/3 диаметра ствола (в среднем 27—28%).

Исследования показали, что у лиственных пород (осина, береза), а также у лиственницы сибирской за последние 15—20 лет падения прироста по диаметру не наблюдается.

На основании наблюдений можно заключить, что задымление атмосферного воздуха вызывает значительное уменьшение прироста сосновых деревьев по диаметру; у лиственных пород такого явления не отмечено.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. И. Кондратьев. Определение текущего прироста насаждений. Журн. «В защиту леса» № 6, 1938. [2]. Ф. П. Монсеенко, А. П. Мурашко. Определение текущего прироста насаждений. Сб. работ по лесному хозяйству, БелНИИЛХ. Минск, 1940.

УДК 676:634.0.165.7

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ТОПОЛЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА НИЖНЕЙ ВОЛГЕ

И. Я. КАЗАНЦЕВ

Астраханская лесная опытная станция

В. А. МАСЛОВ, Л. А. КАНТЕМИРОВА

Астраханский филиал ВНИИБа

Результаты сортоиспытания тополей в пойменных условиях на Нижней Волге показывают, что наиболее быстрорастущими и устойчивыми являются евроамериканские гибридные тополя. Исследования размеров анатомических элементов и химического состава древесины шести наиболее характерных видов и сортов тополей показали пригодность их для ЦБП. Сульфатная целлюлоза из древесины тополей вполне удовлетворяет требованиям ГОСТов для выработки бумаги и картона.

В связи с зарегулированием стока рек на юге страны ухудшились условия произрастания и снизились объемы заготовки тростника — основного сырья для крупных целлюлозно-картонных предприятий. Поэтому на предприятия приходится поставлять древесину из основных районов лесозаготовок.

Исследования и опыты, проведенные в нашей стране и за рубежом, показывают, что в зоне умеренного климата на влажных почвах, обеспеченных элементами питания, или при орошении наиболее быстрорастущей и подходящей для ЦБП породой является тополь [2], [7], [6], [12]. Для каждого климатического района необходимо отобрать наиболее высокопродуктивные и устойчивые виды и сорта.

Для районов юго-востока РСФСР эту работу ведет Астраханская лесная опытная станция. К настоящему времени определены виды и сорта тополей, пригодные для лесных культур в Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги и для создания сырьевой базы Астраханского ЦКК [11], [3]. Только в пределах лесфонда Астраханской области для выращивания тополей пригодно 30—35 тыс. га (с учетом реконструкции существующих насаждений), а на правом коренном берегу при условии орошения размер этих площадей практически не ограничен.

Для выявления наиболее пригодных видов и сортов тополей исследованы размеры волокон, плотность*, химический состав древесины и проведены опытные варки сульфатной целлюлозы.

Образцы древесины выпиливали из средних модельных деревьев, срубленных на сортоиспытательном участке Астраханской лесной опытной станции в феврале 1970 г. Возраст сортоиспытательного участка 8 лет, а возраст деревьев 9 лет (в течение года они воспитывались в питомнике).

Сортоиспытательный участок тополей расположен на острове. Почва пойменная слоистая, по обеспеченности основными элементами питания и водному режиму типична для Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Средние таксационные показатели, размеры волокон либриформа и плотность древесины для основных видов и сортов тополей представлены в табл. 1.

Из таблицы видно, что продуктивность местного осокоря в 1,5—2,5 раза ниже, чем у гибрида бальзамического × серого № 4Б, Болле и русского, и в 4—6 раз, чем у евроамериканского № 236 «Мощного» и № 175 «Брабантики». Действительно, в опытных культурах лесного типа густотой 700—1000 деревьев на 1 га на пойменной зернистой и слоистой почве при затоплении до 20—70 дней тополя черный пирамидальный, русский, канадский, Болле и гибрид бальзамический × серый № 4Б в 8-летнем возрасте образуют насаждения с общим запасом 120—160 м³/га. В этих

* Плотность древесины тополей определена на кафедре древесиноведения Воронежского ЛТИ доц. И. В. Якимовым.

Таблица 1

Вид или сорт тополя	Высота ствола, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Объем ствола, м ³	Размер волокон либриформа из 9-летнего годового слоя с высоты 1,3 м, мм		Плотность древесины при 15%-ной влажности, г/см ³
				длина	ширина	
Бальзамический × серый № 4Б	10,5	$\frac{13,4}{12,8}$	$\frac{0,066}{0,060}$	1,03 ± 0,030	0,020 ± 0,0010	0,448 ± 0,0059
Болле	10,2	$\frac{15,6}{14,9}$	$\frac{0,088}{0,080}$	1,07 ± 0,013	0,022 ± 0,0018	0,381 ± 0,0059
Местный осокорь (тополь черный)	8,9	$\frac{11,3}{10,5}$	$\frac{0,040}{0,036}$	0,86 ± 0,025	0,023 ± 0,0015	0,556 ± 0,0072
Русский (черный пирамидальный × осокорь)	11,6	$\frac{15,8}{15,1}$	$\frac{0,100}{0,091}$	0,93 ± 0,025	0,027 ± 0,0018	0,350 ± 0,0025
Евроамериканский № 236 „Мощный“	13,9	$\frac{19,0}{17,2}$	$\frac{0,167}{0,136}$	1,39 ± 0,033	Не опр.	0,492 ± 0,0035
Евроамериканский № 175 „Брабантика“	14,9	$\frac{23,5}{21,8}$	$\frac{0,269}{0,232}$	1,38 ± 0,036	0,024 ± 0,0010	0,466 ± 0,0071

Примечание. В числителе данные для деревьев в коре; в знаменателе — без коры.

Таблица 2

Вид сырья	Степень помола целлюлозы, °ШР	Вес 1 м ² отливки, г	Толщина, мм	Плотность, г/см ³	Разрыв- ная длина, м	Сопротивле- ние продав- ливанию, кгс/см ²	Сопротив- ление раздиранию, гс	Излом, число двойных перегибов
Гибрид бальзамический × серый № 4Б	60	100	0,151	0,663	6990	4,55	103	3021
Тополь Болле	60	99,9	0,148	0,675	7827	5,91	129	5448
Местный осокорь (тополь черный)	60	99,8	0,151	0,661	7293	4,73	109	3856
Тополь русский (черный пирамидальный × осокорь)	60	100	0,140	0,714	8380	6,16	105	4718
Тополь евроамериканский № 236 „Мощный“	60	99,8	0,151	0,661	7125	5,57	129	5506
Тополь евроамериканский № 175 „Брабантика“	60	99,9	0,146	0,684	7909	5,37	119	4612
Тростник обыкновенный [1]	29	100	0,155	0,640	5220	—	96	170
Ель обыкновенная [5]	60	—	—	—	12500	9,4	132	3800

же условиях местный осокорь в среднем по трем делянкам имеет общий запас древесины 50 м³/га. Тополь канадский в этих культурах в особо благоприятных условиях роста имеет общий запас 330 м³/га. Текущий прирост у деревьев тополей по объему за последние три года составил 25—30%, а это говорит о том, что в 10-летнем возрасте сортовые тополя будут образовывать насаждения с запасом ствольной древесины 200—250 м³/га и более.

Длина древесных волокон из 9-летнего годичного слоя у высокопродуктивных гибридов тополей достоверно больше, чем у местного осокоря и среднепродуктивных видов и сортов.

Ширина средней части волокон либриформа возрастает, как правило, вместе с увеличением длины. Стенки этих волокон утолщаются по мере увеличения длины волокна от 0,0030 до 0,0044 мм. Незначительная ширина волокна древесины тополей и толщина их стенок позволяют изготавливать из них целлюлозу и бумагу повышенной плотности и прочности [10]. Отношение ширины волокна к его длине у исследованных тополей варьирует в пределах 28,5—57,5, а у евроамериканских гибридов — от 45,9 до 57,5. Этот показатель у тополей выше, чем у осины и березы, но ниже, чем у хвойных и тростника. Сосуды тополей короче волокон либриформа в 1,5—2 раза (0,31—0,66 мм), но шире их в 3—4 раза (0,054—0,110 мм). Исследования показывают, что размеры древесных волокон у тополей зависят от вида и сорта, интенсивности роста в тех или иных условиях местопроизрастания, возраста и местоположения по высоте ствола.

Для исследования химического состава древесины и опытных варок целлюлозы у модельных деревьев указанных шести видов и сортов тополей брали смешанные образцы ствольной древесины с высоты 1,3 м от земли, с 1/2 и с 3/4 высоты ствола таким образом, что доля древесины с каждой определенной высоты ствола соответствовала объему этой части ствола.

Химический состав древесины исследованных видов и сортов тополей различается несущественно. Содержание целлюлозы в них 50,34—53,30%; пентозанов — 16,75—19,88%; лигнина — 18,82—24,44%; веществ, экстрагируемых в спиртобензольной смеси, — 1,83—2,70%; веществ, экстрагируемых горячей водой, — 1,38—1,98%; веществ, растворимых в 1%-ном растворе NaOH, — 15,87—19,03%; золы — 0,57—0,92%. Эти же результаты приводят И. Г. Марков и В. Г. Мацело [8]. Содержание целлюлозы в древесине тополей на 2—5% больше, чем в тростнике, пентозанов меньше на 7—10%, лигнина примерно одинаково, золы меньше в 4—7 раз [1]. По сравнению с елью обыкновенной целлюлозы в древесине тополей меньше на 2—5%, пентозанов больше на 5,5—8,6%, лигнина меньше на 2,5—6,5%, а золы больше в 1,2—2 раза [9]. По данным Ф. П. Комарова и Н. С. Шингаревой-Поповой [4], возраст тополя на выход целлюлозы не влияет, а И. Г. Марков и В. Г. Мацело [8] указывают, что в древесине тополей 9—17 лет содержание целлюлозы максимально, а затем несколько снижается, но количество лигнина возрастает.

Для определения влияния вида и сорта тополя на выход и качество целлюлозы были проведены опытные лабораторные варки сульфатным способом. Размеры щепы 20×20×2 мм. Режим варки: количество активной щелочи на варку — 18% Na₂O от веса абс. сухой щепы; сульфидность щелока — 25%; гидромодуль — 5; максимальная температура варки — 170°C; время подъема температуры варки от 50 до 170°C — 3 час; время варки при максимальной температуре — 1 час 30 мин; общее время варки — 4 час 30 мин.

Непроварка древесины не было. Выход целлюлозы при лабораторной варке (50,08—53,93%) близок к количеству ее, полученному при определении химического состава древесины этих же видов и сортов тополей. Невысокая жесткость целлюлозы (62—71 перманганатных единиц) говорит о хорошей провариваемости древесины тополей при данном режиме варки. Судя по остатку эффективной щелочи (7,90—10,51% Na₂O), можно сделать вывод, что расход белого щелока на варку можно значительно снизить. Степень помола целлюлозы после варки 12—14°ШР.

Для определения физико-механических свойств использовали отливки из целлюлозы, размолотой на аппарате ЦРА до 60°ШР. Результаты испытаний свойств целлюлозы, полученной из разных видов и сортов тополей, и целлюлозы из стеблей тростника и древесины ели обыкновенной, сваренных в аналогичных условиях, приведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что механические свойства сульфатной целлюлозы из разных видов и сортов тополей практически одинаковы и вполне удовлетворяют требованиям ГОСТов для выработки бумаги и картона. Механические свойства целлюлозы из древесины тополей выше, чем из стеблей тростника, особенно сопротивление на излом. По сравнению с кордной целлюлозой из ели тополевая целлюлоза имеет несколько меньшие разрывную длину и сопротивление продавливанию.

Выводы

1. Для лесных культур и специализированных сырьевых баз ЦБП в пойменных и орошаемых условиях юго-востока РСФСР наиболее пригодны гибридные сорта ев-

роамериканских тополей (№ 175 «Брабантика», № 236 «Мощный»), способные к 10-летнему возрасту образовывать насаждения с запасом 200—300 м³/га ствольной древесины.

2. Введение гибридных тополей на 30 тыс. га пойменных земель при 10—15-летнем обороте рубки позволит довести ежегодную заготовку тополевой древесины в Астраханской области до 400—600 тыс. м³ и обеспечить сырьем Астраханский ЦКК.

3. Древесина тополей по анатомическому строению и химическому составу вполне пригодна для изготовления высококачественной целлюлозы сульфатным способом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. Ф. Дербенцев, П. В. Хейфец-Полесская. Заготовка и переработка тростника. ЦБНТИГлавландартдома, М., 1959. [2]. С. П. Иванников. Разведение и выращивание тополей и осины в лесостепи. ЦНИИТЭИЛеспром, М., 1966. [3]. И. Я. Казанцев. Селекция и интродукция тополей на Нижней Волге. Материалы научной конференции по вопросам лесного хозяйства, Пушкино, 1970. [4]. Ф. Комаров, Н. Шингарева-Попова. Тополь и его применение для производства целлюлозы. Журн. «Лесное хозяйство и лесозащита» № 1, 1933. [5]. Г. С. Косая. Сульфатная целлюлоза из дальневосточных пород древесины. Научные труды ВНИИБа, вып. 44, Л., 1960. [6]. А. С. Косой. Использование лиственной древесины в целлюлозно-бумажной промышленности. Изд-во «Леспром», М., 1967. [7]. Д. Д. Лавриненко и др. Создание тополиных насаждений. Изд-во «Леспром», М., 1966. [8]. И. Г. Марков, В. Г. Мацело. Использование древесины тополя в целлюлозно-бумажном производстве. Журн. «Бумажная промышленность» № 5, 1968. [9]. Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. Изд-во «Советская наука», М., 1957. [10]. Применение тополевой древесины в производстве. «Зарубежная техника» № 8, сер. «Бумага и целлюлоза», 1963. [11]. С. А. Ростовцев. Тополя в культурах Волго-Ахтубинской поймы. ЦНИИТЭИЛеспром, М., 1965. [12]. В. Д. Филимонова. Культура тополей за границей. Гослесбумиздат, М., 1962.

УДК 634.0.232.3

ЛЕСОТАКСАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ СЕМЕНОШЕНИЯ ЕЛИ*

А. И. БАРАБИН

Вельский мехлесхоз Архангельской области

Глазомерная оценка семеношения ели по Капперу соответствует фактическому урожаю шишек. Семеношение зависит от освещенности и, следовательно, полноты насаждения и диаметра ствола. Практически 90% урожая семян дают деревья с относительным диаметром 1 и больше 1. На урожай влияют и типы леса (при 1-м и 2-м классах по Капперу).

В различных пунктах Архангельской области, начиная с 1965 г., мы изучаем семеношение ели в зависимости от различных таксационных и лесотипологических условий [1]—[3]. Накопленный материал позволяет установить зависимость урожайности от лесотаксационных показателей. Связь глазомерной оценки урожайности с фактическим числом шишек на единице площади в ельнике-черничнике представлена в табл. 1.

Таблица 1

Балл урожайности по Капперу	Календарный год	Среднее число шишек на 1 га		Процент плодоносящих деревьев	Среднее число шишек на одно плодоносящее дерево
		шт.	% к 3-му баллу		
5	1965	14500	180	77	160
4	1971	11300	140	60	80
3	1970	8000	100	60	100
2	1967, 1969	2400	30	25	52
1	1970	800	10	10	50

Работа выполнена под руководством доц. П. И. Войчяля и доц. Л. И. Красовского, которым приношу благодарность.

Различия в баллах урожайности соответствуют различиям фактической урожайности. Такая же закономерность отмечена другими авторами [4].

Число плодоносящих деревьев и шишек на них зависит прежде всего от освещенности кроны и, следовательно, от полноты и диаметра ствола и через последний — от класса возраста и класса роста по Крафту (табл. 2).

Таблица 2

Балл по Крафту	Средний диаметр ствола, см	Полнота	Класс бонитета	Число шишек на 1 га
Связь с полнотой				
5	28	0,5	III	14500
5	28	0,8	IV	13530
4	24	0,5	IV	6590
4	24	0,7	IV	5435
3	24	0,8	III	6052
3	28	0,4	IV	9688
Связь со средним диаметром				
5	28	0,5	III	14500
5	24	0,5	III	11850
5	28	0,8	IV	13530
5	20	0,8	IV	9300
4	16	0,5	IV	7540
4	24	0,5	III	11280
4	20	0,8	IV	3000
4	24	0,7	IV	5435

Таблица 3

Балл по Крафту	Тип ельника	Полнота	Процент шишек на деревьях с относительным диаметром		Календарный год
			< 1	1 и > 1	
5	Черничник	0,5	14,2	85,8	1965
5	"	0,5	15,1	84,9	1965
5	"	0,8	5,5	94,5	1965
5	"	0,8	14,1	85,9	1965
4	"	0,5	5,1	94,9	1971
4	"	0,5	4,0	96,0	1971
3	"	0,4	11,5	88,5	1970
3	"	0,8	1,7	98,3	1970
3	"	0,8	0,8	99,2	1970
2	"	0,5	3,2	96,8	1967
2	"	0,6	5,3	94,7	1969
2	"	0,7	6,8	93,2	1969
2	"	0,8	2,2	97,8	1967
1	"	0,8	2,0	98,0	1970
4	Брусничник	0,7	7,3	92,7	1971
4	"	0,5	4,4	95,6	1971
4	Травяно-сфагновый	0,6	4,2	95,8	1971
4	Хвощово-сфагновый	0,4	7,5	92,5	1971
3	Брусничник	0,7	7,2	92,8	1970
3	Травяно-сфагновый	0,4	1,9	98,1	1970
3	Хвощово-сфагновый	0,5	1,4	98,6	1970

Влияние класса роста на семеношение наглядно характеризуют данные табл. 3.

В годы обильного плодоношения деревья тоньше среднего дают 15% общего урожая, в менее урожайные — от 1 до 10%. Иными словами, в годы, характеризующиеся урожайностью ниже 5-го балла, в основном плодоносят деревья средние и крупные (более 90%). Если при подсчете шишек учитывать еще и урожай деревьев тоньше среднего на одну ступень, то будет учтено 95—100% фактического урожая. Деревья с минимальным диаметром (12 см) при всех баллах семеношения дают только 0—2% всего количества шишек, что практически не имеет значения при под-

счете урожая; деревья 16-сантиметровые (относительный диаметр 0,57—0,8) также дают лишь 0—7% шишек.

Из данных табл. 3 следует, что в подавляющем большинстве случаев деревья диаметром 16 см и менее при определении урожая шишек можно не принимать во внимание. Это почти вдвое уменьшит учетную работу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Барабин. О лесотаксационных особенностях семеношения в связи с прогнозированием урожая семян ели. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968.
 [2]. А. И. Барабин. Сравнительный анализ урожая семян ели семенного и малоурожайного года в учебно-опытном лесхозе АЛТИ. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1969.
 [3]. А. И. Барабин. О влиянии строения еловых насаждений по диаметру на урожай шишек. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1971. [4]. Д. Н. Данилов, Я. С. Русанов, А. С. Рыковский, Е. И. Солдаткин, П. Б. Юргенсон. Основы охотоустройства. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966.

УДК 621.933.6

ЧИСЛО РЕМНЕЙ В КЛИНОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧЕ МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Н. Н. БУТОРИН

Архангельский лесотехнический институт

Исследование математической модели механизма резания лесопильной рамы показало, что уменьшение количества ремней в клиноремленной передаче рамы в некоторых пределах благотворно влияет на динамику электропривода.

Коленчатый вал кривошипно-шатунного механизма резания лесопильной рамы вращается неравномерно [1], [2]. При этом возникают резкие толчки момента сопротивления, передаваемые на вал электродвигателя. Эти толчки смягчаются за счет упругой деформации клиноремленной передачи. Степень смягчения зависит от количества ремней в передаче. Чем больше параллельно работающих ремней участвуют в передаче вращающего момента, тем более жесткой является передача, тем меньше смягчаются толчки момента сопротивления, тем больше динамические усилия воспринимают электродвигатель и сама ременная передача.

Количественная оценка этого явления может быть получена на основании исследования математической модели механизма резания лесопильной рамы [1]. Упругость ременной передачи в этой модели учитывается коэффициентом c

$$c = \frac{2r_1 r_2 E_p F n}{l},$$

где r_1 и r_2 — радиусы ведущего и ведомого шкивов;

E_p — модуль упругости ремня;

F — площадь поперечного сечения одного ремня;

n — количество ремней в передаче;

l — расчетная длина ветви ремня между шкивами.

Например, для лесопильной рамы РД-75-6 при $r_1 = 0,248$ м, $r_2 = 0,550$ м, $l = 2,33$ м, при клиновых ремнях типа «Г» длиной 6,36 м, сечением $F = 0,000476$ м² и модулем упругости $E_p = 8 \cdot 10^7$ н/м² получаем $c = 4450$ н нм/рад.

Исследованием математической модели механизма резания лесопильной рамы с помощью ЦВМ «Проминь-2» при различных значениях n получены результаты, приведенные на рис. 1. Кривая 1 показывает изменение амплитуды динамического вращающего момента сопротивления $M_{м\ c}$, передаваемого ременной передачей валу двигателя в зависимости от количества ремней. Здесь M_n и M_k — номинальный и критический вращающие моменты двигателя. Как видим, уменьшение количества ремней в передаче существенно смягчает условия работы электродвигателя, уменьшая динамические толчки вращающего момента.

Изменение максимального динамического момента, приходящегося в среднем на каждый ремень, изображается кривой 2. При уменьшении количества ремней в передаче от 10 до 7 наибольшие динамические усилия, приходящиеся на каждый ремень

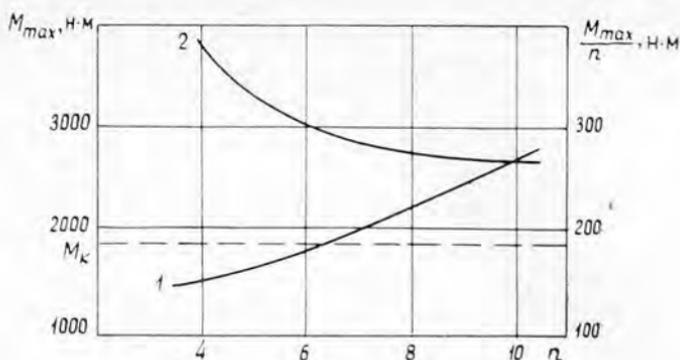


Рис. 1.

практически не увеличиваются. Это происходит потому, что с уменьшением количества ремней жесткость передачи уменьшается, поэтому лучше сглаживаются толчки момента сопротивления, передаваемые ременной передачей.

Очевидно, в ременной передаче целесообразно использовать шесть-семь ремней вместо десяти, предусмотренных в конструкции лесопильной рамы. При этом напряженность работы клиноременной передачи практически не усиливается, но зато существенно улучшается динамика работы электродвигателя.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Н. Буторин. Математическая модель механизма резания лесопильной рамы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1971. [2]. Л. П. Потяркин. Экспериментальное исследование неравномерности вращения коленчатого вала лесопильной рамы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1968.

УДК 674.023

РЕЗЕЦ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

А. В. МОИСЕЕВ, Л. М. ДВОСКИН

Белорусский технологический институт

Описывается конструкция резца для исследования тепловых явлений в зоне резания методами искусственной и полусинтетической микротермопары.

При резании древесины для измерения температурных полей резца применяются методы искусственной и полусинтетической термопары [2], [4], а также косвенные методы шкалы твердости и микроструктурного анализа [1], [3].

При измерении температурных полей резца методом искусственной или полусинтетической термопары очень важно, чтобы последняя располагалась возможно ближе к контактным поверхностям инструмента, а при измерении температур на режущей кромке необходимо, чтобы диаметр проволочек был соизмерим с радиусом закругления режущей кромки, так как градиент температур в этой зоне очень высок. Применение микротермопар дает возможность уменьшить влияние тепловода в саму термопару на точность измерений.

Нами была предложена конструкция резца, состоящего из двух, тщательно притертых между собой частей 1 и 2, скрепленных штифтами 3 и винтом 4. В части 1 (рис. 1) сделаны канавки размером 70×70 мк. Центральная канавка (рис. 2) выходит на режущую кромку б, а остальные расположены симметрично относительно нее и выходят на переднюю а и заднюю в поверхности резца. Канавки изготовлены на координатно-расточном станке. В них укладывают изолированные проводники 3. После сборки переднюю и заднюю поверхности резца доводят до нужной степени чистоты поверхности на чугунном притире алмазной пастой. Места выхода термопар измеряют при помощи инструментального микроскопа УИМ-29 с точностью ± 1 мк.

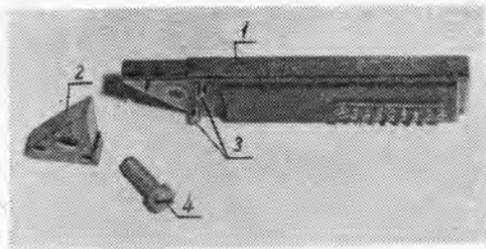


Рис. 1.

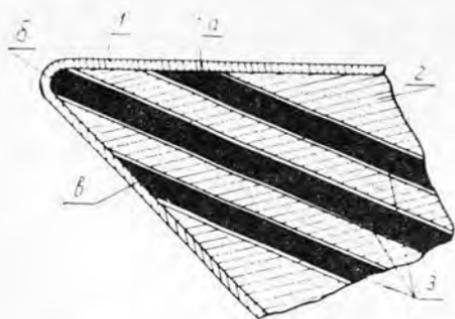


Рис. 2. Схема расположения термопар.

1 — слой электролитического металла; 2 — тело реза; 3 — изолированные проводники термопар; а — передняя поверхность реза; б — режущая кромка; в — задняя поверхность реза.

В нашем резе было сделано семь канавок, расстояние между соседними канавками 100 мк, диаметр проволочек термопар 4 мк.

Чтобы создать горячий спай термопар, поверхности реза и торцы микропроводов покрывают слоем электролитического металла 1 (рис. 2), например, хрома или железа; при этом свойства металла не оказывают влияния на величину термоэлектродвижущей силы (правило аддитивности). При гальваническом покрытии, для получения надежного горячего спаи, провода термопар присоединяют к отрицательному полюсу источника постоянного напряжения. Во избежание разрушения изоляции микропроводов должна быть устойчивой к высоким температурам и хорошо противостоять растворам кислот. Мы использовали микропровод в стеклянной изоляции.

Лучшие результаты были получены при покрытии электролитическим железом в электролите состава $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - 450 \text{ г/л}$, $\text{NaCl} - 250 \text{ г/л}$. Режим железнения (осталивания): температура электролита $+96^\circ\text{C}$, плотность тока 2 а/дм^2 . Осталивание по этому режиму дает плотный осадок, твердость $\text{HRC} = 45$. Слой шлифовывался при доводке до толщины 10–15 мк.

Для тарировки термопар был изготовлен резец с одной термопарой, покрытый таким же слоем электролитического металла, что и основной резец. Тарировку производили по температурам плавления олова (231°), свинца, цинка и алюминия ($660, 1^\circ\text{C}$).

Нами были опробованы два варианта термопар: искусственная и полусинтетическая. В первом случае в каждую канавку укладывали по два проводника — медный и константановый; глубину канавки пришлось увеличить до 150 мк, что несколько снизило качество покрытия. Во втором случае в канавки глубиной 70 мк укладывали по одному константановому проводу, электролитическое покрытие при этом более прочно; вторым проводником служил сам резец.

Метод полусинтетической термопары оказался более простым и надежным. Первые опыты показали, что температура на режущей кромке реза может подниматься до очень высоких значений порядка 1000°C . Условия опыта: скорость резания 30 м/сек; обрабатываемая порода — сосна, влажность — 10%; направление резания — вдоль волокон; толщина снимаемого слоя 0,2 мм; угол резания $\delta = 55^\circ$; задний угол $\alpha = 10^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. К. И. Демьяновский. Исследование износостойкости строгальных ножей, изготовленных из разных марок сталей. Автореферат, ЛТА, Л., 1954. [2]. Н. А. Зайцев. Измерение температуры на режущих кромках дисковых пил. Журн. «Деревобрабатывающая промышленность» № 4, 1968. [3]. Р. А. Лейхтлинг. Исследование нагрева дереворежущего инструмента в процессе резания. Автореферат, СТИ, Красноярск, 1967. [4]. М. В. Троицкая. Исследование стойкости деревобрабатывающих резцов, изготовленных из легированной стали, в условиях работы токарных катушечных автоматов. Автореферат, ЛТА, Л., 1954.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ПЕРВЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ СИМПОЗИУМ «ПОЛОВАЯ РЕПРОДУКЦИЯ ХВОЙНЫХ»

16—20 апреля 1973 г. в Новосибирске состоялся первый Всесоюзный симпозиум «Половая репродукция хвойных», организованный Биологическим институтом и Институтом леса и древесины СО АН СССР.

Во вступительном слове акад. А. Б. Жуков указал на большую важность исследований морфогенеза, эмбриологии, физиологии и ультраструктуры генеративных органов хвойных. В настоящее время особый интерес представляют следующие вопросы: соотношение ростовых и репродуктивных процессов, генетическая характеристика различных генотипов в популяциях хвойных, влияние экологических условий и атмосферных явлений на формирование семян, механизмы воздействия эндогенных соединений на сдвиг в системе роста — половая репродукция. Эти вопросы стали предметом обсуждения участников симпозиума. На симпозиум были приглашены ученые академических институтов СССР и союзных республик, лесных вузов страны, а также ученые ГДР, Канады, Польши, США, Финляндии и Швеции. Было представлено 78 докладов, из них 10 — иностранных ученых. Заслушано на заседаниях 23 доклада, в обсуждении докладов приняли участие 37 человек.

В докладе Л. Ф. Правдина и Л. Я. Полозовой, зачитанном по поручению авторов, дана характеристика современного состояния лесной генетики и селекции и их связи с изучением репродуктивных органов древесных пород.

С. И. Машкин, Е. М. Гуляева (ЦНИИЛГиС) рассмотрели некоторые задачи генетики хвойных. В докладе А. И. Ирошниковой (Институт леса и древесины СО АН СССР) показана экологическая и генетическая стороны репродуктивного процесса хвойных. Т. П. Некрасова в обзорном докладе остановилась на исследованиях морфогенеза и эмбриологии хвойных в СССР.

Вопросы строения, ультраструктуры и эмбриологии хвойных были освещены в докладах Д. Н. Оуэнса (Канада), Г. М. Козубова (Институт леса Карельского филиала АН СССР), М. Шимака (Швеция), В. Коски (Финляндия). Интересные материалы об эндогенных регуляторах развития микро- и макростробилов хвойных были приведены в докладах Е. Г. Мининой и Н. А. Ларноновой (Институт леса и древесины СО АН СССР). Немецкие ученые Кубиц и Айфлер доложили результаты изучения экзогенного воздействия фитогормонов на плодоношение сосны. Некоторые итоги в изучении питания генеративных органов даны в докладе Т. П. Некрасовой, указавшей на слабую изученность физиологии репродуктивных органов хвойных.

В докладе И. Н. Чеботарева (Государственный комитет лесного хозяйства Совета Министров СССР) дана характеристика и определены задачи качественного улучшения семеноводства на научной основе. Результаты исследования семеношения на прививочных плантациях сосны в Эстонской ССР приведены в докладе Э. И. Пихельгаса (Эстонская сельскохозяйственная академия). По его данным, цветение привоев на восьмой год после прививки достигло 80—90%. Однако, обильное семеношение повторялось через год и не у всех клонов. А. Данберг (Швеция) показал, что стимулируя цветение фитогинонами, можно добиться положительных результатов только при умеренном и осторожном применении стимуляторов, так как лишь при оптимальной интенсивности цветения возможны устойчивые урожаи семян на прививочных плантациях в течение длительного времени. Е. П. Проказин (ВНИИЛМ) также считает, что получение устойчивых урожаев семян на плантациях, созданных прививкой черенков с физиологически зрелых деревьев, особенно ели и пихты, затруднено вследствие омоложения привоев.

В заключительном слове председателя оргкомитета проф. Т. П. Некрасовой отмечены положительные стороны изучения репродуктивной деятельности хвойных в СССР и за рубежом (симпозиумы 1969 г. в Англии и 1970 г. в Финляндии). В принятой резолюции была подчеркнута необходимость расширения исследований физиологии репродуктивных органов, а также изучения механизмов действия эндогенных и экзогенных фитогормонов на рост, цветение и семеношение хвойных.

Четкая организация симпозиума позволила его участникам не только обсудить основные проблемы, но и ознакомиться с работой Биологического института СО АН СССР в Академгородке и побывать на экскурсии в сибирской тайге.

Первый Всесоюзный симпозиум явился важным этапом в объединении усилий ученых различных специальностей для решения сложной проблемы — половой репродукции хвойных. Материалы симпозиума опубликованы сибирским отделением издательства «Наука».

П. Ф. Совершаев

Архангельский лесотехнический институт.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ПОСОБИЕ ПО ЛЕСОВОДСТВУ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ ВУЗОВ*

Факультеты повышения квалификации преподавателей лесных вузов выполняют большую полезную работу по ознакомлению их с новейшими достижениями науки. Однако устных лекций еще недостаточно, поскольку далеко не все преподаватели и тем более инженеры-производственники имеют возможность их прослушать. Поэтому следует приветствовать публикацию подобных лекций, что делает их общедоступными. Это полностью относится и к рецензируемому курсу лекций по лесоведению и лесоводству, прочитанных и затем подготовленных к изданию крупным ученым-лесоводом, акад. ВАСХНИЛ, заслуженным деятелем науки РСФСР, профессором, доктором сельскохозяйственных наук И. С. Мелеховым.

На 176 страницах книги отражен широкий круг вопросов, представляющих интерес для преподавателей лесохозяйственных факультетов и других работников лесной специальности.

В главе «Значение леса вчера, сегодня, завтра» автор приводит важные материалы о мировых лесных ресурсах, о важнейших продуктах и защитных (в широком смысле слова) свойствах леса, о его комплексном использовании. Он формулирует проблему «Лес и человек», подчеркивает необходимость «полноценного многостороннего пользования лесом и его благами», а это в значительной степени связано с обязательным изменением самой психологии человека, ликвидацией старого потребительского отношения к лесу.

Говоря во второй главе о проблемах современного лесоведения и лесоводства, автор подходит к ним с исторической точки зрения, показывая пути будущего развития лесоводства, внедрение в лесное хозяйство генетико-селекционных и экономических методов. Автор предостерегает от ошибок в лесном хозяйстве, ибо их трудно своевременно заметить и еще труднее исправить. Поэтому практическое лесоводство должно развиваться на базе лесоведения, опирающегося на биосоциотическую теорию В. Н. Сукачева.

Кратко рассмотрев вопрос «Экологии леса», которая в дальнейшем прогрессе лесного хозяйства будет играть видную роль, И. С. Мелехов в главе «Географические аспекты лесоведения и лесоводства» показывает с географической точки зрения такие проблемы, как возобновление леса, смена пород, происхождение семян, искусственное лесоразведение, формирование древесины, лесные пожары, и вносит некоторые предложения по районированию мероприятий по возобновлению и разведению леса.

Далее, в двух главах книги, отличающихся ясностью и конструктивностью содержащихся в них положений, изложены «Динамическая типология леса» и «Типология вырубок».

Глава VII посвящена путям применения рубок главного пользования в различных районах СССР. Она заслуживает самого серьезного внимания.

Интересна и последняя глава «Международная арена лесной науки», в которой автор знакомит читателей с международными мероприятиями в области лесного хозяйства.

Книга заслуживает того, чтобы стать настольной для каждого лесоведа. К сожалению, ее малый тираж делает это невозможным. Следует пожелать на будущее при определении тиража лучше учитывать круг заинтересованных читателей, которыми в данном случае являются преподаватели вузов, техникумов и лесных школ, научные работники отраслевых институтов лесного хозяйства и инженеры-производственники. Надо отметить невысокий уровень полиграфического исполнения книги, в частности, низкое качество клише.

П. И. Войчалъ
Архангельск

А. А. Листов

Институт биологии Коми филиала АН СССР.

* И. С. Мелехов. Лесоведение и лесоводство. Лекции на факультете повышения квалификации преподавателей лесотехнических вузов, изд. 2, МВНССО СССР, МЛТИ, М., 1972.

СОДЕРЖАНИЕ

Т. А. Гурьев. Новые задачи высшей школы	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

А. П. Звирбуль, В. М. Степанов. Динамика нитратов, подвижной фосфорной кислоты, влажности и актуальной кислотности в удобренной почве приспевающего ельника	7
Е. Н. Самошкин, Е. П. Родянков. Влияние некоторых химических мутагенов на рост семян ясеня пушистого	14
И. К. Блинцов, В. А. Ипатьев. Влияние осушения лесных торфяных почв на анатомическое строение древесины сосны	16
П. П. Роговой. Способы применения люпина для более успешного выращивания молодняков сосны	19
П. А. Соколов. Рост и самоизреживание порослевых липняков Башкирии	23
С. Х. Гизатуллин. Сохранность и рост дубовых молодняков различной густоты на юге Одесской области	25
П. И. Войчал. Индивидуальные объемы маломерных сосенок	29
Н. Ю. Кондрашева. Сравнительная способность к пролиферации клеток смоляных ходов ветвей и заболони ствола сосны обыкновенной в культуре ткани	31
Б. П. Соловьев. Густота древостоев разных пород как показатель светотребовательности деревьев	33

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. Д. Коньшев. Анализ некоторых результатов исследования теплового состояния газового тракторного двигателя	38
В. И. Варава, С. А. Помогаев, И. В. Филькевич. К вопросу об определении параметров продольных амортизаторов для агрегатных лесосечных машин	42
Л. В. Коротяев. Влияние направления сдвигающей силы на сопротивление сдвигу деревьев и хлыстов при трелевке	47
Ф. Куанг. Укрепление лесных суглинков известью с добавкой древесной смолы	55
А. А. Дебердеев. О попадании деревьев в заданные габариты агрегатной машины при повале	57
Б. А. Белоусов. Оценка точности определения основного сопротивления движению подвижного состава методом скатывания	63
А. А. Фаденков. Образование колес и проходимость лесовозных тягачей при многократных проходах	70

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Е. Кондрашкин. О влиянии точности размеров прокладок в лесопильной раме на точность размеров пиломатериалов	75
Т. М. Шкиря. Расчет динамических нагрузений цепного древокольного станка с учетом упругости ременной передачи	79
Е. М. Боровиков, А. С. Поздеев. Влияние прифуговки зубьев рамных пил на силу резания	82
М. В. Жестяных, М. М. Блитштейн, И. Г. Назаренко, В. А. Овчинников. К расчету величин зарядов статического электричества на шлифовальной ленте	86
Л. С. Глухих. Расчет усадочных внутренних напряжений в клеевом шве	89
И. М. Меркушев. Вектографический метод исследования циркуляции воздуха в лесосушильных камерах	96
И. С. Винтонив. Влияние условий роста явора на акустические свойства его древесины	103
В. А. Успенский, А. И. Иевлев, В. М. Максимов. Исследование продольной устойчивости пильных цепей	105

А. М. Сингуринди. О внутренних деформациях и напряжениях, возникающих в древеснослоистых пластиках при прессовании

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Ф. А. Медников, И. В. Хухча, Е. В. Ушкова, Г. С. Барынкина, А. А. Попов.</i> О смолистости свежего кедрового осмола в сырьевой базе Ново-Михайловского канифольно-экстракционного завода	114
<i>В. Б. Некрасова, С. И. Шайбурова, Э. И. Ларина, А. Л. Агранат, В. В. Петропавловская.</i> Способы получения осветленного фитостерина	117
<i>В. В. Панов.</i> Исследование карбамидных смол ультразвуковым методом	122
<i>В. В. Некрасов.</i> Определение удельного объема лигнина в диоксане	126
<i>Ю. П. Клюев, А. И. Ламоткин, Л. П. Буксова.</i> Каталитические превращения дипентена под действием безводного хлорного железа	129
<i>В. И. Черный, З. А. Ермоленко, Д. С. Добровольский, Р. З. Пен.</i> Бисульфитная полуцеллюлоза. Влияние условий бисульфитной варки на выход и свойства полуцеллюлозы из дровяной березовой древесины	133

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

<i>Б. А. Васильев.</i> Условия эффективного применения кранов и погрузчиков на нижних складах	137
<i>П. Д. Тимошенко, А. А. Шарипов.</i> Влияние усилия механизма смыкания челюстей на эксплуатационные показатели грейфера	140

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Л. Б. Иванов, А. Б. Петров.</i> Проблемы совершенствования управления в лесной и деревообрабатывающей промышленности	144
<i>Е. С. Романов, Т. И. Новгородова.</i> Динамика жилого фонда леспромхозов и ее взаимосвязи с объемами производства	147
<i>Н. А. Бурдин, М. Ю. Гедымин.</i> О социально-экономической эффективности новой техники	153
<i>М. К. Антоненков.</i> Новый метод расчета роста экономической эффективности промышленного производства	156

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Е. С. Чавчавадзе.</i> Классификация сердцевинных лучей вторичной древесины хвойных	160
<i>Е. Г. Матюхина, А. А. Рожков.</i> Состояние градобойных насаждений под Свердловском	162
<i>Н. В. Подзоров.</i> Влияние задымления атмосферного воздуха на прирост сосны по диаметру	164
<i>И. Я. Казанцев, В. А. Маслов, Л. А. Кантемирова.</i> Возможности выращивания гибридных тополей и использования их в целлюлозно-бумажной промышленности на Нижней Волге	166
<i>А. И. Барабин.</i> Лесотаксационные факторы семеношения ели	169
<i>Н. Н. Буторин.</i> Число ремней в клиноременной передаче механизма резания лесопильной рамы	171
<i>А. В. Моисеев, Л. М. Двоскин.</i> Резец для измерения температур при обработке древесины	172

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>П. Ф. Совершаев.</i> Первый всесоюзный симпозиум «Половая репродукция хвойных»	174
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>П. И. Войчал, А. А. Листов.</i> Пособие по лесоводству для повышения квалификации преподавателей лесных вузов	175
--	-----

ПОРЯДОК ДЕПОНИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

Депонирование статей осуществляется по решению редакционной коллегии журнала в соответствии с рекомендацией рецензента. Статья направляется на депонирование с согласия ее автора (авторов).

Депонированные статьи являются научными публикациями и учитываются при защите диссертаций в полном объеме.

Для депонирования статьи в редакцию должны быть представлены следующие материалы:

- а) рукопись статьи (3 экз.);
- б) краткое содержание статьи (2 экз.);
- в) аннотация статьи (2 экз.).

При оформлении статьи следует соблюдать следующие правила.

Статьи представляются в редакцию журнала в мягких папках, окончательно отработанные авторами и готовые для немедленного размножения способами беззаборной печати.

Текст рукописи печатается на машинке с яркой черной лентой через полтора или два интервала на одной стороне стандартного листа бумаги формата 21×30 см на белой односортовой писчей бумаге.

Рукопись должна включать:

- а) титульный лист (4 экз.), б) основной текст, в) иллюстрации (если они есть), г) приложения (если они есть), д) библиографию.

В рукописи все страницы (включая приложения) должны быть пронумерованы (первой страницей считается титульный лист, на ней цифра «1» не ставится, на следующей странице ставится цифра «2» и т. д.). Порядковый номер печатается на машинке в середине верхнего поля страницы.

Страницы рукописи должны иметь четыре поля; верхнее и оба боковых должны иметь по 25 мм, нижнее — 30 мм.

Рисунки (чертежи, схемы, графики) должны быть включены в текст, если же это нежелательно, их следует наклеивать (можно по два-три рисунка) на отдельные листы бумаги и давать приложением. Надписи на приложениях следует делать с лицевой стороны.

Текст и другие отпечатанные и описанные элементы рукописи по насыщенности должны быть черными, контуры букв и знаков — четкими, без ореола и расплывающейся краски.

Насыщенность букв и знаков должна быть равной в пределах строки, страницы и всей рукописи. Штриховые рисунки должны быть выполнены черной тушью на белой бумаге или на кальке с голубым оттенком.

Тоновые фотографии следует выполнять на глянцевой фотобумаге, сдавать в отретушированном виде и только приложением.

Формулы должны быть вписаны в текст тщательно и разборчиво обязательно черными чернилами или тушью (не шариковой ручкой). Особенно четко в формулах должны быть обозначены прописные и строчные буквы,

а также надстрочные индексы. Размеры знаков для формул рекомендуются следующие: прописные буквы и цифры 7—8 мм, строчные — 4 мм, показатели степени, индексы — не менее 2 мм.

Текст на иностранных языках может быть или напечатан или целиком написан от руки (примесь частично напечатанных на пишущей машинке отдельных букв или цифр не допускается).

Первый экземпляр рукописи, рисунки, фотографии должны быть без пометок, карандашных и чернильных исправлений, пятен, трещин, загибов. Набивки букв на букву, дорисовка букв чернилами не разрешается. Если допущена ошибка, слово должно быть перепечатано и вклеено.

Указанное в пункте «б» краткое содержание статьи публикуется в журнале. При оформлении краткого содержания следует руководствоваться правилами, принятыми для подготовки рукописей, издаваемых наборной печатью. Краткое содержание статьи присылается в 2 экз. Объем не должен превышать 2 страниц машинописного текста, в отдельных случаях можно включать рисунок, таблицу, основные формулы и т. п.

Указанная в пункте «в» аннотация представляется в 2 экз., подписанная авторами (объем не более одной страницы, напечатанной через два интервала). Аннотации должно предшествовать библиографическое описание материала статьи по следующему образцу: УДК (указать).

Некоторые вопросы развития тепловых электрических станций. Иванов И. И. «Изв. вузов — Энергетика», 1972, № .

Полный текст статьи направляется на депонирование в ВИНТИ. ВИНТИ.

В целях информации научных учреждений и отдельных лиц о поступивших на депонирование и размножение рукописях работ по точным, естественным и техническим наукам ВИНТИ выпускает аннотированный каталог.

В каталоге сообщается номер, под которым хранится рукопись в ВИНТИ, фамилия автора, название труда (рукописи), наименование учреждения, представившего труд, объем и другие библиографические данные, а также краткая аннотация научной работы.

Заказы на изготовление копий с депонированных рукописей по точным, естественным и техническим наукам направляются в Отдел справочной информации ВИНТИ, Москва, А-219, Балтийская ул., 14. Заказы отдельных лиц выполняются после предварительной оплаты стоимости заказа почтовым переводом или наличными деньгами в комбинате (г. Люберцы, Московской обл., Октябрьский просп., 403).

Срок выполнения заказов — 15 дней.

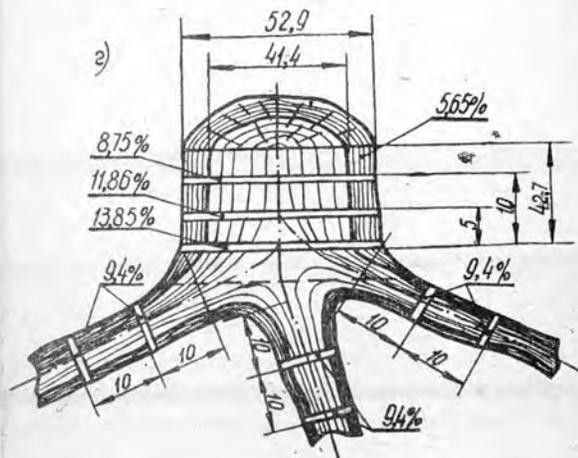
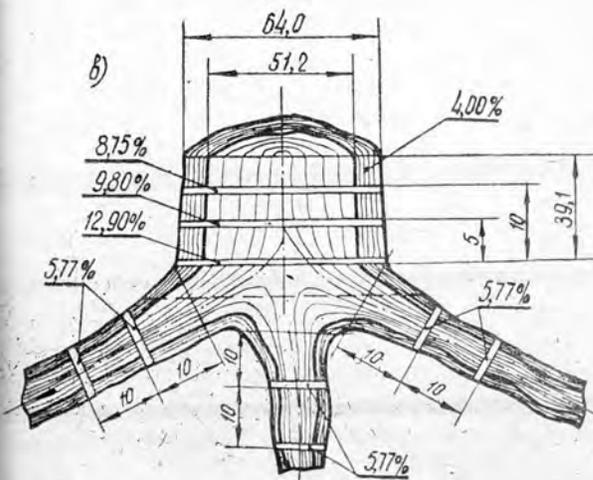
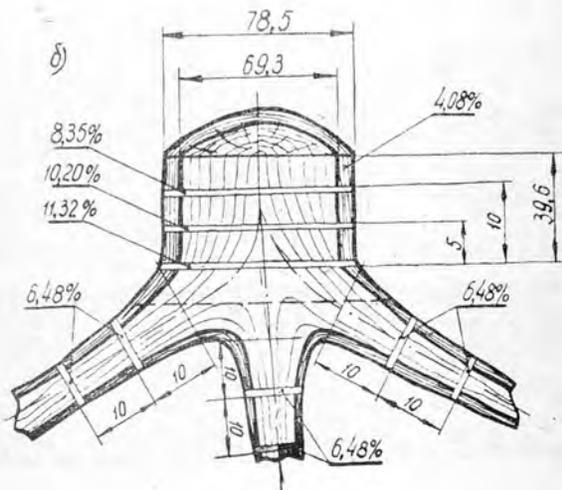
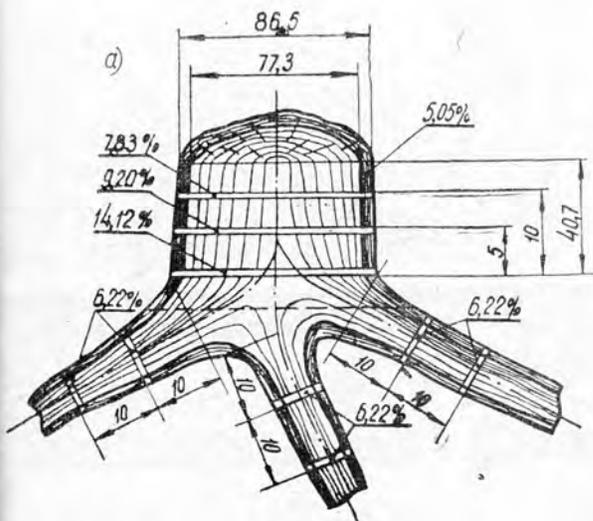


Рис. 2.

а — I группа, среднее содержание заболони 18,6%; б — II группа, 25,3%; в — III группа, 34,7%; г — IV группа, 43,6%.

Расстояние от источника задымления, м	Охвоенные кроны, %	Изменение прироста по диаметру, см, по пятилетиям																									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
Насаждения 95—130 лет																											
300—1900	До 25	1,5	2,9	3,9	6,4	6,7	7,3	8,8	10,1	11,5	12,3	13,9	15,6	17,1	19,8	21,1	21,9	22,3	22,5	22,6	22,7	—	—	—	—	—	—
	25—50	1,7	3,3	4,1	4,6	5,3	7,2	8,4	9,5	10,8	11,1	12,4	13,2	14,8	15,8	16,7	17,3	19,2	20,2	21,8	22,1	22,7	—	23,1	23,6	—	—
	50—75	1,8	3,2	3,9	4,5	5,8	7,1	8,6	10,1	11,2	12,3	13,1	14,9	15,9	17,1	18,6	19,8	20,4	20,8	21,2	—	—	—	—	—	—	—
	75—100	1,4	2,7	4,3	6,6	5,4	7,5	8,2	10,2	11,3	12,5	13,2	14,6	16,7	20,1	21,4	22,8	23,1	24,1	—	—	—	—	—	—	—	—
1900—2650	До 25	1,1	2,6	4,1	6,1	6,9	7,4	7,9	9,0	10,1	11,1	12,7	14,0	15,4	17,3	17,9	18,5	19,1	21,3	21,9	22,6	23,1	23,5	23,7	23,9	24,1	24,6
	25—50	1,9	3,2	4,3	5,7	6,4	7,6	8,6	9,1	9,9	10,9	11,3	13,2	13,9	15,6	16,7	18,1	18,9	20,4	21,3	22,0	22,4	22,9	23,3	23,6	—	—
	50—75	1,6	2,8	4,4	6,6	6,9	7,3	9,1	9,9	11,1	11,9	12,5	14,1	15,4	17,1	17,9	19,2	19,9	21,2	21,6	22,8	23,1	23,4	23,5	—	—	—
	75—100	2,1	3,1	4,3	5,7	6,3	7,4	8,8	9,6	11,4	12,1	13,6	14,8	15,7	17,1	18,4	19,2	19,5	19,9	21,6	22,2	—	—	—	—	—	—
2650—3850	До 25	1,6	2,9	4,1	6,5	6,9	7,3	8,5	10,0	11,3	12,4	13,9	15,6	17,1	20,1	20,9	21,6	21,9	22,4	22,8	23,4	23,8	24,2	—	—	—	—
	25—50	1,3	3,3	4,3	6,6	7,0	7,5	8,2	9,4	10,5	12,5	13,1	15,2	16,8	18,9	20,0	21,3	22,1	22,9	23,2	23,3	—	—	—	—	—	—
	50—75	1,7	3,1	3,9	5,8	6,6	7,5	8,5	9,4	11,2	12,1	13,0	14,0	15,3	16,7	17,9	18,5	19,1	20,0	21,2	21,5	21,6	21,8	—	—	—	—
	75—100	2,1	3,1	5,1	7,0	8,1	9,9	11,1	11,8	12,5	14,6	16,4	19,0	19,9	21,4	22,0	22,8	23,4	24,2	25,0	25,7	26,8	—	—	—	—	—
3850—4650	До 25	1,6	2,7	3,9	6,1	6,8	7,5	8,1	8,9	10,3	11,6	13,4	14,3	16,1	17,5	17,9	18,4	20,0	21,4	22,1	23,1	23,6	24,0	24,6	25,1	25,2	25,3
	25—50	2,1	3,4	5,1	6,7	7,1	7,8	8,9	10,5	11,6	12,6	13,9	15,8	18,4	20,4	21,2	22,0	23,1	24,1	24,9	25,3	25,7	26,1	—	—	—	—
	50—75	1,6	2,7	4,3	6,0	7,1	7,8	9,1	11,3	12,1	12,9	13,6	14,2	15,3	16,6	17,9	18,6	19,4	21,1	22,3	23,1	23,5	23,6	—	—	—	—
	75—100	1,1	2,1	3,9	6,5	7,2	7,5	9,2	10,1	11,3	12,5	13,9	16,1	18,2	20,1	21,4	22,6	23,6	24,3	24,8	25,1	25,9	26,5	27,2	27,9	—	—
Насаждения 50—70 лет																											
300—1900	До 25	1,7	3,5	5,2	6,8	7,3	7,7	9,1	11,3	12,1	12,9	13,1	13,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25—50	1,8	2,9	5,5	6,6	7,2	7,8	10,1	11,0	12,1	12,8	12,9	13,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50—75	1,6	3,2	6,2	6,9	8,1	9,4	10,1	11,2	12,9	13,8	13,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	75—100	1,5	3,3	5,9	7,1	8,0	9,2	9,9	10,1	11,7	11,9	12,5	13,6	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1900—2650	До 25	1,9	2,9	4,8	6,9	7,5	7,9	9,3	10,4	12,1	12,9	13,3	13,4	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25—50	2,1	3,2	4,7	7,2	8,6	10,1	12,0	12,8	13,4	14,1	14,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50—75	1,9	3,1	4,6	6,0	6,5	7,3	7,9	8,9	9,6	10,6	11,1	11,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	75—100	1,6	2,5	4,1	5,9	7,4	7,8	8,4	9,2	11,2	12,1	12,6	13,7	14,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2650—3850	До 25	1,7	2,8	4,9	6,3	6,9	7,5	8,1	8,9	10,0	12,0	12,5	12,8	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25—50	1,9	2,7	4,6	6,6	7,3	8,2	9,6	10,3	11,4	11,9	12,3	12,7	13,1	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50—75	1,7	3,7	5,8	7,2	8,3	9,5	10,9	11,7	12,5	13,0	13,9	14,5	15,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	75—100	1,6	3,5	5,5	7,0	8,1	9,3	10,7	11,6	12,1	12,7	13,4	14,3	15,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3850—4650	До 25	1,4	2,8	4,9	6,7	7,4	7,9	9,0	10,2	10,9	11,4	12,3	14,1	14,3	14,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25—50	1,6	2,8	5,1	6,5	7,1	7,6	8,9	10,2	10,7	11,3	12,5	13,4	13,5	13,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50—75	1,3	3,3	4,6	6,3	7,3	7,3	9,1	10,0	10,8	11,6	12,7	14,2	14,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	75—100	1,6	2,3	4,3	6,8	7,3	7,3	8,8	9,9	11,6	12,4	14,0	15,9	17,5	20,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1973 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«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».