МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДВЕНАДЦАТЫЙ

3

1969

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчаль** (зам. отв. редактора), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, проф. **Г. А. Вильке**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, проф. **И. П. Донской**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **Ф. И. Коперин**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **В. О. Самуйлло**, доц. **Г. Я. Трайтельман**, доц. **В. В. Щелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3.

(Год издания двенадцатый).

Сдан в набор 30/IV-69 г. Подписан к печати 14/VII-69 г. Форм. бум. 70×108/16. Печ. л. 15,4+8 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,17. Тираж 2000. Сл. 00188. Заказ № 1546. Цена 1 руб.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

К ДАЛЬНЕЙШЕМУ ПРОГРЕССУ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

В нашей стране все более расширяется связь науки с производством. Это полностью относится и к лесному хозяйству, перед которым КПСС и Советское правительство поставили большие задачи. В 1969 г. предусмотрено дальнейшее усиление работы по защите почв от ветровой и водной эрозии — 320 тыс. *га,* по созданию полезащитных лесных полос — 87 тыс. *га,* облесению оврагов, балок, песков и других земель, не пригодных для сельскохозяйственного использования; посадка и посев леса увеличиваются на 60 тыс. *га.* Это требует повышения уровня механизации лесохозяйственных работ, развития научных исследований и быстрейшего внедрения их результатов в производство. В этом отношении большое значение для лесоводов имеют постановления, недавно принятые ЦК КПСС и Советом Министров СССР и сессией Верховного Совета СССР.

В октябре 1968 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О мерах по дальнейшему улучшению научно-исследовательских работ в области сельского хозяйства», которое во многих пунктах тесно связано с лесным хозяйством и непосредственно отвечает содержанию научной деятельности сотрудников лесохозяйственных факультетов. В этом постановлении справедливо отмечено, что наука внесла существенный вклад в сельскохозяйственное производство, но уровень и объем исследований все еще не отвечают задачам дальнейшего развития нашего общества.

Признано необходимым, чтобы научно-исследовательские учреждения и вузы в полной мере использовали достижения мировой и отечественной науки, повысили уровень и темпы исследований и быстрее внедряли результаты своих работ и передовой опыт в производство. Это требует от работников вузов кардинального улучшения научной информации, научной организации исследовательского труда, развития творческого содружества с предприятиями.

Постановление предлагает ряду ведомств продолжить работу по рациональному размещению научных учреждений по природно-экономическим зонам, концентрации и специализации научно-исследовательских коллективов. Для вузов особенно важна задача координации исследований, что в настоящий момент еще не достигнуто.

Очень важен пункт постановления о введении во всесоюзных научно-исследовательских институтах по сельскому, водному и лесному хозяйству и в вузах должностей стажеров-исследователей. Эта мера

позволит ускорить подготовку научных работников под руководством видных ученых. Этому будет способствовать также проведение семинаров по повышению квалификации научных сотрудников, освоение новых методов исследований, новых приборов и лабораторного оборудования. Вузы должны широко использовать эти возможности.

В постановлении предусмотрено также премирование ученых, научных коллективов и их руководителей, в том числе за разработку высокопродуктивных способов ведения лесного хозяйства, а также присуждение наиболее отличившимся ученым золотых именных медалей, одна из которых — имени Г. Ф. Морозова — адресована работникам лесохозяйственной науки.

Декабрьская (1968 г.) сессия Верховного Совета СССР приняла закон «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик», который закладывает прочный фундамент рационального использования наших земельных ресурсов. Среди различных категорий земельных владений выделены земли государственного лесного фонда, предназначенного для длительного ведения лесохозяйственного производства.

Перед всеми категориями землепользователей закон ставит задачи ведения правильного хозяйства, сохранения и улучшения природных свойств почв. Это целиком отвечает духу и направлению лесного хозяйства, которое на наших глазах совершенствуется и превращается в научно поставленную и высоко рентабельную отрасль народного хозяйства.

Отвечая на эти два постановления, ученые-лесоводы и представители смежных наук, несомненно, будут трудиться еще активнее и успешнее решать важнейшие задачи, определяющие прогресс лесохозяйственной отрасли народного хозяйства СССР.

П. И. Войчаль.

(Архангельский лесотехнический институт).

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.847

ОПЫТ УЛУЧШЕНИЯ РОСТА ЕЛЬНИКА ДУБОВО-СНЫТЬЕВОГО КУЛЬТУРОЙ ЛЮПИНА

Б. Д. ЖИЛКИН, В. П. ГРИГОРЬЕВ, Л. Н. РОЖКОВ

(Белорусский технологический институт)

Всесоюзное совещание по повышению продуктивности лесов (1965 г.) отметило значительные достижения в выращивании устойчивых и продуктивных насаждений с применением культуры многолетнего люпина. Были опубликованы сведения о площадях, на которых запроектированы посевы люпина. На период с 1966 по 2015 гг. проектируются по РСФСР посевы люпина в зоне смешанных лесов на 274 тыс. *га* и в лесостепной зоне на 58 тыс. *га* (в среднем по 6,6 тыс. *га* в год). Площади под посевами многолетнего люпина в лесах БССР к 1970 г. будут доведены до 2,0—2,5 тыс. *га*. Такие большие масштабы использования этого метода требуют его рационализации.

В 1964 г. работники кафедры лесоводства Белорусского технологического института в содружестве с коллективом Ярцевского опытно-показательного лесхоза Смоленской области РСФСР впервые заложили опыт с сопутствующим посевом многолетнего люпина многолистного (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) в междурядьях еловых культур, созданных крупномерным (3-летним) посадочным материалом с механизацией технологического процесса. Тип условий местопроизрастания — влажная рамень D_3. Тип леса — ельник дубово-снытьевый Iа класса бонитета. Культуры ели произведены весной 1964 г. по раскорчеванной, сплошь вспаханной и продискованной почве посадкой трехлетних сеянцев лесопосадочной машиной СБН-1, агрегатируемой с трактором Т-40, на пяти участках с различным размещением посадочных мест (участок 1 — 1,5×1,2 *м*; 2 — 1,8×1,2 *м*; 3 — 2,0×1,2 *м*; 4 — 5×5 *м*; 5 — 1,5×0,7 *м*). Опыт заложен с трехкратной повторностью. Уход за культурами (рыхление почвы и удаление сорняков) в первый год проводили два раза. В сентябре 1967 г. были учтены выживаемость и рост культур, определены диаметры на половине высоты, средние высоты за последние три года и размеры крон. Замеры производили на 42 секциях по 200 деревьев в каждой.

Выживаемость культур ели. Из табл. 1 видно, что культуры в целом хорошо прижились. На контрольных секциях выживаемость составляет от 90,2 до 95,1%, на секциях с люпином она несколько ниже: от 74,3 до 96,3%.

Таблица 1

Варианты	Выживаемость ели, %, на участках			
	1	2	3	5
Контроль	90,2	92,2	95,1	91,3
1-рядный посев люпина	95,1	92,0	94,4	79,9
2-рядный „ „ . .	96,3	93,5	94,2	74,3
3-рядный „ „ . .	—	84,6	95,5	—

Дисперсионный анализ средних значений показал с вероятностью выше 99,9%, что в отдельных случаях культура люпина дает как повышение, так и понижение выживаемости ели по сравнению с контролем. Густота посадки ели существенного влияния не оказывала.

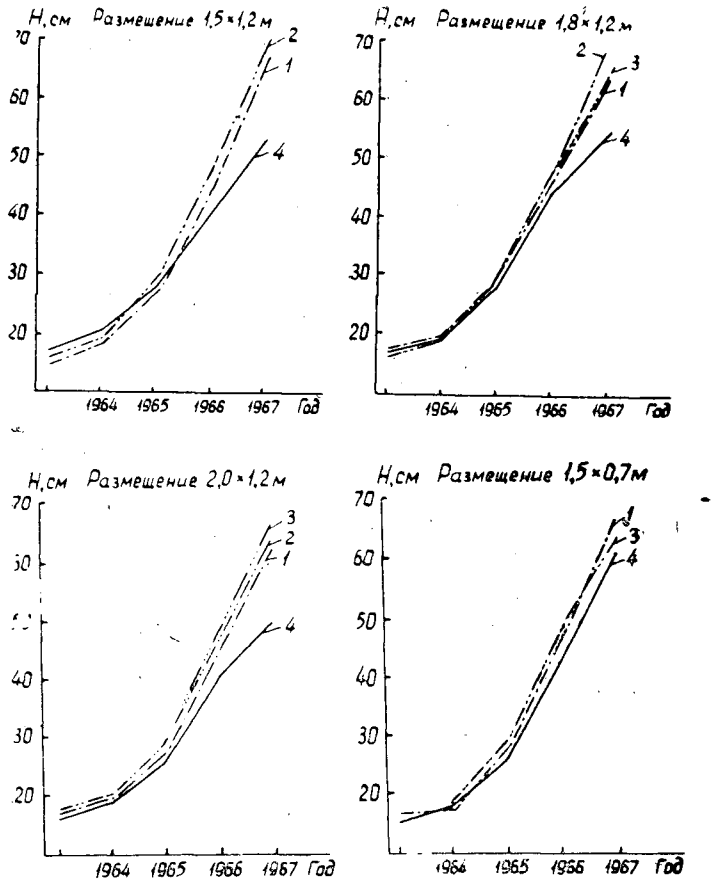


Рис. 1.

1 — однорядный посев люпина; *2* — двухрядный; *3* — трехрядный; *4* — контроль.

Рост ели в высоту показан на графике (рис. 1), из которого видно, что первые два года ель с люпином росла то лучше, то хуже, чем в контроле, но уже на третий год на первых трех опытных участках наблюдается значительное увеличение темпов роста культур в высоту в вариантах с люпином.

Выживаемость ели (средняя из трех повторностей) по вариантам культур характеризуется данными табл. 1.

В табл. 2 приведены показатели достоверности влияния размещения посадочных мест ели и междурядного посева люпина на прирост ели в высоту за 1967 г.

Таблица 2

Показатели достоверности	Влияние	
	размещения	посева люпина
$F_{факт}$	1,16	13,67
F_5	3,01	3,40
F_1	4,72	5,61
F_{01}	7,55	9,34

По состоянию роста культур на осень 1967 г. можно с вероятностью 99,9% судить о существенном влиянии 4-летнего действия люпина на рост ели по высоте. Культуры ели на секциях с люпином имеют высоты на 2,2—33,3% выше, чем в контроле. Влияния густоты посадки на рост культур пока не наблюдается.

Выполненный нами дисперсионный анализ показал, что густота посева люпина (число его рядов в междурядьях) существенно не влияет на рост ели в высоту, хотя средние показатели высот в отдельных вариантах выше при 2-рядных посевах люпина по сравнению с 1-рядными и 3-рядными.

Диаметр ели на половине высоты (средний из трех повторностей) по вариантам культур показан в табл. 3.

Таблица 3

Варианты	Диаметр ели, *мм*, на участках			
	1	2	3	5
Контроль	6,6	7,0	6,5	7,4
1-рядный посев люпина	7,2	7,2	7,0	6,8
2-рядный » » . .	7,6	7,8	7,2	6,1
3-рядный » » . .	—	7,0	7,4	—

На первых трех участках диаметр на секциях с люпином составляет 102,9—115,2% от контроля. На участке с размещением 1,5 × 0,7 *м* в контроле диаметр выше, чем на секциях с люпином.

Запас стволовой древесины определяли с использованием средних высот, средних площадей сечений на половине высоты и численности деревьев на соответствующих секциях. Влияние люпина на запас стволовой древесины показано в табл. 4, из которой видно, что на первых трех участках запас на секциях с люпином на 19,4—60,5% выше, чем на соответствующих контрольных.

Таблица 4

Варианты	Запас древесины, $м^3$ на 1 *га*, на участках			
	1	2	3	5
Контроль	0,43	0,36	0,28	0,98
1-рядный посев люпина	0,55	0,46	0,37	0,70
2-рядный » » . .	0,69	0,56	0,43	0,49
3-рядный » » . .	—	0,43	0,44	—

На участке 5 снова наблюдается резкое отклонение, причины которого еще не выяснены.

Дисперсионный анализ запасов показал, что на участках 2 и 3 во всех вариантах люпин влияет существенно на запас стволовой древесины культур ели ($F_{факт} = 4{,}52$ при $F_5 = 3{,}13$). Густота посева люпина на запасе не отражается.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что уже на 3—4-й год сопутствующая междурядная культура многолетнего люпина многолистного при создании культур ели крупномерным (3—4-летним) посадочным материалом оказывает достоверное влияние на прибавку прироста ели в высоту и запаса стволовой древесины.

Поступила 9 июля 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 631.842.4

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ АЗОТА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА РОСТ СУХИХ СОСНЯКОВ ЗОНЫ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ

А. П. СЛЯДНЕВ

(Брянский технологический институт)

Повышение энергии роста и продуктивности сосняков, произрастающих на бедных сухих песчаных почвах в зоне смешанных лесов,— одна из наиболее сложных задач. В этих условиях формируются сосновые насаждения III, IV и даже V классов бонитета.

По нашим исследованиям, проведенным в учебно-опытном лесхозе Брянского технологического института, в 20-сантиметровом слое почвы под сухими сосняками содержится обменного фосфора около 110 *кг/га,* калия 99—165 *кг/га* и гумуса 8,3—12,9 *т/га;* в почвах свежих сосняков соответственно 970, 330 и 13,6—28,8. Очевидно, с переходом от свежих сосняков к сухим, наряду с ухудшением обеспеченности растений доступной водой, значительно осложняется и их азотное питание. Следовательно, такие сосняки находятся в состоянии крайнего антибиоэкоса *.

Ограниченность запасов воды в корнеобитаемом слое почвы препятствует применению разнообразных приемов фитомелиорации (введению люпина, подлесочных пород, примеси лиственных). В связи с этим определенный интерес представляет изучение эффективности применения минеральных удобрений. Проведенные в нашей стране исследования позволяют сделать заключение о перспективности данного способа ухода за лесными насаждениями, однако в этом вопросе еще многое неясно. Важно установить наилучшие формы, сочетания и дозы минеральных удобрений для разных возрастных групп насаждений различных типов леса. Такая работа только развертывается. В связи с характером изменений возрастной структуры насаждений юга и центра страны, а также установленными особенностями круговорота веществ в них, по нашему мнению, важно изучить эффективность применения минеральных удобрений в жердняковой фазе.

Приводим результаты опыта по применению разных доз аммиачной селитры в сухих сосновых культурах учебно-опытного лесничества Брянского технологического института. Опыт был заложен в 30-летних широкорядных культурах сосны. Местоположение участков культур повышенное. Почва песчаная слабоподзолистая на флювиогляциальных песках. В покрове преобладают вереск, вейник наземный, розга золотая, овсяница овечья, сон-трава, ястребинка волосистая, мох Шребера, дикранум, лишайник и др. Количество внесенной аммиачной селитры в перерасчете на действующее вещество колебалось от 39,4 до 158 *кг/га.* Интенсивность низового прореживания — 3,67—15,63%.

Учет результатов опыта в 1967 г. показал, что в высокополнотных сосняках аммиачный азот в дозе 39—158 *кг/га* обусловил увеличение прироста по сумме площадей сечений на 13—31% по сравнению с контрольным, а на слабо прореженных секциях он практически оказался

* В. Г. Нестеров. Вопросы современного лесоводства. Государственное изд-во сельскохозяйственной литературы, М., 1961.

Таблица 1

№ секции	Интенсивность изреживания, % / Доза удобрения кг на 1 га	Полнота до ухода	Полнота после ухода	Прирост по сумме площадей сечений, $м^2$	Прирост по сумме площадей сечений, % к G_{1964}	Прирост по сумме площадей сечений, % к $Z_{G\ 4секц}$	Прирост по среднему диаметру, см	Прирост по среднему диаметру, % к D_{1964}	Прирост по среднему диаметру, % к $Z_{D\ 4секц}$
2—4	3,67	1,10	1,06	2,71	13,14	100,00	0,5	5,38	100,00
2—5	12,44	0,97	0,85	2,76	16,55	101,84	0,8	8,70	160,00
1—22	12,58	0,94	0,83	2,67	16,48	98,52	0,8	8,25	160,00
2—6	11,13 / 39,4	1,05	0,94	3,07	16,71	113,28	0,8	7,92	160,00
1—15	11,65 / 49,5	0,96	0,85	3,15	19,70	116,24	0,9	10,20	180,00
1—18	12,83 / 76,0	0,95	0,83	3,30	20,33	121,77	0,9	9,57	180,00
1—13	11,97 / 114,0	0,99	0,88	3,55	20,71	131,00	1,0	10,51	200,00
1—14	15,63 / 115,0	1,07	0,91	3,21	18,07	118,45	0,9	9,10	180,00
1—6	12,96 / 158,0	1,03	0,90	3,07	16,71	113,28	0,8	7,92	160,00
1—5	11,38 / 158,0	0,90	0,79	3,02	19,40	111,44	0,9	9,10	180,00

на уровне последнего (табл. 1). Процент прироста с 13,14 на абсолютном контроле и с 16,55—19,18 на прореженных секциях под влиянием комплексного ухода увеличился до 16,71—20,71.

Приведенные в таблице материалы позволяют в первом приближении судить о целесообразной норме азота минерального удобрения. В высокополнотных сосняках жердняковой фазы при увеличении азота аммиачной селитры с 39,4 до 114 *кг/га* наблюдается закономерное повышение абсолютных и относительных показателей роста, а при увеличении до 158 *кг/га* обнаруживается уже определенная тенденция к снижению роста по сравнению с теми участками, где было внесено 76—114 *кг/га* азота.

Такое влияние разных доз минерального азота подтверждается и данными, характеризующими изменение общих и дополнительных приростов по запасу (табл. 2), которые оказались наибольшими на секции 18, где было внесено 76 *кг/га* азота. Важно отметить, что при

Таблица 2

№ секции	Доза удобрения, кг/га	Полнота	Прирост по запасу, $м^3/га$ в 1964 г.	Прирост по запасу, $м^3/га$ в 1967 г.	Дополнительный прирост по запасу, $м^3$	Дополнительный прирост по запасу, % к $Z_{M_{1964}}$	Дополнительный прирост по запасу, % к $\Delta Z_{22секц}$
22	—	0,83	3,50	4,88	1,38	39,4	100,00
1—15	49,5	0,85	4,00	7,74	3,74	93,5	271,00
1—18	76	0,83	5,21	10,56	5,35	102,7	387,7
1—13	114	0,88	4,70	8,29	3,59	76,4	260,1
1—14	114	0,91	4,83	8,84	4,01	83,0	290,6
1—5	158	0,79	4,08	6,61	2,53	62,0	183,3
1—6	158	0,90	3,97	8,29	4,32	108,8	313,0

дозе 158 *кг/га* наибольшим дополнительный прирост был на менее прореженной шестой секции, а наименьшим — на пятой более прореженной секции, что, как увидим ниже, связано не только с уменьшением в последнем случае носителей прироста, но и с относительным ухудшением условий роста для мелких и средних деревьев. Это подтверждают материалы, иллюстрирующие динамику текущего прироста по диаметрам у деревьев разных ступеней толщины. Для выяснения характера изменения ширины годичных колец мы использовали данные измерения их (с помощью лупы 10-кратного увеличения) на цилиндриках, высверленных на высоте груди приростным буравом у 35 деревьев разных ступеней на каждой секции. Выравнивание этих данных произведено по способу наименьших квадратов по уравнению параболы второго порядка и графоаналитическим методом.

В 1964 г. удобрение было внесено в середине лета, когда основная часть годичного кольца сформировалась, и поэтому оно не могло оказать заметного влияния на текущий прирост этого года.

В связи с последним относительные показатели нами были найдены путем расчета процентных соотношений, выравненных по способу наименьших квадратов показателей ширины годичных колец 1964 и 1965 гг. Сопоставление этих данных показывает, что у деревьев всех секций, включая и контрольную, текущий прирост по диаметру в 1965 г. был выше, чем в 1964 г. (табл. 3). Объясняется это благоприятными метеорологическими условиями вегетационного периода данного года. В мае — июле этого года выпало 321,0 *мм* осадков, а в 1964 г. за эти же месяцы только 165,6 *мм;* среднемесячная температура в первом случае колебалась от 10,6 до 16,9, а во втором — от 16,8 до 19,8°.

Таблица 3

№ секций	Полнота	Доза удобрения, *кг* на 1 *га*	Ширина колец 1965 г., % к ширине колец 1964 г. по ступеням толщины, *см*						
			9	10	11	12	13	14	15
22	0,83	—	155	155	155	156	160	161	163
4	1,06	—	129	132	132	132	127	121	115
15	0,85	49,5	169	169	174	175	176	177	—
18	0,83	76,0	169	166	162	160	160	162	165
18	0,88	114,0	171	161	159	165	174	190	210
14	0,91	114,0	195	204	200	184	177	163	151
6	0,90	158,0	216	221	220	220	216	212	208
5	0,79	158,0	187	193	196	200	202	203	206

Вместе с этим более значительное увеличение ширины колец наблюдалось на удобренных секциях. Так, у деревьев толщиной 9—14 *см* ширина колец 1965 г. на контрольной секции 22 составила 155—161% к ширине колец 1964 г., а на опытных секциях при минимальной дозе азота 169—177% и при максимальной 208—216%.

Таким образом, текущий прирост в толщину у средних и относительно крупных деревьев повышается тем сильнее, чем больше доза азотного удобрения. Однако при сочетании сильного низового прореживания с высокой дозой удобрения эти относительные показатели оказались несколько ниже, чем при такой же дозе в более густом насаждении. Характерно, что различия в относительных показателях для деревьев этих секций возрастают с уменьшением их толщины. Так, у деревьев толщиной 14—15 *см* на шестой секции ширина колец 1965 г. по сравнению с шириной колец 1964 г. составила 208—221%, у деревьев толщиной 9—10 *см* — 216—221%, а на пятой соответственно 203—206% и 187—193%.

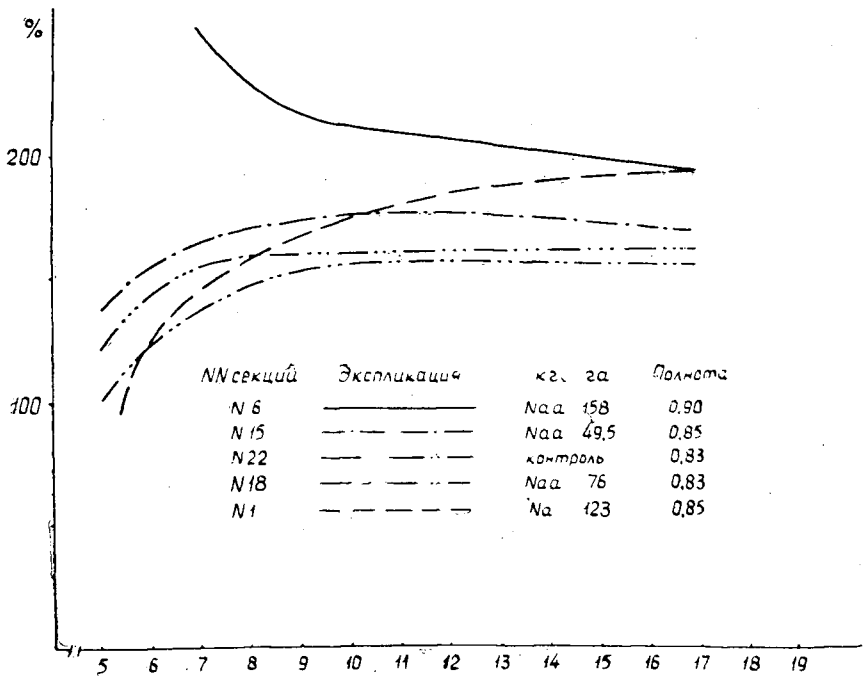


Рис. 1. Относительное изменение ширины годичных колец в 1965 г. (% к 1964 г.) на пробе № 1, квартал 5.

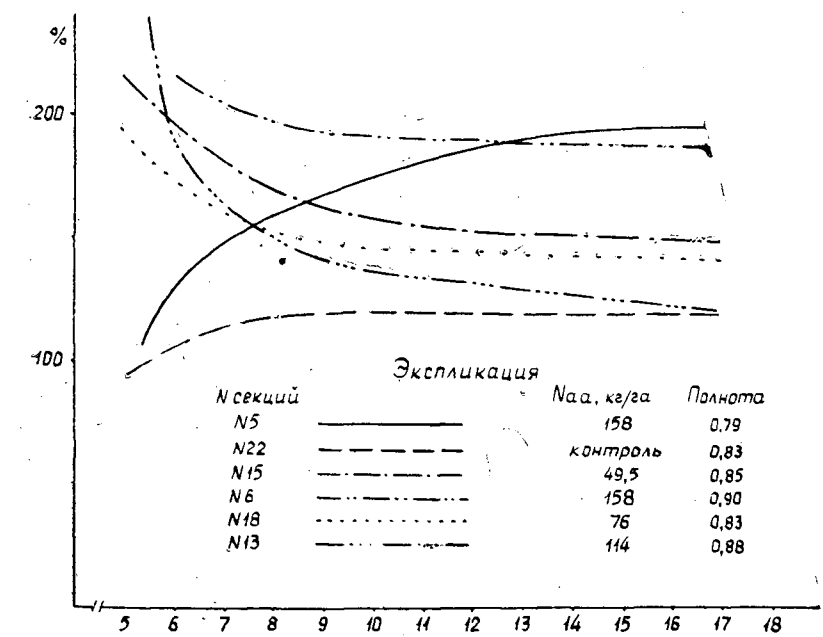


Рис. 2. Относительное изменение ширины годичных колец в 1966 г. (% к 1964 г.) на пробе № 1, квартал 5.

Положительное влияние азотных удобрений показывают и результаты графоаналитического выравнивания. По этим данным у деревьев

всех категорий крупности пяти опытных секций ширина колец 1965 и 1966 гг. оказывается относительно больше, чем на контроле (рис. 1 и 2). Наиболее существенные изменения в росте крупных деревьев наблюдаются под влиянием наибольшей в данном опыте дозы удобрения.

Рост мелких деревьев толщиной 5—8 *см* заметно усиливался уже под влиянием 50—80 *кг/га* азота. Большие дозы удобрения сказывались по-разному на росте деревьев этой категории в 1965—1966 гг. На пятой секции энергия их роста была значительно ниже, чем на шестой. Можно было бы предполагать, что улучшение освещенности крон мелких деревьев, полученное в результате несколько более сильного изреживания древостоя, в сочетании с азотным удобрением должны создать лучшие условия для роста таких деревьев. Однако, как согласованно показывают материалы выравнивания по способу наименьших квадратов и графоаналитического выравнивания данных для двух лет, этого достигнуто не было.

Предположительно это может быть объяснено так. При более сильном низовом прореживании в рядах сосны, имеющих направление с запада на восток, усиливается прогревание верхнего горизонта почвы, что обусловливает более заметные колебания его влажности даже в годы с достаточным количеством осадков. Поэтому маломощные корневые системы мелких деревьев, большей частью приуроченные к этому горизонту, чаще оказываются под неблагоприятным воздействием гидротермических условий.

Таблица 4

№ секций	Доза удобрения, *кг* на 1 *га*	Полнота	Год	Средняя ширина колец, *мм*	Основные отклонения	Коэффициент вариации, %	Точность, %	Достоверность различий по сравнению с контрольной секцией
22	Контроль	0,83	1964	0,83 ± 0,041	0,213 ± 0,029	25,62	4,92	—
			1965	1,35 ± 0,086	0,451 ± 0,061	33,39	6,40	
15	45,5	0,85	1964	0,84 ± 0,069	0,378 ± 0,049	45,00	8,22	0,1
			1965	1,43 ± 0,116	0,636 ± 0,082	44,50	8,12	0,5
18	76	0,83	1964	0,90 ± 0,061	0,327 ± 0,043	36,30	6,73	1,0
			1965	1,79 ± 0,100	0,548 ± 0,071	30,00	5,57	3,2
13	114	0,88	1964	0,96 ± 0,059	0,324 ± 0,042	33,70	6,15	1,8
			1965	1,57 ± 1,105	0,573 ± 0,074	36,60	6,68	1,5
14	114	0,91	1964	1,01 ± 0,077	0,424 ± 0,055	39,82	7,64	2,0
			1965	1,80 ± 0,188	0,651 ± 0,084	36,20	10,42	2,1
5	158	0,79	1964	0,95 ± 0,071	0,394 ± 0,071	41,40	7,51	1,4
			1965	1,78 ± 0,126	0,689 ± 0,084	38,70	7,06	2,7
6	158	0,90	1964	0,74 ± 0,060	0,327 ± 0,042	44,10	8,05	1,1
			1965	1,62 ± 0,126	0,687 ± 0,089	42,40	7,74	1,7

Вариационная обработка данных о ширине годичных колец для совокупности деревьев толщиной 6—16 *см* показала, что средняя ее величина под влиянием азотного минерального удобрения во всех вариантах опыта увеличилась. Однако разница в темпе формирования годичных колец по сравнению с контрольной секцией 22 достоверна только для секции 18, где было внесено 76 *кг/га* азота (табл. 4).

Учитывая все рассмотренное, можно считать, что для сосновых жердняков на сухих почвах в зоне смешанных лесов оптимальная доза удобрения 75—100 *кг* азота аммиачной селитры на 1 *га*.

Поступила 16 июля 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 632.4 : 674.031.623.234.2

О ПОВРЕЖДЕНИИ ОСИНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ СЕРДЦЕВИННОЙ ГНИЛЬЮ

В. С. МИРОШНИКОВ, Н. И. ФЕДОРОВ

(Белорусский технологический институт)

Широкое применение древесины осины в народном хозяйстве, особенно в связи с быстрым ростом целлюлозно-бумажной промышленности и других химических производств, а также ежегодное увеличение площадей, занятых этой породой, вызывает необходимость всестороннего изучения осиновых насаждений, произрастающих на обширной территории Сибири.

Многочисленными исследованиями установлено, что наиболее опасным заболеванием осины, обесценивающим ее древесину, является сердцевинная гниль, вызываемая ложным осиновым трутовиком *Phellinus tremulae* Bond. et Boriss.

Для изучения пораженности осинников Забайкалья сердцевинной гнилью нами в Баргузинском лесхозе было заложено 18 пробных площадей в осиновых насаждениях разного возраста. Кроме проведения обычных лесотаксационных работ, на пробных площадях устанавливали по наличию плодовых тел гриба зараженность деревьев ложным осиновым трутовиком. Для определения типа гнилей и характера распространения их по стволу на каждой пробной площади срубали модельные деревья из каждой ступени толщины по методу пропорционального представительства. Модельные деревья раскряжевывали на промышленные сортименты (согласно действующим ГОСТам) и устанавливали процент потери выхода деловой древесины и зараженных стволов. Всего на пробных площадях было обследовано около 4500 стволов осины и разработано 172 модельных дерева.

Результаты исследования зараженности осинников Забайкалья сердцевинной гнилью в связи с возрастом приведены в табл. 1.

Таблица 1

Класс возраста	Количество пробных площадей	Количество обследованных деревьев, шт.	Количество деревьев с плодовыми телами, шт.	Процент зараженных деревьев	Сухостой, %
III	2	670	—	—	3,6
IV	2	463	—	—	4,9
V	4	889	—	—	4,5
VI	1	196	6	3,1	4,1
VII	3	803	68	8,5	4,9
VIII	2	491	112	22,8	6,2
IX	4	849	246	32,1	3,8

Эти данные свидетельствуют о высокой устойчивости стволов осины Забайкалья к поражению сердцевинной гнилью. Очевидно, в условиях резко континентального и сухого климата начало развития гнили относится к возрасту свыше 50 лет, сильное увеличение числа зараженных деревьев наблюдается в насаждениях VIII и IX классов возраста.

По данным наших исследований в условиях Белоруссии, а также ряда авторов для других районов европейской части СССР и Сибири

Возраст, лет	Общее число срубленных модельных деревьев, шт.	Здоровые				Поврежденные	
		$H_{ср}$, *м*	$D_{ср}$, *см*	количество деревьев		$H_{ср}$, *м*	$D_{ср}$, *см*
				шт.	%		
21—30	30	8,9	7,4	19	63,4	8,4	5,1
31—40	30	13,6	11,5	13	43,4	13,2	11,0
41—50	62	16,2	14,2	47	75,8	16,0	13,4
51—60	16	17,7	20,6	7	43,7	17,9	20,2
61—70	50	20,7	21,3	31	62,0	20,5	20,8
71—80	31	21,8	22,1	11	35,5	22,0	21,6
81—90	53	22,4	24,4	26	49,1	23,7	24,4

([1], [2], [3] и др.), известно, что сердцевинная гниль начинает развиваться в стволах осины в возрасте 30—35 лет и достигает значительных размеров в V и VI классах возраста.

Разработка модельных деревьев (табл. 2) подтвердила правильность определения зараженности осины сердцевинной гнилью по наличию плодовых тел на стволах.

В стволах осины встречается два типа гнилей: напенная и сердцевинная. В образовании напенной гнили в основном принимают участие многие сапрофитные грибы, которые заражают осину через механические повреждения или ходы насекомых в нижней части ствола. В этих местах вначале появляются местные очаги гнили, которые затем образуют напенную гниль, медленно распространяющуюся в нижней части ствола.

Сердцевинная гниль, вызываемая ложным осиновым трутовиком (*Ph. tremulae*), обычно располагается в средней части ствола. Она отличается от напенной по наличию черного или темно-коричневого окаймления на границе со здоровой древесиной. При развитии напенной гнили такого окаймления обычно не образуется.

Напенная гниль, как видно из приведенных данных, начинает развиваться у молодых деревьев и имеет небольшую протяженность (до 1 *м*). Количество пораженных стволов колеблется в широких пределах от 20 до 60% и зависит, в основном, от наличия насекомых, повреждающих молодые стволики осины.

С увеличением возраста деревьев напенная гниль медленно распространяется вверх по стволу и в возрасте 81—90 лет имеет среднюю протяженность 1,9 *м*, оказывая небольшое влияние на выход промышленных сортиментов. Определение зараженности осины напенной гнилью представляет известную трудность, так как почти нет внешних признаков, характеризующих развитие этой гнили.

Рубка модельных деревьев подтвердила, что сердцевинная гниль в стволах осины начинает развиваться в возрасте свыше 50 лет. В этот период в растущих деревьях создаются условия, благоприятные для быстрого развития гнили, в результате чего с дальнейшим увеличением возраста повышается количество пораженных деревьев и гниль быстро распространяется по стволу. Так, если в возрасте 51—60 лет средняя протяженность сердцевинной гнили составляет 1,6 *м*, то в возрасте 81—90 лет она увеличивается до 4,5 *м*. При сильном развитии сердцевинной гнили наблюдается слияние ее с напенной, в этом случае наиболее ценная часть ствола поражается полностью. Такие деревья часто подвергаются ветровалу или бурелому.

Мы исследовали также влияние условий произрастания на поражаемость осинников сердцевинной гнилью. В количестве зараженных

Таблица 2

напенной гнилью				Поврежденные сердцевинной гнилью					
количество деревьев		средняя протяженность гнили		$H_{ср}$, *м*	$D_{ср}$, *см*	количество деревьев		средняя протяженность гнили	
шт.	%	*м*	% к высоте ствола			шт.	%	*м*	% к высоте ствола
11	36,6	0,70	8,3	—	—	—	—	—	—
17	56,6	0,76	5,8	—	—	—	—	—	—
15	24,2	1,10	6,9	—	—	—	—	—	—
8	50,0	1,25	7,0	17,4	19,8	1	6,3	1,6	9,2
16	32,0	1,40	6,8	20,3	20,6	3	6,0	2,7	12,8
13	42,0	1,75	7,9	22,1	22,4	7	22,5	3,4	15,4
13	24,5	1,90	8,03	24,3	25,9	14	26,4	4,5	18,5

деревьев в насаждениях, произрастающих в различных типах леса, больших различий не обнаружено.

Несколько меньше поражена осина сердцевинной гнилью в осиннике приручьевом (7,8%) и в большей степени в осиннике злаково-разнотравном. Осинник мшистый по количеству зараженных деревьев занимает среднее положение.

Многие исследователи указывают, что фаутность осины увеличивается с ухудшением условий произрастания. Мы считаем, что условия произрастания не оказывают решающего влияния на устойчивость осины, так как различие в поражении осины сердцевинной гнилью в разных типах леса незначительно и что иногда можно встретить древостои одного и того же типа леса, возраста и относящиеся к одной биологической форме, но пораженные в разной степени.

Причины неодинаковой устойчивости осины к сердцевинной гнили, по нашему мнению, обусловлены наследственными свойствами и биохимическими особенностями растущих деревьев.

Условия произрастания оказывают лишь косвенное влияние путем изменения биохимических процессов в растущих деревьях, приводящих к снижению или повышению устойчивости осины к сердцевинной гнили.

Осина, являющаяся одной из распространенных лиственных пород в Сибири, может встречаться в качестве примеси к хвойным, а также входить в состав смешанных насаждений или формировать чистые по составу древостои осины.

Нами установлено, что состав древостоя оказывает некоторое влияние на поражаемость осины сердцевинной гнилью. Как правило, чистые осинники имеют больший процент зараженных деревьев, чем смешанные.

Известно, что заражение деревьев осуществляется спорами гриба, переносимыми воздушными течениями. В смешанных насаждениях часть спор оседает на стволах других древесных пород и погибает. Но при наличии большого количества споровой инфекции в воздухе возможность заражения деревьев существует как в чистых, так и в смешанных насаждениях.

Разработка модельных деревьев показала, что исследуемые насаждения осины характеризуются высоким выходом деловой древесины, который с возрастом древостоя увеличивается и достигает максимума в VIII классе возраста, составляя 74% от общего запаса насаждения.

Развитие сердцевинной гнили приводит к потере деловой древесины. Выход деловых сортиментов снижается до 20—25% по сравнению со здоровыми деревьями, а при поражении напенной гнилью — лишь на 8—10%.

Проведенные исследования свидетельствуют о хорошем состоянии осинников Забайкалья, о широких возможностях использования этих насаждений в качестве сырья для целлюлозно-бумажной промышленности и других отраслей народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Д. Арещенко. Фаутность осинников Белоруссии. Научно-техническая информация, БелНИИЛХ, Гомель, 1957. [2]. М. А. Данилин. Формы осины юго-западной части Восточного Саяна. Труды Сибирского технологического института, сб. 40, 1965. [3]. А. В. Цилюрик. Устойчивость зеленокорой осины к сердцевинной гнили, вызываемой грибом *Phellinus tremulae* Bond. et Boris. Автореферат кандидатской диссертации, Украинская сельскохозяйственная академия, Киев, 1964.

Поступила 25 марта 1968 г.

УДК 634.0.2

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ ПОДРОСТА ЕЛИ НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. И. ВЯЛЫХ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Изучение выживаемости и роста подроста ели, сохраненного при механизированных лесозаготовках, очень важно для науки и практики. В условиях Архангельской области этим вопросом занимались А. А. Молчанов и А. П. Шиманюк [5], И. С. Мелехов [3], [4], П. Н. Львов [2], В. Г. Чертовской [7] и некоторые другие. Объектом исследования послужили вырубки, на которых не проводились специальные мероприятия, направленные на повышение сохранности молодняка. Нами была поставлена задача изучить выживаемость и рост подроста ели на сплошных концентрированных вырубках при разной технологии лесосечных работ.

Для исследований использовали постоянные пробные площади размером 1 *га*, заложенные в Плесецком, Онежском, Коношском и Северном леспромхозах в типе леса ельник-черничник свежий [6].

Работу выполняли в течение двух вегетационных периодов (1963—1964 гг.) на вырубках 1—3-летней давности. Выживаемость подроста определяли путем учета на площадках размером 2×2 *м*, равномерно закладываемых на каждой пробной площади в количестве не менее 50 шт.

Подрост подразделяли по группам высот: 0,25—0,50; 0,51—1,0; 1,1—1,5; 1,51—2,0; 2,1—3,0; 3,1—4,0; 4,1—5,0; 5,1 *м* и более. Самосев учитывали отдельно. Рост подроста в высоту изучали дифференцированно с учетом выделенных групп. По отобранным моделям определяли возраст и среднегодичный прирост, образовавшийся после рубки материнского древостоя и за соответствующий период до рубки.

В Плесецком леспромхозе работу вели на вырубках из-под ельников VII класса возраста, IV класса бонитета, с сомкнутостью 0,4—0,7, при наличии общего количества подроста от 8,5 до 21 тыс. экземпляров на 1 *га*. Древостои Онежского леспромхоза отличались от древостоев предыдущего района большей разреженностью полога (0,5—0,6)

и участием сосны. Количество подроста под пологом леса колебалось от 1,5 до 6,5 тыс. шт. на 1 *га*. Отличительная особенность древостоев Коношского леспромхоза — их несколько бо́льшая производительность и сомкнутость (0,6—0,8). Древостои Северного леспромхоза по своим таксационным показателям и количеству подроста почти не отличались от древостоев Онежского леспромхоза.

Наиболее часто встречающийся тип почвы в указанных районах — маломощный супесчаный подзол на среднем суглинке. Для почв Плесецкого леспромхоза характерно наличие карбонатов.

Изучение выживаемости елового подроста при трелевке деревьев с кроной комлем вперед, когда валка осуществлялась способами, не предусматривающими его сохранение, показало, что на свежей вырубке сохранилось всего лишь от 10 до 20% подроста, имевшегося под пологом леса [6]. За три года после рубки древостоя на всех пробных площадях произошел значительный отпад подроста. По данным пробных площадей в Плесецком леспромхозе выживаемость в среднем составила около 25%. Отмирает в основном подрост, имеющий механические повреждения корневых систем и стволиков.

Наши исследования [6] по изучению сохранности подроста при разработке лесосек костромским методом, предусматривающим веерную валку деревьев на подкладочное дерево, показали, что при этой технологии в процессе лесозаготовок можно сохранить около 40—50% мелкого подроста высотой до 0,5 *м*. При этом крупный подрост почти полностью уничтожается. На второй и третий год после рубки по этой технологии на опытных участках наблюдался значительный отпад самосева (елочек высотой до 0,25 *м*), составивший от 50 до 85%, что вызвано недостатком влаги в наиболее жаркий период (июль) в подстилке, где в основном располагается корневая система самосева ели, и резким изменением световых и других условий среды. В целом выживаемость молодняка при костромской технологии на третий год после рубки древостоя достигает 50% от сохраненного в процессе рубки.

Высокую сохранность как крупного, так и мелкого молодняка (60—80%) обеспечивает узкопасечный способ разработки лесосек, предусматривающий ширину пасек, равную полуторной средней высоте древостоев, валку деревьев вершиной на волок, трелевку за вершину по волокам (в хлыстах или с кроной).

В табл. 1 приводится количество молодняка, оставшегося через три года после разработки еловых и елово-сосновых древостоев VII класса возраста, IV класса бонитета. Видно, что выживший молодняк на третий год после рубки составляет от 60 до 81% всего имеющегося подроста. В Онежском леспромхозе выживаемость подроста и тонкомера несколько лучше, чем в Плесецком. Это объясняется тем, что в первом случае древостой более разрежен и под его пологом преобладает крупный молодняк, имеющий хорошо развитую корневую систему. Таким образом, при узкопасечном способе сохраняется и выживает наибольшее количество подроста.

Выживаемость молодняка на вырубках зависит не только от способа разработки лесосек, но в пределах одного способа также и от возраста подроста и его высоты (табл. 2). Так, в условиях Коношского и Плесецкого леспромхозов при использовании узкопасечного способа разработки лесосек лучше всего выживает подрост высотой 0,25—2,0 *м*, имеющий возраст от 15 до 50 лет. Подрост при этой высоте и указанном возрасте, по-видимому, лучше приспосабливается к резко изменившимся условиям на вырубках. Наши исследования также, что наибольший отпад при этом способе разработки лесосек происходит в первые два года после рубки материнского древостоя у

Таблица 1

№ пробной площади	Способ трелевки	Леспромхоз	Количество сохранившегося молодняка на 1 га после рубки, шт.			Количество оставшегося молодняка через три года, %		
			самосева и мелкого подроста высотой до 0,5 м	крупного подроста и тонкомера	всего	самосева и мелкого подроста высотой до 0,5 м	крупного подроста и тонкомера	всего
3	С кроной	Онежский	570	1350	1920	61	89	81
8	»	Плесецкий	2860	1200	4060	61	75	65
2	В хлыстах	Онежский	460	1730	2190	54	84	78
6	»	Плесецкий	549	2200	7690	56	71	60

Таблица 2

Леспромхоз, № пробной площади	Высота, м	Возраст, лет	Количество молодняка на 1 га, шт.			Выживаемость, %
			непосредственно после рубки	через два года после рубки	через три года после рубки	
Коношский, 1	До 0,25	12	3443	1115	—	32
	0,25 — 0,5	15	1414	1255	—	90
	0,5 — 1,0	21	1319	1105	—	84
	1,1 — 1,5	31	659	455	—	69
	1,5 — 2,0	45	424	270	—	64
	2,1 — 3,0	48	282	125	—	44
Плесецкий, 10	До 0,25	14	1450	—	600	41
	0,25 — 0,5	20	1150	—	995	86
	0,5 — 1,0	30	560	—	560	100
	1,1 — 1,5	41	720	—	695	96
	1,5 — 2,0	47	220	—	200	90
	2,1 — 3,0	59	210	—	100	50
	3,1 — 4,0	84	330	—	100	30

подроста высотой до 25 *см*, приуроченного в основном к микроповышениям. Так, через два года после рубки леса отмирает в среднем от 10 до 20% сохраненного подроста. Через три года отпада практически не наблюдается.

Как известно, наиболее надежным интегрирующим показателем состояния обмена веществ, в частности у древесных растений, является прирост их в высоту.

Анализ хода роста елового молодняка, сохраненного на вырубках, показывает, что в первый год после рубки материнского древостоя прирост в высоту значительно снижается (табл. 3). Это связано с перестройкой обмена веществ и хода физиологических процессов подроста

Таблица 3

Высота (по группам), м	Количество моделей	Текущий прирост по высоте, см							Прирост на третий год после рубки, % к приросту 1960 г.
		до рубки			в год рубки 1961	после рубки			
		1958	1959	1960		1962	1963	1964	
До 0,25	20	1,4	1,4	1,2	1,2	1,1	1,6	3,3	275
0,25 — 0,5	19	2,2	2,2	2,2	1,8	1,5	3,3	7,7	304
0,51 — 1,0	26	2,3	2,2	2,3	1,9	1,4	3,9	8,4	378
1,1 — 1,5	29	2,7	2,4	2,4	2,0	1,6	3,2	7,9	329
1,51 — 2,0	21	3,3	2,9	3,0	2,7	1,9	3,1	9,6	320
2,1 — 3,0	17	3,7	3,0	3,4	2,8	2,7	3,6	9,3	301
3,1 — 4,0	6	4,3	3,5	4,5	5,3	1,5	4,0	6,7	149

ели в связи с резко изменившимися условиями внешней среды [1]. Затем молодняк начинает увеличивать прирост в высоту, особенно на третий год после рубки древостоя. В этот период скорость роста была в три раза выше, чем в год перед рубкой. Подрост высотой более 3 *м* за это же время увеличивает прирост лишь в 1,5 раза. Такая сравнительно медленная перестройка крупного подроста связана, по-видимому, с его высоким возрастом (85 лет). Лучше всего оправляется и растет подрост высотой от 0,5 до 2 *м* в возрасте 20—50 лет.

Как показали наши исследования, в условиях открытых вырубок на Севере ель страдает от повторных поздневесенних заморозков. Отрицательное влияние заморозков особенно заметно в первый год после рубки.

Таким образом, в условиях Архангельской области, несмотря на резкие изменения метеорологических факторов в связи с рубкой материнского древостоя, подрост ели в значительной части способен выживать на вырубках. На сохранение подроста ели большое влияние оказывает способ разработки лесосек. Наиболее приемлем узкопасечный способ, который следует рекомендовать для широкого практического использования с целью восстановления леса хозяйственно-ценными породами в условиях Европейского Севера.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. В. Веретенников, Л. Н. Бурмина. К вопросу о влиянии давности рубки на физиологические процессы подроста ели в условиях долгомошных вырубок. Доклады АН СССР, 1963, 148, № 6. [2]. П. Н. Львов. О предварительном возобновлении ели и использовании его для восстановления леса на концентрированных вырубках Архангельской области. Автореферат диссертации. Архангельск, 1956. [3]. И. С. Мелехов. Изучение концентрированных рубок и возобновления леса в связи с ними в таежной зоне. Сб. «Концентрированные рубки в лесах Севера», изд-во АН СССР, М., 1954. [4]. И. С. Мелехов. Научные основы лесовосстановительных мероприятий в таежных лесах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1959. [5]. А. А. Молчанов, А. П. Шиманюк. Восстановительные процессы на концентрированных лесосеках. Изд-во АН СССР, 1949. [6]. Г. Л. Тышкевич, Н. И. Вялых, А. Я. Лазарев. Сохранение молодняка при современной технологии лесосечных работ. Гослесбумиздат, М., 1963. [7]. В. Г. Чертовской. К вопросу о естественном возобновлении в лесах Севера и его хозяйственном использовании. Сб. «Некоторые вопросы развития лесного хозяйства таежной зоны», Северо-Западное книжное изд-во, 1964.

Поступила 21 января 1969 г.

УДК 634.0.2

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ РУБОК НА ФОРМИРОВАНИЕ МОЛОДНЯКОВ В ДУБРАВАХ ЛЕСОСТЕПИ

А. К. ТЮРИН

(Воронежский лесотехнический институт)

В связи с тем, что до сих пор вопрос о способах рубок в лесах СССР не решен окончательно, большое значение приобретают длительные опыты по изучению эффективности различных способов рубок главного пользования для основных лесообразующих пород. Как известно, в дубравах СССР в настоящее время проводят исключительно сплошные рубки, хотя правильность этого неоднократно оспаривалась. На преимущества постепенных рубок перед сплошными указы-

вают в своих работах В. П. Веселовский [1], И. С. Мелехов [2], Г. Ф. Морозов [3], А. Н. Соболев [4], А. А. Хитрово [5] и др.

Наши исследования являются продолжением изучения длительного опыта по применению различных способов рубок главного пользования в дубравах Шипова леса. Опыт был заложен Г. Г. Юнашем [6], [7] в 1928 г. на площади 10 *га* в Красном лесничестве Воронцовского ЛПХ Воронежской области.

Тип леса — дубрава снытьево-осоковая, почва — темно-серый суглинок, рельеф слабо пологий. Таксационная характеристика опытного участка к началу рубки следующая: состав 8Д2Яс, класс возраста VI, средняя высота 26 *м*, средний диаметр 32 *см*, класс бонитета II, полнота 0,9.

При постепенных рубках интенсивность изреживания насаждений определяли по запасу. При трехприемных рубках в первый и второй приемы вырубали по 30% первоначального запаса, в третий — оставшуюся часть, при двухприемных — по 50% запаса в каждый прием. Четырехприемные рубки мы не рассматривали, так как после урожая 1929 г. произошло обильное обсеменение.

Для изучения влияния способов рубок на формирование молодняков дуба мы в 1966 г. заложили 19 пробных площадей размером до 0,2 *га* с таким расчетом, чтобы на каждой из них было не менее 200 деревьев главной породы. Сделано таксационное описание пробных площадей и каждого дерева. Запас насаждения определен для всех проб по данным шести модельных деревьев из шести ступеней толщины.

Данные табл. 1 позволяют судить о полноте и составе сформировавшихся дубовых молодняков, обследованных в 1966 г.

Таблица 1

№ пробных площадей	Способы рубок	Период между приемами, лет	Состав I яруса	Состав II яруса	Полнота
1	Сплошные	—	9Д1Яс	10Кл.о	0,74
2	Двухприемные	1—3	9Д1Яс	8Кл.о2Гр	0,93
3	»	1—8	9Д1Яс	7Кл.о3Лп	0,73
4	Трехприемные	1—3—5	9Д1Яс	3Кл.о3Гр3Ил1Лп	0,97
5	»	1—8—16	95Д5Яс	8Кл.о2Гр	0,62

Из таблицы видно, что способы рубок главного пользования оказывают значительное влияние на полноту будущего насаждения. Самые высокополнотные насаждения сформировались на пробных площадях № 2 и 4, где проведены двух- и трехприемные рубки с периодом между приемами 2 года. Увеличение числа приемов способствует повышению полноты. Наименьшая полнота наблюдается на пробных площа-

№ пробных площадей	Способы рубок	Период между приемами	37 лет			
			густота	средний диаметр, *см*	средняя высота, *м*	запас на 1 *га*, $м^3$
1	Сплошные	—	0,85	12,4 / 100	15,5 / 100	120 / 100
2	Двухприемные	1—3	1,28	12 / 97	16 / 103	140 / 117
3	»	1—8	1,01	11,2 / 91	13,8 / 89	94,5 / 79
4	Трехприемные	1—3—5	1,32	11,8 / 95	15,7 / 101	137 / 114
5	»	1—8—16	1,22	9,4 / 76	11,7 / 76	80 / 67

Примечание. В числителе — абсолютные показатели; в знаменателе —

дях № 3 и 5, где период между приемами принят 7 лет. Продолжительное пребывание подроста дуба под пологом изреженного материнского полога снижает полноту дубовых молодняков из-за наличия большого количества тонкомера.

В результате применения различных способов рубок главного пользования сформировались дубовые молодняки с примесью ясеня (10—20%). Второй ярус представлен в основном кленом остролистным, грушей и липой. Полнота его не превышает 0,1—0,2.

Динамику изменения таксационных показателей дубовых молодняков за 37 лет можно видеть из табл. 2.

В качестве контроля взята пробная площадь № 1, где проведена сплошная рубка. Из табл. 2 видно, что способы рубок оказывают значительное влияние на рост деревьев по диаметру. Максимальный диаметр насаждения после сплошной рубки — 12,4 *см*, минимальный — 9,4 *см* у насаждения, которое до 16 лет находилось под пологом изреженного материнского насаждения. На остальных пробах разница в средних диаметрах не превышает 10%. Тенденция к увеличению прироста по диаметру больше у тех насаждений, которые позже освобождены от влияния материнского полога. Так, если средний диаметр пробной площади № 2 (двухприемная рубка) в 23 года равнялся 90% от контроля, то средний диаметр пробной площади № 5 (трехприемная рубка) только 36%. К 37 годам он составлял соответственно 97 и 76%. Отсюда следует, что с возрастом разница в средних диаметрах сглаживается, а темпы прироста по диаметру выше у тех насаждений, которые в течение более длительного времени испытывали влияние изреженного материнского полога. К 37-летнему возрасту расхождения в средних диаметрах не превышают 10%, если подрост дуба находился под пологом изреженного материнского насаждения не более 8 лет.

Способы рубок оказывают значительное влияние на рост дубовых насаждений в высоту. До 5-летнего возраста наблюдается лучший рост дубков на сплошной вырубке. На площадях с изреженным материнским пологом в первый год высоты приблизительно равны и составляют 49—59% от контроля. С возрастом дубки, находившиеся под материнским пологом более 5 лет, начинают резко отставать в росте от дубков, вышедших из-под влияния материнского полога. Минимальная высота в возрасте 18 лет наблюдается на пробной площади № 5 (трехприемная рубка), где дубки находились под пологом насаждения

Таблица 2

23 года			18 лет			12 лет	5 лет
средний диаметр, *см*	средняя высота, *м*	запас на 1 *га*, *м*³	средний диаметр, *см*	средняя высота, *м*	запас на 1 *га*, *м*³	средняя высота, *м*	средняя высота, *м*
5,0 / 100	6,9 / 100	24,1 / 100	3,6 / 100	4,8 / 100	10,9 / 100	1,89 / 100	0,48 / 100
4,5 / 90	6,4 / 93	13,8 / 57	3,8 / 83	4,0 / 83	4,6 / 42	1,36 / 72	0,28 / 59
3,4 / 68	4,9 / 71	7,4 / 31	—	—	—	0,60 / 32	0,26 / 54
4,2 / 84	6,9 / 100	10,7 / 44	2,4 / 67	4,7 / 98	4,6 / 42	1,31 / 70	0,28 / 59
1,8 / 36	2,3 / 33	0,9 / 3,6	—	0,7 / 15	—	0,30 / 16	0,23 / 49

процент от контроля.

до 16 лет, и составляет всего 15% от контроля; потом разница начинает сглаживаться, так как рост в высоту насаждений, поздно освобожденных от затенения материнского полога, резко возрастает. Это можно видеть на примере пробных площадей № 2 и 5. Если средняя высота на пробной площади № 2 с 23 до 37 лет увеличилась на 10% по сравнению с контролем, то за тот же период на пробе № 5 — на 43%. В 37-летних молодняках дуба наибольшая высота наблюдается на участках, где проведены двух- и трехприемные рубки с периодом между приемами 2 года. Длительное пребывание подроста дуба под пологом изреженного материнского древостоя резко снижает прирост в высоту, но после вырубки материнского полога он начинает резко возрастать.

Из табл. 2 также видно, что наиболее продуктивны дубовые молодняки, сформировавшиеся после двух- и трехприемных постепенных рубок с периодом между приемами 2 года, наименее продуктивны — с периодом 7 лет. Здесь более значительна тенденция к выравниванию запасов, чем диаметров и высот. Если запас пробной площади № 5 по сравнению с контролем с 23 до 37 лет вырос на 63%, то на пробной площади № 4 (трехприемная рубка) — уже на 70%. К 37-летнему возрасту производительность дубовых молодняков, сформировавшихся после двух- и трехприемных постепенных рубок с периодом между приемами 2 года, выше на 14—17% по сравнению с контрольной пробной площадью № 1 (сплошная рубка).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. П. Веселовский. Групповo-выборочные рубки. «Лесной журнал» № 1, 1912. [2]. И. С. Мелехов. Рубки главного пользования. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [3]. Г. Ф. Морозов. Учение о типах насаждений. Сельхозгиз, 1930. [4]. А. Соболев. Проект изменений хозяйства, которые способствовали бы естественному возобновлению Тульских казенных лесов. «Лесной журнал» № 3, 1903. [5]. А. А. Хитрово. Казанские нагорные дубравы. «Лесной журнал», вып. V, 1907. [6]. Г. Г. Юнаш. Возобновление дуба в Шиповом лесу. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1940. [7]. Г. Г. Юнаш. Способы рубок главного пользования в дубравах лесостепи и их влияние на продуктивность молодняков. Сборник работ по лесному хозяйству, ВНИИЛМ, вып. 33, 1956.

Поступила 10 апреля 1967 г.

УДК 634.948 : 631.4

ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ НОВОГРУДСКИХ ЕЛОВО-ГРАБОВЫХ ДУБРАВ

И. К. БЛИНЦОВ

(Белорусский технологический институт)

По данным Министерства лесного хозяйства Белоруссии на 1 января 1966 г., только 5% лесопокрытой площади занято твердолиственными породами. Многие вырубки, гари и другие земельные угодия, пригодные под дуб, возобновляются мягколиственными породами. Темпы восстановления дуба, ясеня и других твердолиственных пород все еще незначительны. Сдерживающим фактором является малая изученность почв гослесфонда республики. Почвенные исследования земель колхозов и совхозов завершены почвоведами Белоруссии в течение 1957—1962 гг. В лесхозах БССР почвенные исследования проведены в последнее время только в некоторых лесничествах (Жодинском, Негорельском, Литвянском и др.).

Малая изученность лесных земель не позволяет завершить территориальные исследования почв в Белоруссии. Около 30% площади республики, занятой лесными насаждениями, не обследовано, и это лишает возможности составить районные и областные почвенные карты.

Изучение почв, их свойств и взаимосвязи с лесными насаждениями — насущная задача сегодняшнего дня. Выявление почвенно-грунтовых условий произрастания дуба и других твердолиственных пород — один из важнейших факторов создания высокобонитетных, технически ценных и экономически выгодных насаждений в Белоруссии.

Объектом изучения послужили насаждения дачи Литовка Ловцовского лесничества, находящегося в центральной части Новогрудской возвышенности, располагающейся на западной ветви Белорусской гряды, леса которой И. Д. Юркевичем и В. С. Гельтманом отнесены к подзоне елово-грабовых дубрав.

Почвенные исследования дачи Литовка (на площади 530 *га*) показали, что наиболее широкое распространение имеют две почвенные разности дерново-сильноподзоленных легкосуглинистых почв, развивающихся на: а) лёссовидных и б) пылевато-песчанистых суглинках, подстилаемых с глубины около 1 *м* мореной. На их долю приходится около 75% всей территории дачи. На этих почвах произрастают в основном различные ассоциации дубовых и еловых насаждений кисличного типа. Исследования проведены в следующих ассоциациях: в дубняке елово-лещиново-кисличном, располагающемся на пологом склоне северной экспозиции; в дубняке елово-грабово-кисличном — на пологом склоне северной экспозиции и в ельнике лещиново-грабово-кисличном — на несколько повышенном выравненном плато. Таким образом, для исследования взяты свежие, относительно богатые, лесорастительные условия.

Ниже приводим морфологическое описание почвы на первой пробной площади.

A_0	0—5 *см*	Полуразложившаяся лесная подстилка, тёмно-бурого цвета; состоит из листьев дуба, корней растений.
A_1	5—25 *см*	Серый суглинок легкий пылевато-песчанистый мелкокомковатой структуры, сложение рыхлое, включения — корни, переход в горизонт A_2 резкий.
A_2	25—45 *см*	Палево-желтый тот же суглинок, структура пластинчато-плитчатая, сложение рыхлое, включения — корни, переход в следующий горизонт заметный.
A_2B_1	45—57 *см*	Светло-желтый с буровато-красными языками тот же суглинок, структура пластинчатая, уплотненный, включения — корни, переход в горизонт B_2 постепенный.
B_2	57—130 *см*	Красно-бурый моренный средний суглинок, встречаются ортштейновые конкреции и камни, сложение плотное, переход в нижний горизонт постепенный.
B_3C	150—200 *см*	Малоизмененная красно-бурого цвета суглинистая плотная морена, имеются валуны.

На других пробных площадях почва имеет аналогичное строение. Отличие заключается в том, что по мере повышения участия ели в составе насаждений мощность горизонта A_1 уменьшается, A_2 — возрастает.

Из морфологии и данных механического анализа (табл. 1) видно, что поверхностная порода представлена суглинком легким, подстилаемым с глубины 50—60 *см* среднесуглинистой мореной. Преобладающей фракцией механического состава в покровном суглинке первых двух проб является песок мелкий (0,25—0,05 *мм*), на долю которого падает 30—35%, второе место занимает лёссовидная (крупнопылеватая) фракция (0,05—0,01 *мм*) — 20—30%. В почве третьей пробы преобладает пыль крупная (лёссовидная), что указывает на более благопри-

Таблица 1

Пробная площадь	Горизонты	Глубина взятия проб, *см*	Влажность на сухую навеску, %	Содержание, %, фракций, *мм*							
				>1,0	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01
I	A_1	10—20	29,0	0,6	15,1	34,8	22,1	6,1	7,2	14,1	27,4
	A_2	28—38	26,0	0,4	21,0	29,6	20,9	6,4	6,9	14,8	28,1
	A_2B_1	44—52	19,7	0,2	18,7	37,6	17,1	7,1	7,2	12,1	26,4
	B_2	85—105	17,9	0,8	14,2	32,2	18,6	8,9	9,3	16,0	34,2
	C	190—200	16,7	0,6	1,0	46,2	19,8	6,6	9,0	16,8	32,4
II	A_1	10—20	20,5	0,7	12,0	34,6	26,3	4,9	7,6	13,9	26,4
	A_2	30—38	19,0	0,2	9,2	32,8	29,7	5,3	7,1	15,7	28,1
	A_2B_1	44—55	20,0	0,4	13,5	29,9	28,9	5,3	7,0	15,2	27,3
	B_1	80—90	14,2	1,3	30,4	28,1	16,2	5,2	7,1	11,7	24,0
	B_2	120—130	13,7	0,7	1,9	34,8	28,2	8,8	9,3	16,3	34,4
	C	190—200	14,0	0,4	6,6	17,6	28,6	10,3	12,1	24,4	46,8
III	A_1	10—20	19,5	0,4	12,3	28,2	34,9	7,0	7,9	9,3	24,2
	A_2	32—42	20,5	0,3	21,7	22,3	32,2	5,2	6,2	12,1	23,5
	A_2B_1	55—65	16,5	0,7	2,8	30,8	39,9	4,7	7,5	13,6	25,8
	B_2	95—105	16,0	0,2	13,7	20,2	32,8	7,5	11,2	14,5	33,1
	C	190—200	12,7	0,6	14,4	18,4	30,0	8,0	12,3	16,3	36,6

Примечание. Данные по Качинскому.

ятный для роста леса механический состав. Подстилающая порода на всех пробах имеет более тяжелый механический состав — суглинок средний, преобладающей фракцией которого является песок мелкий. Содержание в почвах наиболее ценной иловатой фракции значительно и в глубь по профилю заметно возрастает. При этом почва под ельником имеет наименьшее содержание ила, в сравнении с подстилающей породой, что указывает на значительную оподзоленность почв под ельниками.

Изучение агрохимических данных (табл. 2) показало, что участие ели в насаждении на дерново-подзолистых суглинистых почвах увели-

Тип леса	Горизонты	Глубина, *см*	Гумус, %	pH	
				H_2O	KCl
Дубняк елово-лещиново-кисличный	A_1	10—20	2,1	6,3	5,0
	A_2	28—38	0,8	6,5	5,2
	A_2B_1	44—52	0,3	6,6	5,4
	B_2	85—105	—	6,8	5,5
	C	190—200	—	6,9	5,7
Дубняк елово-грабово-кисличный	A_1	10—20	1,3	6,0	4,9
	A_2	30—38	0,6	6,3	5,1
	A_2B_1	44—50	0,1	6,4	5,3
	B_1	80—90	—	6,6	5,3
	B_2	120—130	—	6,7	5,4
	C	190—200	—	6,9	5,6
Ельник лещиново-грабово-кисличный	A_1	10—20	1,0	5,7	4,7
	A_2	32—42	0,6	6,2	4,9
	A_2B_1	55—65	0,1	6,3	5,0
	B_2	95—105	—	6,6	5,2
	C	190—200	—	6,8	5,5

чивает активную и обменную кислотность, уменьшает (особенно в верхней толще, где концентрируется основная масса корней ели) сумму поглощенных оснований и гумус. Анализ величин гидролитической кислотности (по Каппену), алюминия (по Соколову) и степени насыщенности почв основаниями показал, что почвы, на которых произрастает ель, сильно и глубоко выщелочены. Они характеризуются небольшими запасами элементов питания, но достаточно обеспечены влагой, что благоприятно для роста насаждений.

Для суждения о продуктивности насаждений, произрастающих на этих почвах, приводим лесотаксационную характеристику (табл. 3), из которой видно, что дуб на пробах характеризуется средней, а ель хорошей производительностью, возобновление хорошее, на первых двух пробных площадях — дубом, на третьей — елью. Экономический расчет показал, что таксовая стоимость древостоя на I и II пробах, где дуб растет по III классу бонитета, составила соответственно 1172 и 807 руб./*га* против 1078 руб./*га* на III пробной площади, где ель имеет Iа класс бонитета. Стоимость сортиментов по прейскуранту 07—03 на I и II площадях 5180 и 3845, против 5013 руб./*га* на III площади. Стоимость обезличенного кубометра древесины на I пробе 5,73, на II — 3,3 и на III — 2,95 руб.

В Новогрудском лесхозе на дерново-подзолистых пылеватых и пылевато-песчанистых суглинках, подстилаемых с глубины около 0,5 *м*, произрастают как дубовые, так и еловые насаждения. При этом дубовые насаждения, несмотря на более низкую продуктивность по сравнению с еловыми, экономически более выгодны. На суглинистых почвах эти насаждения являются климатически заменяющимися формациями. Сопоставляя рост дуба в Новогрудском лесхозе с ростом его в Буда-Кошелевском и Милославичском лесничествах на дерново-подзолистых пылеватых суглинках, следует отметить, что по мере движения с запада на восток продуктивность дуба увеличивается.

Культуры дуба следует создавать в первую очередь на хорошо увлажненных пылевато-песчанистых и крупнопылеватых (лёссовидных)

Таблица 2

Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Степень насыщенности почв основаниями, %	Обменная кислотность, *м-экв* на 100 *г* почвы	В том числе		P_2O_5	K_2O
м-экв на 100 *г* почвы				обменный H^+	активный Al^{+++}	подвижные, *мг* на 100 *г* почвы	
4,3	0,8	15,7	2,11	0,26	1,85	8,7	5,2
3,2	1,3	28,8	0,63	0,09	0,54	3,7	Нет
3,0	1,7	36,2	0,37	0,11	0,26	3,7	Нет
1,7	3,8	69,1	1,79	0,15	1,64	7,0	1,8
1,3	4,9	79,0	3,07	0,08	2,97	8,7	4,8
5,0	0,7	12,3	3,84	0,38	3,46	7,5	2,0
4,5	1,2	21,0	3,60	0,15	3,45	2,9	1,8
3,0	2,7	47,4	3,50	0,18	3,52	3,4	1,8
2,7	3,6	57,1	2,96	0,56	2,40	3,1	2,2
1,8	3,9	68,4	1,29	0,09	1,20	4,5	Нет
1,3	4,7	78,3	0,20	0,13	0,07	8,7	Нет
6,0	0,5	7,7	3,79	0,39	3,40	7,5	1,8
3,6	0,8	18,1	3,43	0,13	3,30	3,7	Нет
3,2	1,4	30,4	3,21	0,11	3,10	1,6	0,9
2,7	3,3	55,0	3,16	0,16	3,00	1,9	2,6
2,8	4,5	61,6	0,15	0,15	Нет	2,0	1,8

Таблица 3

Показатели	Тип леса					
	дубняк елово-лещиново-кисличный 9Д1Е		дубняк елово-грабово-кисличный 4Д6Е		ельник лещиново-грабово-кисличный 10Е	
	Д	Е	Д	Е	Е	Д
Возраст, лет	120	60	133	61	69	
Средний диаметр, *см*	36	28	36	28	34	
Средняя высота, *м*	21,7	21,7	21,8	21,6	28,3	
Класс бонитета	III	I	III	I	Ia	
Полнота	0,50	0,10	0,30	0,35	0,70	
Число стволов, шт.	193	56	100	207	268	
Сумма площадей сечения, $м^2/га$	18,8	3,4	10,2	12,8	24,7	
Запас, $м^3/га$	194	35	103	126	316	
Средний прирост, $м^3/га$	1,6	0,6	0,8	2,1	4,6	
Запас, приведенный к возрасту 80 лет и полноте 0,7, $м^3/га$	205		245		366	
Подрост, шт./*га*	16125	9250	8250	20875	26750	250

суглинистых дерново-подзолистых почвах, имеющих в неглубоком (до 1 *м*) залегании суглинистую морену. На таких почвах, как правило, растет высокобонитетная ель, а также береза и осина. Задача лесоводов республики — в ближайшее время довести участие твердолиственных пород в лесах БССР до 10—15%. Выполнение этой задачи требует проведения в ближайшее время почвенных исследований в лесах республики, что позволит выявить площади для восстановления и расширения дубрав.

Поступила 6 августа 1968 г.

УДК 634.0.2

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНОГО ФОНДА УКРАИНСКОЙ ССР И ВОЗМОЖНЫЙ ОБЪЕМ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

С. А. ГЕНСИРУК, Н. В. ТУРКЕВИЧ

(СОПС УССР АН УССР)

Украина относится к наиболее дефицитным по лесным ресурсам республикам Советского Союза. Ее лесной фонд составляет лишь 0,95%, а запас древесины не превышает 0,8% общесоюзного. Обеспеченность лесом на душу населения по СССР — 3,6 *га*, а по УССР — лишь 0,17. Лесистость тоже очень низка (12,9 против 32,3% в целом по Советскому Союзу). Эти показатели ниже, чем в большинстве соседних социалистических стран. Так, в Болгарии обеспеченность лесом 0,46 *га* на душу населения при лесистости 28,6%, в Польше — соответственно 0,30 *га* и 23,4%, в Чехословакии — 0,30 *га* и 33,5%.

Леса Украины занимают относительно небольшую площадь, однако они играют определенную роль в народном хозяйстве страны и наиболее продуктивны в СССР. Средний прирост древесины на 1 *га* лесопокрытой площади равен 3,22 $м^3$, тогда как по СССР — 1,32 $м^3$.

Запас на 1 *га* спелых насаждений республики в 1,8 раза больше среднесоюзного.

На территории республики произрастают в основном ценные хвойные и особенно твердолиственные породы. Они сосредоточены преимущественно в густонаселенных местах с широко развитыми транспортными путями, тогда как в целом по Союзу большинство лесов размещено в неосвоенных или слабоосвоенных районах, и эксплуатация их требует больших капиталовложений.

Благоприятные почвенно-климатические условия Украинской ССР способствовали формированию высокопродуктивных лесов разнообразных по составу древесных и кустарниковых пород. Особого внимания заслуживают дубовые, буковые, ясеневые, кленово-яворовые древостои, а по продуктивности — сосновые и еловые. По данным учета лесного фонда на 1/I 1966 г., ценные дубовые насаждения занимают более 26% всей лесопокрытой площади республики, что составляет 15,5% всех дубовых лесов СССР и до 30% высокоствольных древостоев.

Если учесть, что буковые насаждения УССР составляют 18,9, ольховые 9,4% всей их площади в лесах СССР, то станет очевидным немаловажное значение лесов Украины в общем балансе Советского Союза. В целом же по республике хвойных древостоев 46, а лиственных — 54%. Наряду с этим леса Украины выполняют чрезвычайно важную водоохранную, почвозащитную и полезащитную, а также оздоровительную роль.

Размещение лесов Украинской ССР крайне неравномерно. Преобладающее их количество сконцентрировано в зоне Полесья (36,8%), Лесостепи (32,8%) и Карпат (22,3%). Значительно меньше лесов в Крымской области (3,6%) и в Степной зоне (4,5%). Распределение лесного фонда УССР по пользователям показано в табл. 1.

Таблица 1

Лесофондодержатели	Общая площадь лесного фонда		В том числе покрытая лесом		Общий запас насаждений	
	тыс. *га*	%	тыс. *га*	%	млн. $м^3$	%
Гослесфонд . . .	7141,7	72,9	5387,3	69,6	645,23	86,7
Колхозы	2183,5	22,4	1936,6	25,1	80,84	10,8
Совхозы и др. . .	461,8	4,7	421,7	6,3	18,22	2,5
	9787,0	100	7745,6	100	744,29	100

Общая площадь лесного фонда с 1950 г. по 1965 г. увеличилась на 12,5%, а лесопокрытая — на 11%. Изменение площади произошло, главным образом, вследствие передачи в гослесфонд площадей, непригодных или малопригодных для сельскохозяйственного пользования.

Площадь лесов будет постепенно возрастать, благодаря облесению песков, оврагов, болот и других неиспользуемых в сельском хозяйстве земель. За период с 1944 г. по 1967 г. в республике создано свыше 2,3 млн. *га* лесов, что обусловило увеличение лесистости на 2,3%.

Изменение породного состава лесов республики идет в направлении замены древостоев менее ценных пород более ценными и продуктивными. Так, за послевоенный период (1946—1967 гг.) в гослесфонде УССР удельный вес грабинников уменьшился более чем на 30%, осинников — на 20% при одновременном увеличении сосняков на 12, дубовых насаждений — на 18, буковых — на 15%. Площади еловых и пихтовых лесов резко сократились в связи с чрезмерными рубками и стихийными явлениями в Карпатах.

Необходимо указать и на значительные недостатки, связанные, главным образом, с чрезмерными рубками леса, которые привели к резкому истощению лесных ресурсов республики. Так, за послевоенный период вырублен лес на площади свыше 1 млн. 200 тыс. *га* с запасом более 220 млн. $м^3$ древесины, что составляет в среднем 190% к расчетной лесосеке.

Наибольшее отклонение фактического объема рубок главного пользования от расчетной лесосеки наблюдалось в УССР с 1946 г. по 1950 г. и составляло 247,6%. В Карпатах в 1950 г. при расчетной лесосеке 2,9 млн. $м^3$ фактически вырублено 7,6 млн. $м^3$, или 262%. С 1956 г. по 1960 г. расчетная лесосека в целом по республике была использована на 184%, в том числе по хвойному хозяйству — на 198,5, твердолиственному — на 155 и мягколиственному — на 209,4%. С 1961 г. по 1966 г. размер рубок был значительно уменьшен, однако в среднем составил 132% к расчетной лесосеке, в том числе в хвойном хозяйстве — 130,5, твердолиственном — 113,4 и мягколиственном — 142,2%.

Усиленная эксплуатация лесов республики, особенно горных, привела к понижению водоохранно-защитной роли и устойчивости насаждений против ветра, усилению эрозионных процессов, селевых потоков, наводнений и других стихийных явлений, а также нарушению возрастной структуры лесного фонда, которая на 1/I 1966 г. характеризовалась следующими данными: молодняков — 55,5%, средневозрастных — 25, приспевающих — 11,4, а спелых и перестойных — только 8,1%.

В количественном выражении площадь спелых древостоев в сравнении с 1956 г. сократилась на 130 тыс. *га*, а приспевающих — увеличилась лишь на 29 тыс. *га*. Таким образом, площадь эксплуатационного фонда и древостоев, являющихся ближайшим его резервом, составляет около 50% необходимого количества. Размер отпуска леса в ближайший период нельзя будет увеличивать вследствие недостатка приспевающих насаждений. Чрезмерные объемы лесозаготовок в УССР при небольшом количестве спелых насаждений привели к рубке приспевающих древостоев (только за последнее пятилетие срублено более 6 млн. $м^3$).

Размер отпуска древесины из лесов УССР влияет на продуктивность древостоев. Для освещения этого вопроса использует значительное количество показателей, из которых главными являются запасы насаждений на 1 *га*, текущий и средний приросты, перспективы их увеличения и т. д. Мы приводим лишь данные, характеризующие динамику средних запасов спелых и приспевающих насаждений в гослесфонде республики по группам хозяйств.

Таблица 2

Группы хозяйств	Динамика средних запасов на 1 *га* насаждений, $м^3$			
	приспевающих		спелых	
	1956 г.	1966 г.	1956 г.	1966 г.
Сосновые	200	218	225	217
Еловые и пихтовые	426	416	450	432
Дубовые высокоствольные	204	205	215	199
Дубовые низкоствольные	97	90	117	125
Буковые	265	272	316	280
Грабовые	148	134	178	152
Березовые	109	132	132	126
Осиновые	133	140	157	181
Ольховые	146	155	143	178

Снижение запасов спелых насаждений наблюдается в большинстве хозяйств (табл. 2). В приспевающих древостоях в основном наблюдается увеличение средних запасов.

На снижение запасов спелых древостоев оказывали влияние следующие причины: проведенные в 1955 г. мероприятия по снижению возрастов рубки, вследствие чего были вырублены более старые насаждения, характеризующиеся высокими запасами; отвод лесосечного фонда в насаждениях с более высокими запасами и высокополнотных с оптимальной сортиментной структурой.

Увеличение запасов приспевающих насаждений сосновых, буковых, мягколиственных может быть объяснено переходом в эту группу более высокополнотных средневозрастных древостоев. Это положительное явление не имеет места в ельниках Карпат, подверженных интенсивным ветровалам, в грабовых и дубовых низкоствольных древостоях, подлежащих замене дубовыми высокоствольными.

После осуществления рекомендаций Генерального плана развития лесного хозяйства УССР истекло более 10 лет. Представляет интерес, как отразились мероприятия Генплана, в частности снижение возраста рубок, на сортиментной структуре заготовляемой древесины (табл. 3).

Таблица 3

Годы	Пиловочник, %	Строительный лес и подтоварный, %	Фанерное сырье, %	Балансы, %	Дубильно-экстрактивное сырье и сырье для уксусной кислоты, %	Прочая деловая, %
1953 — 1955	72,7	14,6	3,1	3,7	1,0	4,4
1960	52,8	28,3	2,8	3,1	4,0	8,8
1962	47,1	33,6	2,5	3,5	4,7	7,6
1965	45,0	33,6	2,7	5,2	5,3	7,0

Данные таблицы показывают, что за десятилетний период качество получаемой древесины в лесах Гослесфонда резко ухудшилось, уменьшился выход ценных сортиментов (пиловочника, фанерного кряжа), заготовляемых из наиболее крупномерного леса, увеличилось количество менее ценных (строительный лес, балансы и др.).

Непрерывный рост потребления фанерного сырья ставит перед лесным хозяйством УССР задачу увеличения местной сырьевой базы. Это возможно осуществить при организации специализированных хозяйств по выращиванию фанерного сырья в дубовых, буковых, ольховых и березовых древостоях.

На размер отпуска древесины будет также влиять переход особо защитных площадей лесов II группы в I. Это мероприятие, в первую очередь, должно быть осуществлено в Карпатах, леса которых выполняют чрезвычайно важную водоохранную, защитную, гидрологическую и климатическую функцию (за исключением некоторых массивов предгорного пояса).

Годичная расчетная лесосека по Украине, определенная в объеме 5498 тыс. $м^3$ на основании данных учета лесного фонда в полном соответствии с утвержденной методикой по каждому лесному предприятию и хозяйственной секции в отдельности, исходя из их конкретных естественноисторических и экономических условий, является очень напряженной и максимально возможной (в лесах II группы — 4822 тыс. $м^3$, I — 676 тыс. $м^3$).

Пользуясь методикой расчета размера лесопользования в лесах гослесфонда СССР с некоторыми изменениями, дающими возможность

осуществить проектирование на длительную перспективу, в 1967 г. мы провели ориентировочные расчеты отпуска леса на перспективный период по Юго-Западному экономическому району, в котором сконцентрированы основные запасы лесосечного фонда республики. На текущее десятилетие расчетная лесосека главного пользования по II группе лесов составляет 4549 тыс. $м^3$, или 94,3% размера отпуска по УССР. При этом установлено, что принятый объем главного пользования на ближайший период весьма интенсивен.

Приводим данные, подтверждающие этот вывод. По сосновым хозяйствам размер ежегодной расчетной лесосеки установлен 5578 *га*, на следующее десятилетие (1986—1995 гг.) — 5508 *га*. Уменьшение по площади происходит вследствие недостатка спелых древостоев, составляющих по удельному весу на 1966 г. 3,6%, а на 1/I 1976 г. — 4,5% всей лесопокрытой площади. По дубовым хозяйствам расчетная лесосека текущего десятилетия составляет 2679 *га*, а на последующий десятилетний период — 2361 *га*, то есть уменьшается на 11,9%. В настоящее время удельный вес спелых древостоев равен 8%, а через десять лет он составит 6,6% лесопокрытой площади.

По всем лесам II группы расчетная лесосека на 1976—1985 гг. ориентировочно установлена 22175 *га*, в то время как на текущее десятилетие отпуск леса на площади определен в 22653 *га*, то есть на 2,1% больше, чем в перспективном периоде.

Тенденция к увеличению лесопользования наступит только через 15—20 лет, когда средневозрастные древостои перейдут в категорию приспевающих и спелых. За этот период увеличатся не только площади эксплуатационного фонда республики, но и продуктивность лесов на 10—15%.

Отпуск леса на текущее десятилетие в лесах I группы в размере 676 тыс. $м^3$ вполне реален, тем более, что увеличивается за счет буреломной и ветровальной древесины в районе Карпат. В спелых и перестойных древостоях лесов I и II групп, не вошедших в расчет, следует своевременно проводить санитарные рубки.

Между наличием местных лесосырьевых ресурсов и потребностью в лесоматериалах разрыв очень большой, проводимые мероприятия по рациональному использованию древесины еще недостаточны. Так, общеизвестно, что стоимость выпуска продукции из 100 $м^3$ заготовленной древесины в СССР и на Украине значительно ниже, чем в ряде других стран. Поэтому широкое внедрение научно обоснованных рекомендаций по рациональному использованию сырья во всех отраслях народного хозяйства — весьма важная и неотложная задача.

Продуктивность лесов УССР повышается замедленными темпами. Это подтверждается приведенными данными динамики запасов и приростов насаждений.

С целью дальнейшего увеличения размера отпуска древесины из лесов республики необходимо: улучшить породный состав лесов и размещение главных лесообразующих пород; повысить полноту насаждений; увеличить местную сырьевую базу путем создания насаждений из быстрорастущих пород; рационально использовать земли лесного фонда и сократить сроки лесовозобновления.

Поступила 20 января 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 531 : 634.0.5

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ДИНАМИКИ ПОВАЛА ДЕРЕВЬЕВ НА НАКЛОННУЮ ПРИЕМНУЮ БАЛКУ

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

При фронтальном повале деревьев «на себя» агрегатная машина обычно валит их на горизонтальную приемную балку. Однако в принципе возможен такой технологический процесс повала, при котором пильное приспособление установлено впереди и сбоку машины, имеется вынесенная в сторону наклонная приемная балка OB (рис. 1), которая, вообще говоря, может быть как подвижной, так и неподвижной по отношению к машине. Предполагается, что дерево, ударившись об эту балку, смещается затем вниз на коники, где и формируется пакет. Идея такого способа повала высказывалась, например, С. Ф. Орловым. В настоящей статье рассматриваются некоторые вопросы динамики этого способа повала.

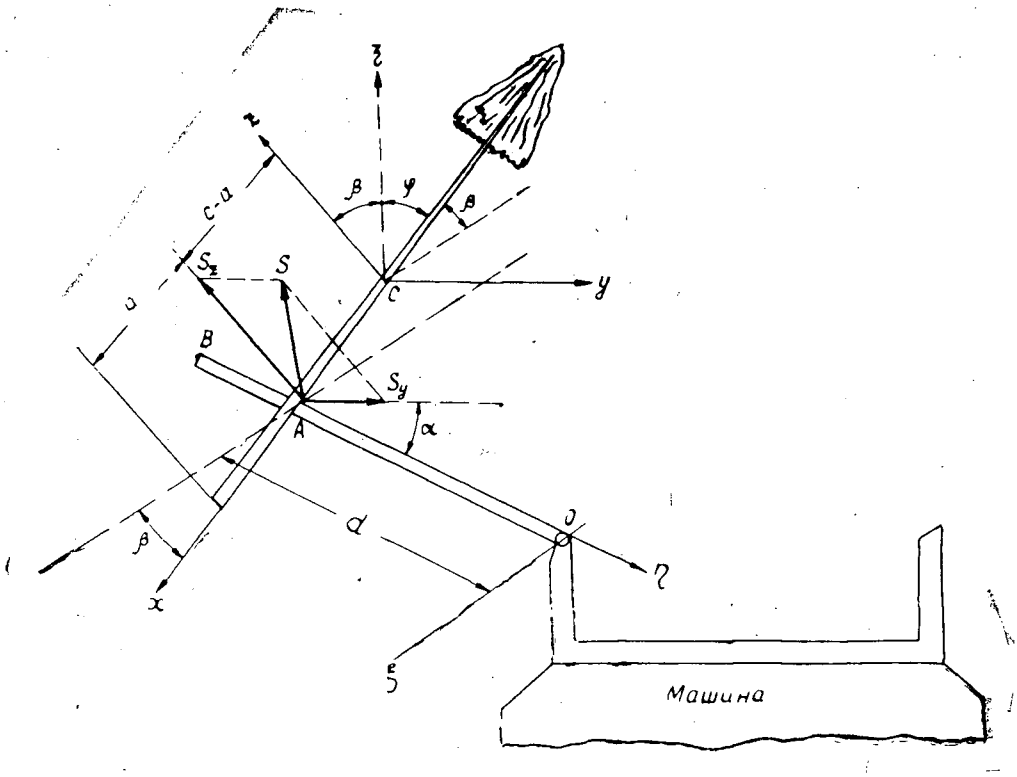


Рис. 1.

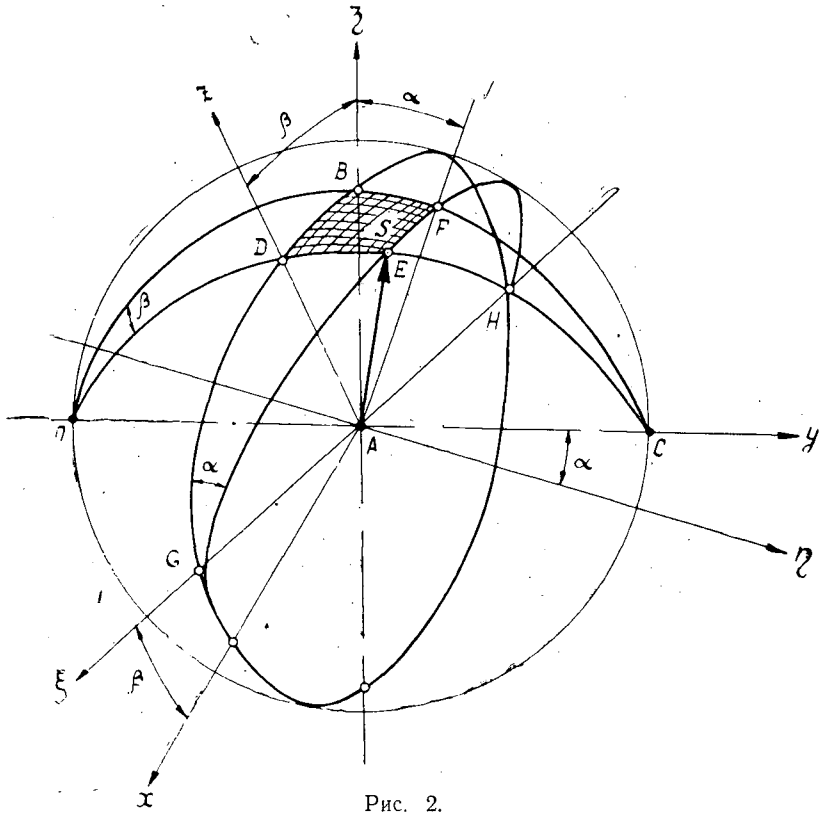


Рис. 2.

Пусть дерево падает на подвижную приемную балку OAB, могущую свободно поворачиваться в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости падения дерева, вокруг горизонтальной оси $O\xi$ и при помощи упругого элемента удерживаемую под некоторым углом α к горизонту (рис. 1).

Из точки A, как из центра, проведем сферу радиуса S (рис. 2). На этой сфере начертим дуги больших кругов, плоскости которых соответственно перпендикулярны: $OBFC \perp A\xi$, $ODEC \perp Ax$, $GDBH \perp Ay$ и $GEFH \perp A\eta$. Так как ударный импульс S должен быть перпендикулярен как к Ax (стволу дерева), так и к $A\eta$ (балке), то S направлен по линии пересечения плоскостей $ODEC$ и $GEFH$, то есть по AE. Найдем направляющие косинусы для S. Из сказанного следует, что

$$\cos(S, x) = 0. \tag{1}$$

Из прямоугольного сферического треугольника EFC с прямым углом F следует, что [2]

$$\cos(S, y) = \cos EC = \cos EF \cos FC = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 EF}};$$

$$\operatorname{tg} EF = \sin FC \cdot \operatorname{tg} C = \cos\alpha \operatorname{tg}\beta,$$

откуда после подстановки и некоторых преобразований получаем

$$\cos(S, y) = \frac{\sin\alpha\cos\beta}{\sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha\cos^2\beta}}. \tag{2}$$

Аналогично из прямоугольного сферического треугольника DEG с прямым углом D следует, что

$$\cos(S, z) = \cos DE = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 DE}};$$

$$\operatorname{tg} DE = \sin DG \operatorname{tg} G = \cos\beta \operatorname{tg}\alpha,$$

откуда

$$\cos(S, z) = \frac{\cos\alpha}{\sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha\cos^2\beta}}. \qquad (3)$$

Формулы (1), (2) и (3) дают значения искомых направляющих косинусов; сумма их квадратов равна единице.

Проектируя на оси векторы изменения количества движения и кинетического момента дерева относительно его центра тяжести за время удара

$$M\vec{v}_{c2} - M\vec{v}_{c1} = \vec{S}; \quad \vec{L}_{c2} - \vec{L}_{c1} = \vec{m}_c(\vec{S}),$$

а также учитывая закон об изменении кинетического момента балки относительно оси $O\xi$, имеем

$$\left.\begin{aligned} Mv_{c2x} - Mv_{c1x} &= S_x, \quad L_{c2x} - L_{c1x} = m_x(\vec{S}) \\ Mv_{c2y} - Mv_{c1y} &= S_y; \quad L_{c2y} - L_{c1y} = m_y(\vec{S}) \\ Mv_{c2z} - Mv_{c1z} &= S_z; \quad L_{c2z} - L_{c1z} = m_z(\vec{S}) \\ & \qquad L_{2\xi} = m_\xi(-\vec{S}). \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Так как в нашем случае проекции на оси скорости центра тяжести дерева и его угловой скорости соответственно до и после удара, а также моменты инерции дерева относительно осей

$$\left.\begin{aligned} v_{c1x} = v_{c1y} = 0; \quad v_{c1z} = -\omega_0 c; \quad v_{cx}, v_{cy}, v_{cz} \\ \omega_{1x} = \omega_{1z} = 0; \quad \omega_{1y} = -\omega_0; \quad \omega_x = 0; \quad \omega_y, \omega_z \\ J_x = J_{xy} = J_{xz} = J_{yz} = 0; \quad J_y = J_z = J_c, \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

где J_c — центральный момент инерции дерева, то вычисляя по общему правилу кинетические моменты дерева относительно осей до и после удара, имеем

$$\left.\begin{aligned} L_{c1x} &= 0; & L_{c2x} &= 0 \\ L_{c1y} &= -J_c\omega_0; & L_{c2y} &= J_c\omega_y \\ L_{c1z} &= 0; & L_{c2z} &= J_c\omega_z. \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

К уравнениям (4) следует добавить соотношение, получаемое из допущения Ньютона о характере удара, которое в предположении об абсолютной неупругости удара ($k = 0$) имеет вид

$$\left(\vec{v}_c + \vec{\omega}\times\vec{CA} - \vec{\Omega}\times\vec{OA}\right)\vec{n} = 0, \qquad (7)$$

где $\vec{v}_c$, $\vec{v}_A = \vec{v}_c + \vec{\omega}\times\vec{CA}$ — соответственно скорость центра тяжести и точки A дерева после удара;

$\vec{\Omega} \times \vec{OA}$ — скорость точки A балки после удара;

$\vec{\omega}$, $\vec{\Omega}$ — векторы угловой скорости дерева и балки после удара;

$\vec{n} = \frac{\vec{S}}{S}$ — единичная нормаль в точке A соударения дерева и балки.

Подставляя выражения (5) и (6) в (4), а также разворачивая скалярные произведения векторов (7) как сумму произведений их проекций, получаем следующую систему уравнений для определения искомых величин:

$$\left.\begin{aligned}
Mv_{cy} - \frac{\sin\alpha\cos\beta}{A} S &= 0 \\
Mv_{cz} - \frac{\cos\alpha}{A} S &= -Mc\omega_0 \\
J_c\omega_y + \frac{(c-a)\cos\alpha}{A} S &= -J_c\omega_0 \\
J_c\omega_z - \frac{(c-a)\sin\alpha\cos\beta}{A} S &= 0 \\
J\Omega - \frac{d\cos\beta}{A} S &= 0 \\
\sin\alpha\cos\beta v_{cy} + \cos\alpha\, v_{cz} - (c-\alpha)\cos\alpha\omega_y + \\
+ (c-a)\sin\alpha\cos\beta\omega_z + d\cos\beta\Omega &= 0,
\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

где $A = \sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha\cos^2\beta}$;

J, Ω — момент инерции и угловая скорость (после удара) балки относительно оси $O\xi$.

Из системы (8) по правилам алгебры находим

$$\left.\begin{aligned}
S &= \frac{JJ_cMAa\cos\alpha}{J[J_c + M(c-a)^2]A^2 + J_cMd^2\cos^2\beta}\,\omega_0 \\
v_{cy} &= \frac{\sin\alpha\cos\beta}{MA} S; \quad v_{cz} = -c\omega_0 + \frac{\cos\alpha}{MA} S \\
\omega_y &= -\omega_0 - \frac{(c-a)\cos\alpha}{J_cA} S; \quad \omega_z = \frac{(c-a)\sin\alpha\cos\beta}{J_cA} S \\
\Omega &= \frac{d\cos\beta}{AJ} S,
\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

где по-прежнему $A = \sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha\cdot\cos^2\beta}$.

Угловые отклонения балки OB найдутся, как ее собственные колебания после удара. Так как при $t=0$ $\Theta=0, \dot{\Theta}=\Omega$, то эти колебания имеют вид

$$\left.\begin{aligned}
\Theta &= \Omega\sqrt{\frac{J}{c_y}}\sin\sqrt{\frac{c_y}{J}}\,t \\
Q_{max} &= \Omega\sqrt{\frac{J}{c_y}} = \frac{d\cos\beta}{A\sqrt{c_yJ}} S,
\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

где Θ, Θ_{max} — соответствующие угловые отклонения балки, отсчитываемые из равновесного ее положения α;

c_y — коэффициент жесткости упругого элемента балки.

Из уравнений (10) могут быть определены оптимальные значения параметров балки J и c_y, обеспечивающие допустимые отклонения Θ_{max}.

В частности, если балка закреплена под углом α неподвижно (то есть $J=\infty$), то из формул (9) получаем

$$S=\frac{J_c Ma\cos\alpha}{[J_c+M(c-a)^2]A}\omega_0;\quad \Omega=0, \tag{11}$$

а остальные величины находим путем подстановки значения S из выражений (11). Если к тому же балка и горизонтальна ($\alpha=0$), то из формул (9) и (11) следует, что $v_{cy}=\omega_z=0$, а для S, v_{cz} и ω_y вытекают формулы, полученные ранее для случая падения дерева на неподвижную горизонтальную балку [1].

Найдем скорость точки A дерева после удара. Так как $\vec{v}_A=\vec{v}_c+\vec{\omega}\times\vec{cA}$, то, проектируя это векторное соотношение на направления η, x и S, получаем

$$v_{A\eta}=v_{cy}\cos\alpha-v_{cz}\sin\alpha\cos\beta+\omega_y(c-a)\sin\alpha\cos\beta+\omega_z(c-a)\cos\alpha;$$

$$v_{Ax}=0;\quad v_{AS}=0.$$

После подстановки сюда значений из выражений (9) получаем

$$\left.\begin{aligned} v_{A\eta}&=a\omega_0\sin\alpha\cos\beta\\ v_{Ax}&=v_{AS}=0.\end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Отсюда видно, что скорость точки A дерева после удара направлена только вдоль балки и не зависит ни от собственных параметров, ни от подвижности или неподвижности балки.

Численные значения $v_{A\eta}$ и ω_z приведены в табл. 1. Они вычислены с учетом смягчающих удар факторов $\left(\text{при } \frac{M}{m}=0{,}4\right)$ [2] и при неподвижной приемной балке.

Таблица 1

$\alpha=40°$, $\beta=50°$			$\frac{a}{l}=0{,}15$, $\beta=50°$			$\frac{a}{l}=0{,}15$, $\alpha=40°$			
$\frac{a}{l}$	$\frac{v_{A\eta}}{\sqrt{l}}$	$\omega_z\sqrt{l}$	$\alpha°$	$\frac{v_{A\eta}}{\sqrt{l}}$	$\omega_z\sqrt{l}$	$\beta°$	$\frac{v_{A\eta}}{\sqrt{l}}$	$\omega_z\sqrt{l}$	$\frac{\omega_z}{\omega_0}$
0,10	0,108	0,074	30	0,126	0,084	50	0,162	0,108	0,041
0,15	0,162	0,108	40	0,162	0,108	40	0,193	0,117	0,045
0,20	0,216	0,129	50	0,193	0,124	30	0,218	0,123	0,047
0,25	0,270	0,116	60	0,218	0,128	20	0,237	0,126	0,048

Так, например, для дерева высотой $l=20$ *м* и при $\frac{a}{l}=0{,}15$, $\alpha=40°$, $\beta=40°$ из таблицы получаем: $v_{A\eta}=\sqrt{20}\cdot 0{,}193=0{,}86$ *м/сек*; $\omega_z=\frac{0{,}117}{\sqrt{20}}=0{,}026$ *рад/сек*, причем $\omega_z=0{,}045\,\omega_0$. Аналогично при $l=20$ *м*, $\frac{a}{l}=0{,}2$, $\alpha=40°$, $\beta=50°$ имеем $v_{A\eta}=0{,}97$ *м/сек*; $\omega_z=0{,}029$ *рад/сек*.

Итак, непосредственно после удара о приемную балку точка A дерева с довольно значительной скоростью движется вдоль балки вниз, а само дерево при этом, продолжая падать, одновременно поворачивается вокруг оси z с очень незначительной угловой скоростью, составляющей всего несколько процентов от угловой скорости падения дерева ω_0 к моменту удара.

Если такой характер движения дерева непосредственно после удара сохранится на все время его движения вплоть до падения на коники, то можно надеяться, что при надлежащем выборе конструктивных параметров приемного устройства и при соответствующем технологическом процессе может быть достигнуто самопакетирование деревьев.

Поэтому представляет интерес изучение дальнейшего движения дерева вплоть до его падения на коники.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Дебердеев. Некоторые вопросы динамики повала дерева. Труды ЛТА, № 83, 1959. [2]. А. А. Дебердеев. Обобщение влияния различных смягчающих факторов на ударные нагрузки при повале деревьев на агрегатные машины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1969. [3]. Н. Н. Степанов. Сферическая тригонометрия. Гостехиздат, М.—Л., 1948.

Поступила 7 января 1967 г.

УДК 625.874

ОБ ИЗНОСЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ НА КОЛЕЙНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГАХ

В. К. ГАРМАТЮК

(Московский лесотехнический институт)

Истирание, выбивание, выкрашивание материала в железобетонных плитах на колейных лесовозных дорогах вызывает снижение общей толщины плит, в ряде случаев на глубину до верхней сетки арматуры. В дальнейшем образуются сквозные проломы, и плиты разрушаются.

Износ плит нарушает ровность покрытия, вносит ограничения в скорости движения автомобилей, снижает их эксплуатационные показатели и прямо определяет сроки службы колейных дорог. В связи с этим очень важно знать причины образования данного вида дефекта и закономерности его роста.

Износ плит изучен еще недостаточно. Это обусловлено главным образом тем, что на большинстве дорог срок службы плит все еще невелик. В опубликованных работах [1], [2], [3] даны общие описания причин образования дефекта.

Износ плит, как известно, характеризуется тремя стадиями: 1 — появление зерен щебня на поверхности (плиты типа ПДЯ); 2 — выкрашивание бетона вокруг отверстий и в перемычках (плиты типа ПРД); 3 — выкрашивание бетона до верхней сетки арматуры.

Стадии износа зависят от следующих факторов: рельефа, климата, почвенно-грунтовых условий, качества постройки дороги, напряженности движения и особенно свойств материала в плитах и нагрузки. Марка применяемого цемента в бетоне, идущего на изготовление плит, и качество заполнителя существенно влияют на износ плит.

Бетон с мягким гравием и неморозоустойчивым шлакопортландцементом, используемым в плитах (особенно в зимнее время), приводит к быстрому износу последних, в этом случае в плитах замечается даже шелушение бетона с выкрашиванием частичек заполнителя и появление микровпадин. Как показали наблюдения, шелушению поверхности плит и расслоению бетона особенно подвержены плиты с высоким водоцементным отношением и недостаточным уплотнением заполнителя.

Влияние горизонтальных и вертикальных усилий от колес автопоездов на износ железобетонных плит особенно заметно в период интенсивного выпадения осадков (в весенне-осенние периоды). В это время на уклонах происходит значительное засорение колейных ниток жидкой грязью и песком. Действие колес и указанных абразивных материалов вызывает интенсивное истирание плит. Износ наиболее интенсивен на спусках и подъемах в грузовом направлении, на участках переездов, выездов с усов и на участках, где происходит постоянное торможение транспорта.

Многолетние исследования работы колейных лесовозных автомобильных дорог Вологодской области показали, что главными факторами, определяющими износ плит, являются общий грузооборот дороги с начала ее эксплуатации и величина продольных уклонов поверхности дороги. Характер зависимости износа плит от уклонов и грузооборота достаточно ясно виден из графика зависимости износа плит n от Q и i (рис. 1), построенного на основании опытных наблюдений на некоторых колейных автодорогах в Вологодской области.

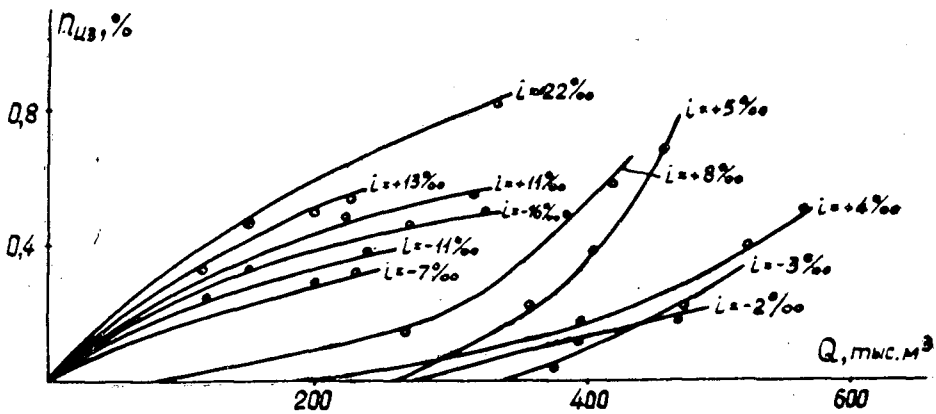


Рис. 1.

После обработки экспериментальных материалов были получены данные (рис. 2), показывающие зависимость возрастания износа плит с увеличением подъемов и спусков в грузовом направлении.

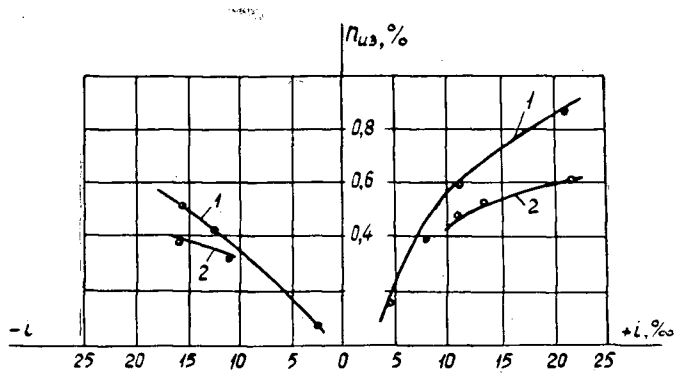


Рис. 2.

1 — Q = 350 тыс. $м^3$; *2* — Q = 200 тыс. $м^3$.

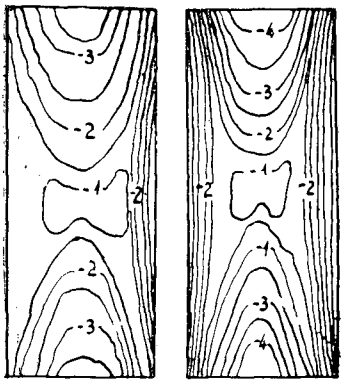


Рис. 3.

На основании опытных измерений величин износа в контрольных плитах, выполненных на Прилукской колейной железобетонной автодороге, можно сделать также заключение о неоднородности износа отдельных частей поверхности плит, а также о большом износе и более быстром его росте (как и всех остальных дефектов) для плит, расположенных на левой нитке колесопровода (в грузовом направлении), что связано, в первую очередь, с бо́льшими динамическими нагрузками на эту нитку.

Наибольший износ поверхности плит на торцовых и боковых кромках происходит на левой нитке колесопровода. Закругление (износ) боковых кромок плит связано с воздействием на плиты не столько автотранспорта, сколько обслуживающих дорогу механизмов (грейдеров, прицепных орудий, угольников, катков и т. д.). Наиболее характерный вид износа плит показан на рис. 3 (изолинии отражают степень износа поверхности на разных участках). Общая закономерность износа плит на трехколейных лесовозных автодорогах в зависимости от грузооборота может быть задана таблицей опытных наблюдений (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Первая автодорога		Вторая автодорога		Третья автодорога	
	всего плит с износом, шт.	грузооборот, тыс. $м^3$	всего плит с износом, шт.	грузооборот, тыс. $м^3$	всего плит с износом, шт.	грузооборот, тыс. $м^3$
Износ верхнего слоя плиты и разработка отверстий с образованием лунок	224	710	145	225	0	180
	311	370	171	390	12	130
	531	1137	241	522	31	241
	717	1206	543	580	62	286
Общее число проверенных плит	31164	710	15204	2250	10311	18
	31262	970	15156	390	10295	130
	31082	1137	15217	522	10313	241
	31117	1206	15186	580	10302	286

Уравнение кривой износа железобетонных плит в зависимости от грузооборота автодороги, полученное в результате обработки приведенной таблицы, имеет вид

$$n_{из} = A\Theta^{\alpha} \pm B,$$

где α — показатель степени;

A, B — коэффициенты;

Θ — грузооборот дороги с начала ее эксплуатации (размерность $\frac{Q}{10^6}$);

$n_{из}$ — износ плит, % от общего их количества на дороге.

Для первой автодороги: $A = 1{,}18$; $B = 0{,}56$; $\alpha = 6{,}2$; для второй: $A = 4{,}17$; $B = 0{,}78$; $\alpha = 3{,}7$; для третьей: $A = 16{,}6$; $B = -0{,}002$; $\alpha = 2{,}25$.

При условии сохранения подобной закономерности износ всех плит на глубину более 30 *мм* на всем протяжении магистралей всех трех колейных автодорог произойдет при грузооборотах 1,8—2,3 млн. $м^3$.

Для усиления сопротивления дорожных плит истиранию и удлинения сроков их работы целесообразно в конструкцию плит ввести слой из материалов с повышенной сопротивляемостью износу. На основании полученных данных о характере износа поверхности плит можно предложить профиль износоустойчивого слоя для плит (рис. 4) в виде двух треугольников с вершиной в середине поверхности плиты.

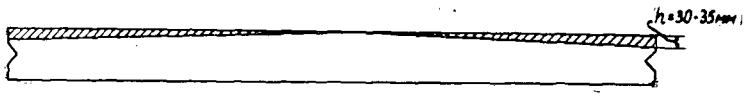


Рис. 4.

Практическим мероприятием, снижающим износ поверхности плит, является уменьшение посадки их пристыковых участков, благодаря подбивке и повышению уплотнения подстилающего слоя грунта и торцовых кромок плит, а также перенос плит с уклонов на горизонтальные участки при ремонте дорог, ремонт самих плит.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. В. Коновалов. Исследование прочности и работоспособности сборно-разборных железобетонных покрытий автомобильных дорог. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. [2]. Н. И. Скрипов. Сборное железобетонное покрытие на лесовозных дорогах. Гослесбумиздат, 1962. [3]. Н. И. Скрипов, Л. Е. Савин. О работе стыка решетчатых дорожных железобетонных плит. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1958.

Поступила 18 ноября 1968 г.

УДК 625.14

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УЗКОКОЛЕЙНЫХ РЕЛЬСОВ

Л. П. БИРИЧЕВСКИЙ, Г. А. КАЛИНИН, В. В. ЩЕЛКУНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Характер воздействия подвижного состава на путь в значительной степени обусловливается положением колесных пар относительно рельсовых нитей и, в первую очередь, величиной суммарного зазора $\delta_1 + \delta_2$

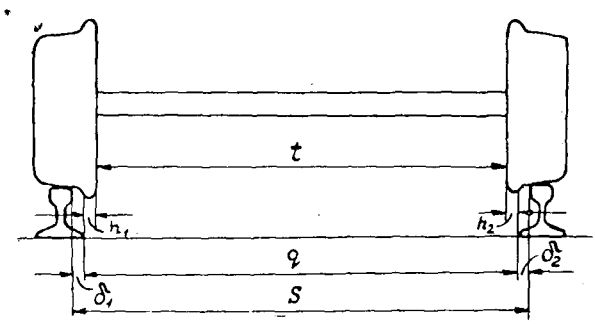


Рис. 1. Колесная пара на рельсовом пути.

между рельсами и гребнями колес (рис. 1). Величина зазора определяется шириной колеи S, шириной колесной пары q и, без учета изгиба осей колесных пар под нагрузкой и забега гребней, для практических расчетов может быть выражена зависимостью

$$\delta_1 + \delta_2 = S - q. \qquad (1)$$

Наибольшие и наименьшие величины зазора $\delta_1 + \delta_2$, согласно формуле (1), составляют

$$(\delta_1 + \delta_2)_{max} = S_{max} - q_{min};$$
$$(\delta_1 + \delta_2)_{min} = S_{min} - q_{max}.$$

Нормативные требования по размерам колесных пар лесовозного подвижного состава и соответственно расчетные предельные значения суммарного зазора $\delta_1 + \delta_2$ сведены в табл. 1.

Таблица 1

Колеса	Толщина гребней, *мм*		Насадка колес, *мм*		Ширина колесной пары, *мм*		Суммарный зазор, *мм*	
	h_{max}	h_{min}	t_{max}	t_{min}	q_{max}	q_{min}	$(\delta_1 + \delta_2)_{max}$	$(\delta_1 + \delta_2)_{min}$
Локомотивные	25	16	688	682	738	714	40	10
Прицепного состава								
а) стальные с шириной обода 100 и 145 *мм* . . .	25	16	688	682	738	714	40	10
б) чугунные	28,5	18	687	682	744	718	36	4

Для определения действительных величин зазора $\delta_1 + \delta_2$ выполнен анализ фактических размеров ширины колеи и колесных пар обращающегося подвижного состава на ряде крупных лесовозных ужд (Конецгорская, Нюбская, Верховская, Усть-Ваеньгская и Урдомская) объединения «Архангельсклеспром». Результаты статистической обработки замеров ширины колеи S на прямолинейных участках магистральных путей, насадки q и толщины гребней на одной колесной паре $h_1 + h_2$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Замеряемые величины	Число измерений	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратическое отклонение
Ширина колеи, *мм*	7096	758	4,1
Насадка колесных пар, *мм*	1702	683	2,5
Толщина двух гребней, *мм* .	1702	49	1,9

Используя графики плотности вероятностей исходных величин, по известным из теории вероятностей формулам [2] выполнены композиционные расчеты зависимостей $q = t^* (h_1 + h_2)$ и $\delta_1 + \delta_2 = S^* q$. В результате получены следующие значения фактических величин зазора $\delta_1 + \delta_2$ между гребнями колес и рельсами пути: среднее арифметическое значение — 26 *мм*, наибольшее вероятное — 41 *мм*, наименьшее — 11 *мм*.

Изменения фактических значений зазора $\delta_1 + \delta_2$ находятся в пределах требований ПТЭ, однако при этом может наблюдаться грубое несоответствие этим требованиям размеров рельсовой колеи и насадки колес.

Экспериментальное изучение влияния положения колесных пар на характер их воздействия на путь проводилось на Верховской ужд. Опытное звено из рельсов Р18 находилось в конце участка, на протяжении которого изменялась ширина колеи, а следовательно, и величина зазора $\delta_1 + \delta_2$ между колесами состава и рельсами пути. Для одного рельса опытного звена в каждом шпальном ящике измеряли нормальные напряжения в наружных и внутренних кромках подошвы, величиной которых принято оценивать напряженное состояние рельсов. Кроме этого, в середине опытного звена по двум сечениям определяли деформации шейки рельсов. Расположение датчиков по длине опытного звена и по сечениям показано на рис. 2. Напряжения и деформации в рельсах измеряли с помощью осциллографов ОТ-24 в 36 точках.

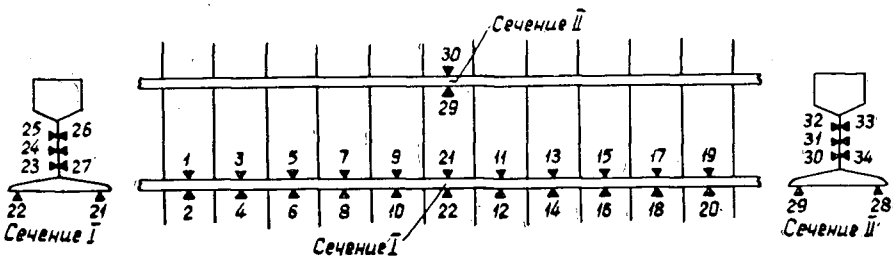


Рис. 2. Расположение датчиков на опытном звене.

Отсчеты по датчикам 23, 24 (двойной), 25, 26, 27, 30, 31 (двойной), 32, 33 и 34 использовали для определения величин вертикального и бокового давлений от колес проходящего подвижного состава и величины эксцентриситета приложения вертикальной нагрузки, методика расчета которых изложена в одной из наших работ [3]. Одновременно с помощью вибрографов ВР-1 измеряли боковые отжатия рельсов.

Опытный состав включал в себя тепловоз ТУ-4, порожний и груженый сцепы ЦНИИМЭ — АВЗ. Данные о размерах колесных пар состава и ширины колеи на опытном звене позволяют по формуле (1) получить значения зазора между гребнями колес и рельсами.

Величины $\delta_1 + \delta_2$ для принятых четырех вариантов ширины колеи по осредненным значениям S и q приведены в табл. 3.

Таблица 3

Ширина колеи, *мм*	Величина зазора $\delta_1 + \delta_2$, *мм*	
	ТУ-4	ЦНИИМЭ — АВЗ
766	31	34
756	21	24
750	15	18
743	8	11

В дальнейшем изложении изменения параметров, принятых для характеристики взаимодействия пути и подвижного состава, приводятся в зависимости от величины суммарного зазора между гребнями колес опытного поезда и рельсами.

Результаты определения напряжений в наружных $\sigma_н$ и внутренних $\sigma_в$ кромках рельсов от воздействия тепловоза ТУ-4, обработанные методами математической статистики, сведены в табл. 4. Опыты проводили при скоростях движения поезда 5, 15 и 30 *км/час*. Из опытных данных следует, что напряжения от изгиба в кромках подошвы рельсов практически не зависят от скорости движения поезда. Это позволяет объединить данные по каждой ширине колеи в одну статистическую совокупность, которая графически представлена на рис. 3, *а*. Видно, что при значительных зазорах $\delta_1 + \delta_2$ напряжения в наружной кромке подошвы рельсов невелики, с уменьшением зазора они повышаются и при $\delta_1 + \delta_2 = 8$ *мм* их средние арифметические значения

Таблица 4

Колея, зазор	Место измерения напряжений	Скорость, км/час	Число замеров	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратическое отклонение	Наибольшие (и наименьшие) вероятные значения
Колея 766 мм, $\delta_1 + \delta_2 =$ = 31 мм	Наружная кромка	5	169	223	124	533 (—87)
		15	184	204	139	552 (—144)
		30	167	201	146	566 (—164)
		Средние	520	209	137	522 (—134)
	Внутренняя кромка	5	138	850	230	1425 (275)
		15	155	858	250	1483 (233)
		30	145	844	284	1554 (134)
		Средние	438	851	255	1488 (214)
Колея 756 мм, $\delta_1 + \delta_2 =$ = 21 мм	Наружная кромка	5	174	417	89	640 (195)
		15	200	406	84	616 (196)
		30	147	390	115	678 (102)
		Средние	521	405	96	645 (165)
	Внутренняя кромка	5	157	650	146	1015 (285)
		15	172	618	158	1013 (223)
		30	148	614	169	1037 (191)
		Средние	477	627	158	1022 (232)
Колея 750 мм, $\delta_1 + \delta_2 =$ = 15 мм	Наружная кромка	5	167	782	233	1365 (199)
		15	174	794	241	1397 (191)
		30	174	753	240	1353 (153)
		Средние	515	776	238	1371 (181)
	Внутренняя кромка	5	155	304	192	784 (- 176)
		15	175	345	204	855 (—165)
		30	161	330	221	883 (—223)
		Средние	491	336	209	859 (—187)
Колея 743 мм, $\delta_1 + \delta_2 =$ = 8 мм	Наружная кромка	5	183	1128	335	1965 (291)
		15	149	1092	401	2094 (90)
		30	157	1048	361	1950 (146)
		Средние	489	1091	364	2001 (181)
	Внутренняя кромка	5	176	—132	324	678 (—942)
		15	135	—144	350	731 (—1019)
		30	148	—148	355	739 (—1035)
		Средние	459	—141	342	714 (—996)

Примечание. Величина напряжений приведена в $кГ/см^2$; знак минус означает сжимающие напряжения.

достигают 1090 $кГ/см^2$. Наибольшее вероятное значение напряжений при этом составляет 2000 $кГ/см^2$, что превышает допустимое [1]. Средние арифметические напряжения на внутренней кромке подошвы рель-

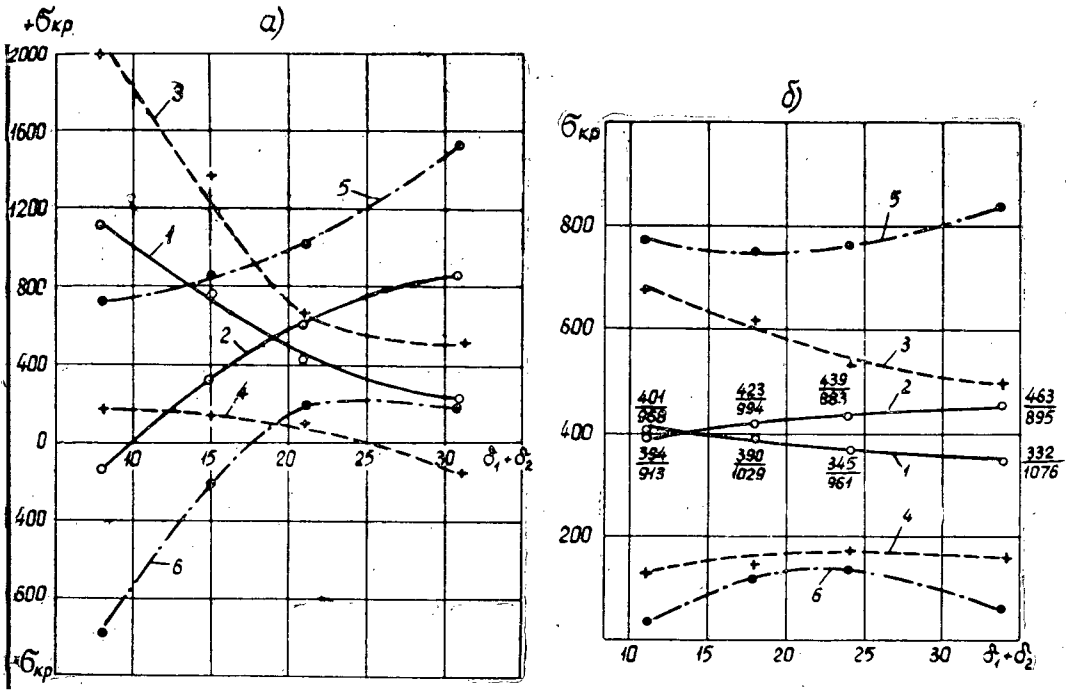


Рис. 3. Кромочные напряжения в подошве рельсов от воздействия тепловоза ТУ-4 (*а*) и сцепа ЦНИИМЭ — АВЗ (*б*) (в числителе — среднее арифметическое значение напряжений, *кГ/см*²; в знаменателе — число измерений).

1 и 2 — средние значения напряжений в наружной и внутренней кромках рельсов; *3* и *5* — максимальные вероятные напряжения; *4* и *6* — минимальные вероятные напряжения.

са при уменьшении зазора с 31 до 8 *мм* изменяются с 850 до 140 *кГ/см*². При малых зазорах на внутренних кромках рельсов возникают сжимающие напряжения.

Наименьшие значения напряжений как в наружных, так и во внутренних кромках рельсов соответствуют зазору $\delta_1 + \delta_2$, равному 19—20 *мм*. Взаимодействие колесной пары и рельсовой колеи при таком зазоре обусловливают наиболее благоприятную работу рельса под колесами тепловоза.

Изменение кромочных напряжений, вызванных воздействием груженого сцепа ЦНИИМЭ — АВЗ, от величины зазора между гребнями колес сцепа и рельсами опытного звена приведены на рис. 3, *б*. Кромочные напряжения в подошве рельса от воздействия груженого сцепа незначительны, их средние значения не превышают 460 *кГ/см*².

Средние значения вертикальных и боковых сил, воспринимаемые рельсами от колес тепловоза ТУ-4 по сечениям I и II (рис. 2), а также эксцентриситет вертикальной нагрузки, полученные по данным деформаций в шейке рельса, показаны на рис. 4. Величина бокового давления *H* от колес тепловоза резко возрастает при небольших зазорах $\delta_1 + \delta_2$. Минусовые значения величины *H* означают, что суммарная составляющая боковых сил, действующих на рельс, направлена внутрь колеи. Вертикальное динамическое давление *P* от колес тепловоза с увеличением $\delta_1 + \delta_2$ изменяется незначительно. В то же время видно, что при малых зазорах $\delta_1 + \delta_2$ вертикальная сила приложена около выкружки головки рельса, с возрастанием зазора увеличивается и эксцентриситет *e* вертикального давления. В центре головки

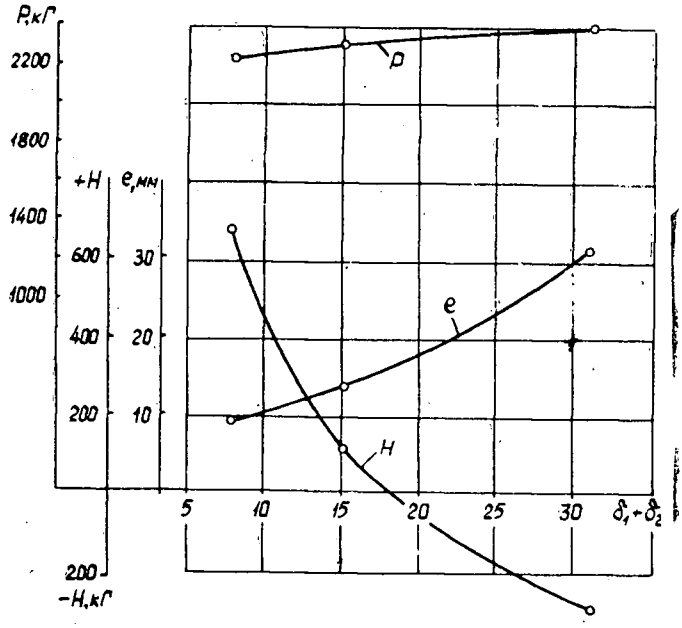


Рис. 4. Изменение вертикального P и бокового H давлений на рельс тепловоза ТУ-4 и величина эксцентриситета e вертикальной нагрузки.

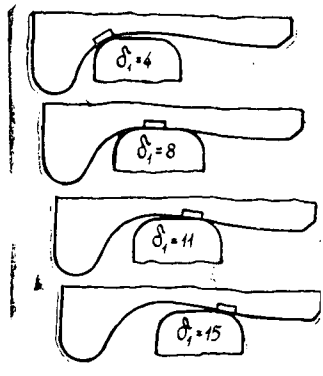


Рис. 5. Положение обода колеса тепловоза на рельсе.

рельса ($e = 20$ *мм*) вертикальное давление колеса приложено при зазоре $\delta_1 + \delta_2$, равном 21—22 *мм*.

Для колес сцепа ЦНИИМЭ — АВЗ не установлено существенных различий в величинах вертикальных и боковых сил, а также эксцентричности приложения вертикальной нагрузки. Характер силового воздействия подвижного состава на рельсы в значительной мере определяется также условиями контактирования колес экспериментального состава и рельсов, уложенных на опытном участке. Если колеса сцепа

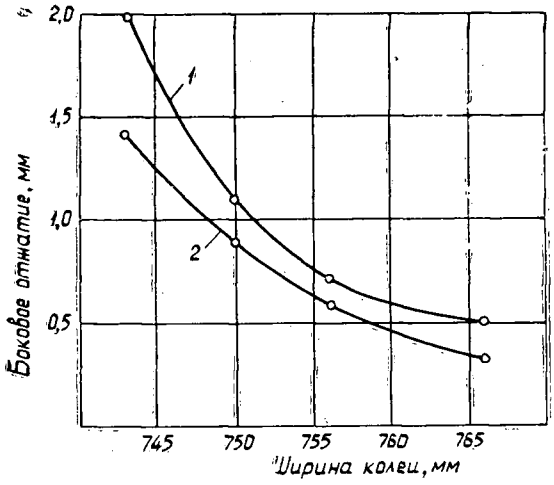


Рис. 6. Упругие отжатия рельсовой нити в середине звена *1* и на $^1/_4$ звена — *2* от колес опытного состава.

были новыми, то ободы колес тепловоза имели прокат до 7—9 *мм*, что несомненно сказалось на результатах опытов. Расположение обода колеса первой оси тепловоза на сечении I (рис. 2) представлено на рис. 5. Для других колес тепловоза прокат аналогичен. Положение колеса на рельсе показано при зазоре $\delta_1 = 4$, 8, 11 и 15 *мм*, что соответствует половине суммарного зазора между гребнями колес тепловоза и рельсами. Двойными линиями на рисунке показаны места возможного контактирования колеса и рельса. Видно, что при малых зазорах нагрузка от подвижного состава передается на участки, близкие к внутренней выкружке рельса. При больших зазорах колесо контактирует с внешней частью головки рельса. Это обстоятельство, видимо, и вызывает возникновение боковых сил, направленных внутрь колеи.

Боковые отжатия рельса фиксировали в его середине и на 1/4 звена в момент прохождения опытного состава при скоростях движения 15 и 30 *км/час*. Результаты статистической обработки данных о боковых отжатиях рельсов приведены на рис. 6. Как видно, по длине звена отжатия колеблются незначительно. Однако они резко различны для разных ширин колеи, а их средние значения колеблются от 2,0 *мм* при колее 743 *мм* до 0,2 *мм* при колее 766 *мм*.

Приведенные материалы экспериментальных исследований дают представление об изменении ряда параметров (напряжения в наружных и внутренних кромках рельсов, боковые и вертикальные воздействия колес опытного поезда на рельсы, боковые упругие отжатия рельсов) в зависимости от величины зазора $\delta_1 + \delta_2$. Их анализ показывает, что наиболее благоприятные условия взаимодействия колеса и рельса имеют место при зазоре $\delta_1 + \delta_2$ в пределах 15—21 *мм*. Прокат колес, сформированный фактическим состоянием пути на лесовозной дороге, вызывает резкое увеличение сил взаимодействия пути и подвижного состава при изменении ширины колеи.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колея 750 *мм*) на прочность. Трансжелдориздат, М., 1963. [2]. Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. Курс теории вероятностей и математической статистики. Изд-во «Наука», М., 1965. [3]. В. В. Щелкунов, Г. А. Калинин, Л. П. Биричевский. Воздействие лесовозного подвижного состава на путь узкоколейных железных дорог при разной ширине колеи. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1967.

Поступила 3 октября 1968 г.

УДК 621.87

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАБЕЛЕВОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ КРАНОВ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

Д. Л. ДУДЮК

(Львовский лесотехнический институт)

Эффективность использования штабелевочно-погрузочных кранов, работающих в комплексе с сортировочными транспортерами, на лесоскладских работах зависит от последовательности размещения накопителей и подштабельных мест вдоль транспортера.

Критериями оптимального порядка расположения накопителей являются затраты времени и эксплуатационные расходы на штабелевку

или погрузку единицы объема лесоматериалов. Оптимизация порядка расположения накопителей по критерию времени и эксплуатационным расходам для штабелевочно-погрузочного оборудования обеспечивается при минимальном расстоянии продольного перемещения последнего.

Для уменьшения пути продольного перемещения штабелевочно-погрузочного крана предложены два основных варианта упорядочения расположения накопителей. Первый вариант [1], [2] предусматривает размещение накопителей в порядке убывания процентного содержания поступающих в них сортиментов в общем объеме сортировки.

Согласно второму варианту накопитель с наибольшим объемом поступления сортиментов рекомендуется располагать в центре штабелевочно-погрузочного фронта, а по обе строны от него — накопители в порядке уменьшения объема накопления сортиментов.

В первом варианте эксплуатационные расходы для сортировочного транспортера минимальны, во втором незначительно повышаются в результате подачи наибольшего объема сортиментов к центру фронта штабелевочно-погрузочных работ; одновременно с этим снижается путь продольного перемещения и соответственно уменьшаются эксплуатационные расходы для грузоподъемного оборудования. Основное преимущество второго варианта — повышение производительности грузоподъемного оборудования.

Однако оба варианта упорядочения расположения накопителей дают лишь приближенное решение задачи. Кроме того, они малоприменимы при невозможности изменения местоположения одного или нескольких накопителей в данной технологической схеме склада.

Для аналитического определения оптимального порядка расположения накопителей различные варианты необходимо сравнить по величине пути продольного перемещения штабелевочно-погрузочного крана за определенный период времени. Это расстояние можно найти, исходя из последовательности набора пачек сортиментов в накопителях.

Исследования, проведенные автором на типичных нижних складах лесопромышленных предприятий Урала, Карпат и Калининской области, показали, что количество пачек сортиментов, поступающих из соответствующего накопителя к фронту штабелевочно-погрузочных работ за время t, распределяется по закону Пуассона [4], с параметром λt

$$P_r(t) = \frac{(\lambda t)^r}{r!} e^{-\lambda t}, \qquad (1)$$

где $r = 1,2,3 \ldots$;

λ — математическое ожидание числа пачек сортиментов, поступивших в единицу времени.

Для полного описания характера этого процесса достаточно вычислить математическое ожидание или среднее значение r_c числа пачек, поступивших за единицу времени.

Рассмотрим, например, штабелевочно-погрузочный процесс лесопромышленного предприятия Украины. На лесокомбинате «Осмолода» Ивано-Франковской области на участке штабелевки сортиментов, обслуживаемом консольно-козловым краном ККУ-7,5, производится сортировка и штабелевка одиннадцати видов сортиментов, для которых выделено 14 подштабельных мест (табл. 1).

Исходя из данных таблицы, по формуле (1) определяем вероятность поступлений r пачек сортиментов в соответствующий накопитель. На основании расчетов строим графики вероятностей набора r пачек сортиментов (рис. 1). Для простейшего потока требований — набора пачек в соответствующих карманах-накопителях — вероятность получе-

Таблица 1

№ штабеля	Наименование сортимента	Длина сортиментов, *м*	Поступление за смену			Время набора пачки, *час*
			объем, $м^3$	количество пачек		
				точное	округленное	
1	Пиловочник хвойный . .	3,0—4,0	30	4,0	4	2,0
2	„ „	4,5—5,5	28	3,7	4	2,16
3	„ „	6—6,5	25	3,3	3	2,43
4	Рудстойка	5—6,5	6	0,8	1	10,00
5	„	4,0	5	0,7	1	11,40
6	„	—	—	—	—	—
7	Столбы	6,5	3	0,4	—	—
8	„	6,5	0,4	—	—	—
9	Стройлес хвойный	4,5—5,5	36	4,7	5	1,70
10	„ „	6,0—6,5	25	3,3	3	2,43
11	„ „	4,0	23	3,1	3	2,58
12	„ „	6,0—6,5	12	1,6	2	5,0
13	Виноградные колья . . .	4,0	1,8	—	—	—
14	„ . . .	6,0—6,5	1,8	—	—	—
	Итого за смену.		197		26	

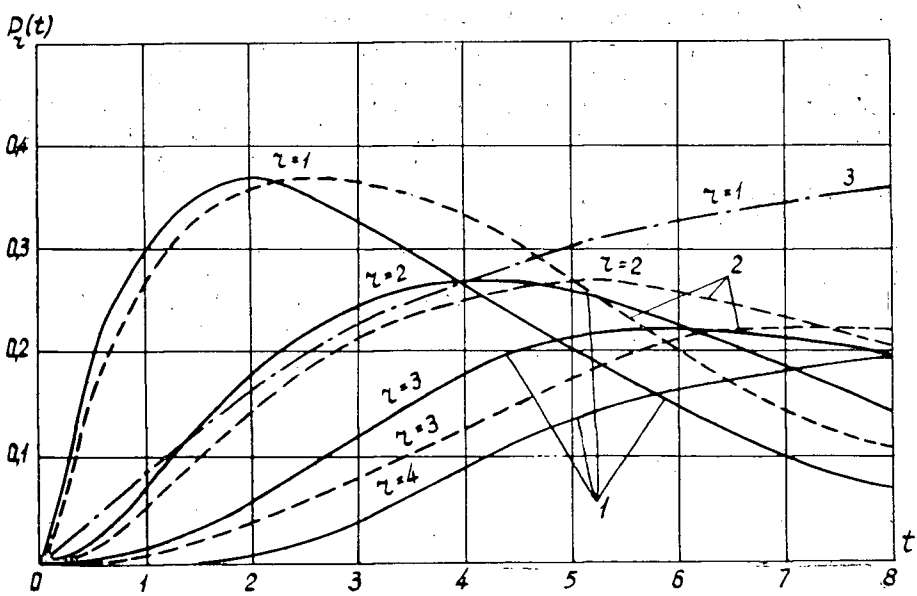


Рис. 1. Вероятность набора r пачек сортиментов.

1 — в накопителях № 1 и 2; *2* — в накопителе № 3; *3* — в накопителе № 4.

ния r пачек в течение промежутка времени t достигает наибольшего значения для $t = \frac{r}{r_c}$ (рис. 1).

Математическое ожидание времени t_0 или среднее время t_c формирования пачки сортиментов в соответствующем накопителе можно определить из выражения

$$t_0 = t_c = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{r_c}. \qquad (2)$$

Это значит, что наиболее веротно равномерное распределение пачек соответствующего сортимента в течение произвольного периода

работы. Среднее значение времени набора пачки (табл. 1) зависит лишь от количества пачек сортиментов, поступающих в накопитель. На основании этих данных определяем время поступления каждой пачки соответствующего сортимента и составляем табл. 2 последовательности поступления пачек сортиментов, сгруппировав их по убывающему объему.

Для определения наилучшего порядка расположения накопителей воспользуемся последовательной схемой оптимизации [3], заключающейся в последовательном конструировании, анализе частичных последовательностей расположения накопителей и отборе перспективных вариантов. Перспективными считаем такие последовательности расположения накопителей, при которых расстояние продольного перемещения крана минимально. Расстояние продольного перемещения крана определяем из выражения

$$S(\Pi) = l_c \sum_{i=1}^{i=n} |y_i - y_{i-1}|, \qquad (3)$$

где y_i; y_{-1} — расстояние от начала сортировочного транспортера до осей накопителей, в которые поступили соответственно i-я и $(i-1)$-я пачки;

l_c — расстояние между осями накопителей.

Составляем различные последовательности размещения первых трех накопителей (табл. 2) и определяем расстояние для каждой из них. Минимальное расстояние продольного перемещения крана получим при частичных последовательностях $\Pi_1 = (II, I, III)$ и $\Pi_2 = (III, I, II)$. Развиваем их путем добавления четвертого накопителя без нарушения последовательности трех предыдущих, определяем расстояния продольного перемещения и отбираем перспективные последовательности и т. д. Таким путем построим полную последовательность для всех m накопителей и найдем, что оптимальное решение нашего примера достигается последовательностями: $\Pi^I = (VI, II, I, III, IV, V, VII, VIII, IX)$; $\Pi^{II} = (IX, VIII, VII, V, IV, III, I, II, VI)$.

Окончательно выбираем ту полную последовательность расположения накопителей, для которой грузовая работа сортировочного транспортера меньше. В нашем примере это последовательность Π^I.

Для практического использования приведенной методики даем общую схему решения задачи оптимизации.

1. На основании статистической обработки результатов наблюдений и сортиментного задания предприятия (склада) устанавливаем среднюю величину объемного поступления V_c и количество пачек r_c в каждом накопителе.

2. По формуле (2) находим среднее время набора пачки сортиментов для каждого накопителя.

3. Определяем наиболее вероятное время окончания набора каждой пачки сортиментов.

4. Составляем таблицу очередности набора пачек сортиментов в накопителях (табл. 2) с упорядочением накопителей по убыванию объемного поступления сортиментов.

5. Составляем частичную последовательность Π (I, II, III), включающую три первых накопителя.

6. Определяем общее расстояние продольного перемещения $S(\Pi)$ для каждой последовательности и отбрасываем бесперспективные варианты.

Составление и анализ частичных последовательностей и отбор перспективных вариантов проводим до тех пор, пока не получится полная

Таблица 2

Наименование сортиментов	Количество пачек	Время набора одной пачки, *час*	Распределение пачек по времени набора очередной пачки, *час* (по номерам)																				
			1,70	2,0	2,16	2,43	2,58	3,40	4,00	4,32	4,86	5,00	5,10	5,16	6,00	6,48	6,80	7,29	7,74	8,00	8,50	8,64	10,00	11,40
Стройлес хвойный 4,5 — 5,5 *м* . .	5	1,7	1					7					13				17				22			
Пиловочник „ 3,0 — 4,0 *м* . .	4	2,0		2					8						15					21				
„ „ 4,5 — 5,5 *м* . .	4	2,16			3					9						16						23		
„ „ 6,0 — 6,5 *м* . .	3	2,43				4					10							18						
Стройлес „ 6,0 — 6,5 *м* . .	3	2,43				5					11							19						
„ „ 4,0 *м*	3	2,58					6							14					20					
„ „ 6,0 — 6,5 *м* . .	2	5,0										12											24	
Рудстойка 5,0 — 6,5 *м* . .	1	10,0																					25	
„ 4,0 *м*	1	11,40																						26

последовательность расположения всех накопителей с минимальным расстоянием продольного перемещения.

Предложенная нами методика решения задачи дает возможность определить оптимальный порядок расположения накопителей без анализа всего множества последовательностей, отбирая постепенно лишь перспективные варианты.

Проведенные расчеты показали, что оптимизация последовательности расположения накопителей на ряде предприятий (лесокомбинатах «Осмолода» и Раховском, Волгоградском ЛПК-2 и Киверцовском лесхозэаге Волынской области) снижает расстояние продольного перемещения штабелевочно-погрузочных кранов в 2,5—3 раза. Это обусловливает сокращение эксплуатационных расходов и увеличение межремонтных периодов соответствующих крановых механизмов. Производительность штабелевочно-погрузочного оборудования в зависимости от структуры цикла повышается на 15—20%.

Следовательно, оптимизация последовательности расположения накопителей дает возможность без дополнительных капитальных затрат повысить производительность штабелевочно-погрузочного оборудования и снизить эксплуатационные расходы. Это подтверждается фотохронометражными наблюдениями за работой кранов на типичных нижних складах лесопромышленных предприятий Урала и Карпат.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. К. Воевода. Основные методы автоматизации в лесной промышленности. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. Н. И. Лебедев. К вопросу использования пролетных кранов на лесоскладских работах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [3]. В. С. Михалевич, В. В. Шкурба. Последовательные схемы оптимизации в задачах упорядочения выполненных работ. Журн. «Кибернетика» № 2, 1966. [4]. В. Я. Розенберг, А. И. Прохоров. Что такое теория массового обслуживания. Изд-во «Советское радио», М., 1965.

Поступила 23 июля 1968 г.

УДК 674.047:674.023.1

О ВЛИЯНИИ ВИДА ЧАСТИЧНОЙ ОКОРКИ БЕРЕЗОВЫХ БРЕВЕН НА ИНТЕНСИВНОСТЬ АТМОСФЕРНОЙ СУШКИ

Р. Г. СМИРНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Вопросы освоения лесных массивов с участием березы, расположенных вблизи сплавных путей, до сих пор не получили должного решения. Особые трудности возникают при подготовке к сплаву березы осенне-зимней заготовки. Она должна подвергаться поверхностной обработке и сушке не менее двух весенне-летних месяцев. Дровяное долготье пролышивают на три — четыре канта, а деловые сортименты подвергают пятнистой окорке. Перед пуском в сплав торцы бревен покрывают гидроизоляционными составами. Эта специальная подготовка березы для сплава чрезвычайно трудоемка и практически не достигает цели, так как снижается качество древесины вследствие ее задыхания, при продольном пролышивании и окорке образуются трещины, при пятнистой окорке создается малый запас плавучести.

В связи с этим в настоящее время не уделяется должного внимания вопросам механизации частичной окорки березовых сортиментов перед атмосферной сушкой, хотя при современном уровне развития техники этот процесс можно механизировать весьма успешно, а разнообразие видов окорки значительно расширить.

Для выявления и обоснования новых высокоэффективных способов машинной окорки березы перед атмосферной сушкой, с максимально возможным сохранением ее природных деловых качеств, необходимо знать характер зависимости скорости просыхания березовых бревен от вида и степени их окорки. Решению этой задачи и был посвящен первый этап поисковых исследований, проведенных нами в 1964 г. в Орлецком леспромхозе комбината «Архангельсклес».

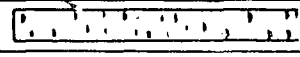
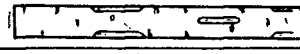
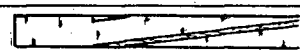
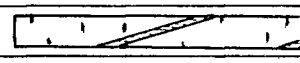
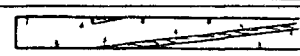
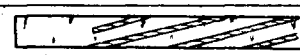
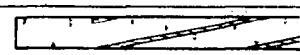
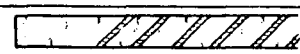
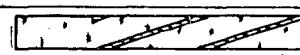
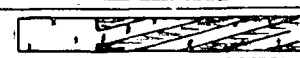
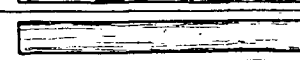
№ сер.	Вид окорки (число заходов)	d	A	B	K	R
1	2	3	4	5	6	7
16	 -	16,8	-	-	1,00	∞
1	 -	17,1	-	-	0,85	-
19	(1)	20,2	20	80	0,80	6,0
17	 (2)	18,7	20	80	0,80	5,0
15	 (1)	18,7	10	40	0,80	4,6
14	 (2)	18,3	20	80	0,80	4,7
18	 (3)	21,0	10	40	0,80	4,4
13	 (2)	19,4	10	40	0,80	4,4
20	 (2)	20,5	5	20	0,80	4,0
4	-	21,0	-	-	0,50	-
12	-	17,9	6	24	0,80	3,9
11	 (2)	20,3	10	20	0,77	3,9
3	-	19,7	0,4d	0,4d	0,50	3,6
7	(1)	20,1	20	20	0,50	3,7
6	-	20,1	10	10	0,50	3,4
5	(1)	19,8	10	10	0,50	3,4
9	-	19,3	0,8	4,2	0,84	3,3
10	(3)	19,5	20	20	0,50	3,4
8	 (2)	18,9	20	20	0,50	3,4
2		19,9	100	0	0	3,1

Рис. 1. Виды окорки березовых сортиментов.

A — ширина полосы окоренной части, *см*; *B* — ширина неокоренной части поверхности бревна, *см*; *K* — доля неокоренной части поверхности; *R* — средний определяющий геометрический размер серии бревен, *см*.

В соответствии с «Правилами подготовки и приемки лиственной древесины для сплава» был заложен рядовой штабель. В нем находились в одинаковых условиях двадцать серий бревен, окоренных различными способами (рис. 1), причем вручную имитировались такие виды окорки, которые в принципе могут быть выполнены машинным способом. Каждая серия состояла из десяти бревен, что обеспечило точность опыта до 5% при вероятности 0,997 и коэффициенте изменчивости начального объемного веса менее 5%.

Взяв за основу теорию сушки пиломатериалов, разработанную Н. С. Серговским, полагаем, что процесс сушки бревен в основном определяется влагопроводностью древесины и подобен критериальной форме диффузионного уравнения Фурье

$$F_o = DtR^{-2}$$

или

$$\Theta = \frac{\gamma_н - \gamma_р}{\gamma_к - \gamma_р} = DtR^{-2}, \qquad (1)$$

где Θ — относительное уменьшение влажности;

$\gamma_н$; $\gamma_к$ — начальный и конечный объемные веса, *кг/м*^{3};

$\gamma_р$ — равновесный объемный вес, *кг/м*^{3};

D — коэффициент влагопроводности, *см*^{2}/сутки;

t — продолжительность сушки, сутки;

R — определяющий геометрический размер, *см*.

При постановке опытов измеряли и изучали физические величины, входящие в это критериальное уравнение подобия, а результаты опытов обрабатывали с целью получения частных зависимостей между этими величинами.

Величина R должна учитывать геометрические размеры бревна, степень и вид окорки. Для этого весь объем бревна мы условно разбивали на элементарные тела, напоминающие по форме треугольные призмы (рис. 2). Среднее взвешенное расстояние от центров тяжести этих тел до ближайших поверхностей испарения было принято за определяющий геометрический размер бревна.

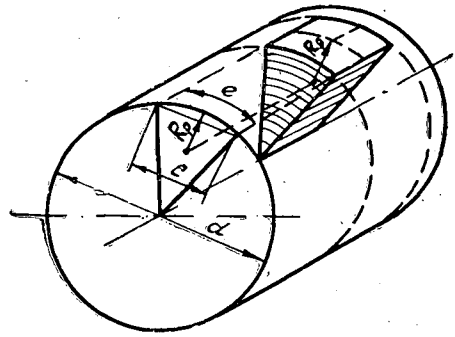


Рис. 2.

Если считать, что влага в бревне размещена равномерно по всему объему, то все центры тяжести элементарных тел будут отстоять от боковой поверхности бревна на расстоянии $R_р = \frac{1}{6} d$ (рис. 2). Этот путь $R_р$ влага проходит в любом случае при наличии боковой сушки, а для чисто окоренных бревен он является определяющим. У бревен, прошедших частичную окорку, влага, находящаяся под корой, вынуждена проходить дополнительный путь $R_у$. Пользуясь критериальной формой уравнения Фурье и общими законами сложения проводимостей, а также, выражая коэффициенты влагопроводности для различных направлений через коэффициент влагопроводности в тангентальном направлении, мы получили следующее математическое выражение дополнительного пути:

$$R_у = \left(R_т^{-2} + R_д^{-2}\right)^{-\frac{1}{2}} \text{ см}, \qquad (2)$$

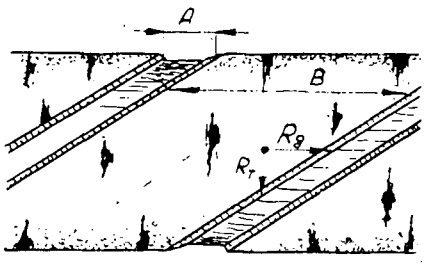


Рис. 3.

$R_д$ — путь перемещения влаги вдоль волокон, *см* (при продольной пролыске $R_д = \infty$);
$R_т$ — путь перемещения влаги в тангентальном направлении (при кольцевой пролыске $R_т = \infty$).

где $R_т$ и $R_д$ — путь перемещения влаги в тангентальном и продольном направлениях (рис. 3).

Общий определяющий геометрический размер R, характеризующий средний взвешенный путь перемещения влаги при любом виде и степени окорки,

$$R = \frac{d}{6} + K\left(R_т^{-2} + 15R_д^{-2}\right)^{-\frac{1}{2}} \text{ см}, \qquad (3)$$

где K — доля неокоренной боковой поверхности (рис. 1).

По уравнению (3) был вычислен средний определяющий геометрический размер R для каждого бревна всей опытной партии, кроме окоренных пятнами. На рис. 1 приведены средние значения R для каждой серии бревен, прошедших различные виды окорки.

Продолжительность сушки t измеряли в условных сутках. Поскольку параметры воздуха как агента сушки в течение опытов непрерывно менялись, то для сопоставления времени реальные сутки расценивали пропорционально испарению воды с поверхности испариметра марки ГГИ-3000 ближайшей (с. Холмогоры) гидрометеорологической станции, находящейся в 30 *км* от места проведения экспериментов. Среднее суточное испарение воды за период от начала активного таяния снега (1 мая) до наступления дождливой осенней погоды (6 сентября) составило 3 *мм*. Эта величина была принята за характеристику условных суток, а каждый реальный день оценивался пропорционально суточному испарению воды.

Объемный вес бревна вычисляли по формуле

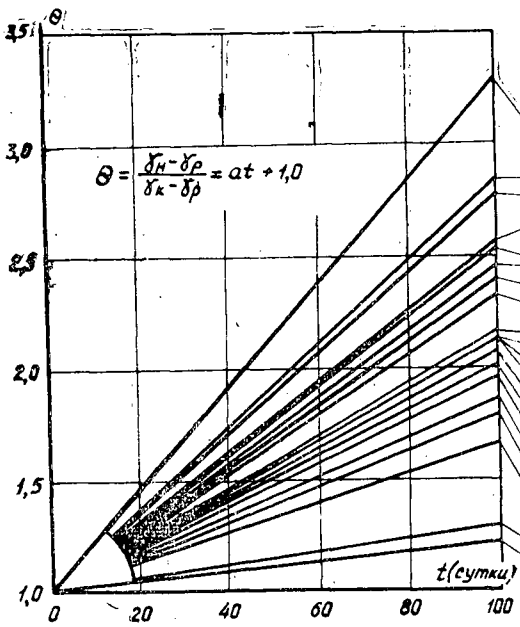
$$\gamma_к = \frac{P_к}{P_н} \cdot \gamma_н \ кг/м^3, \qquad (4)$$

где $P_к$; $P_н$ — вес бревна в конце и начале сушки, *кг* (точность взвешивания 0,1 *кг*);

$\gamma_н$ — начальный объемный вес бревна, $кг/м^3$ (определяется опытным путем с точностью до 1 $кг/м^3$).

Ход изменения величины Θ приведен на рис. 4, из которого видно, что наибольшую интенсивность сушки показали, как и следовало ожидать, чисто окоренные бревна (серия 2), а наименьшую — неокоренные (серия 16). Бревна, прошедшие частичную окорку, заняли промежуточные положения.

Как показали наблюдения, образование трещин во многом зависело от вида и степени окорки. С увеличением процента снятия коры деловые качества снижались. При равномерной окорке с 15—30%-ным снятием коры трещины не появлялись до тех пор, пока средний объемный вес не опускался ниже 700—720 $кг/м^3$. Наилучшие результаты дала сушка бревен, прошедших одно- двухзаходную винтовую пролыску. Они не имели трещин, менее других задыхались и приобрели большой дополнительный запас плавучести.



N серии	Угловой коэффициент общего уравнения сушки, $a_б$	Угловой коэффициент уравнения боковой сушки $a_б = a_т - a$	Свободный член уравнения b	Коэффициент корреляции r	$\frac{r}{m_r}$	Ошибка уравнения m_{zm}
2	0,02370	0,02370	0,994	0,980	155	0,12
8	0,01823	0,01623	1,013	0,904	39	0,32
10	0,01757	0,01557	1,003	0,962	96	0,19
9	0,01566	0,01366	0,993	0,956	20	0,10
5	0,01557	0,01357	1,005	0,980	155	0,08
6	0,01485	0,01285	1,006	0,950	68	0,12
7	0,01405	0,01205	1,004	0,830	28	0,35
3	0,01338	0,01138	0,990	0,970	102	0,24
11	0,01173	0,00973	1,004	0,954	80	0,13
12	0,01176	0,00976	0,997	0,971	100	0,07
4	0,01146	0,00946	1,003	0,954	68	0,08
20	0,01141	0,00941	1,007	0,965	107	0,11
13	0,01060	0,00860	0,998	0,972	121	0,10
18	0,01016	0,00816	1,006	0,950	75	0,11
14	0,00974	0,00774	0,996	0,960	96	0,10
15	0,00863	0,00663	1,003	0,962	96	0,09
17	0,00793	0,00597	0,999	0,981	98	0,06
19	0,00676	0,00476	1,002	0,990	381	0,03
1	0,00302	0,00102	0,997	0,854	244	0,06
16	0,00201	0,0000	1,014	0,997	212	0,01

Рис. 4. Изменение безразмерного объемного веса партии бревен от продолжительности сушки.

В результате математической обработки материалов наблюдений была выявлена корреляционная связь между относительно удаляемой влажностью Θ и продолжительностью сушки t

$$\Theta = at + b. \tag{5}$$

Основные статистические величины уравнений для каждой серии приведены в таблице к рис. 4, из которой видно, что свободный член b для всех уравнений с небольшой погрешностью может быть принят за единицу, а угловой коэффициент a есть не что иное, как скорость относительного уменьшения влажности Θ. При испарении влаги только через боковую поверхность угловой коэффициент $a_б$ определится

$$a_б = a - a_т, \tag{6}$$

где $a_т$ — угловой коэффициент уравнения для неокоренных бревен.

Между угловыми коэффициентами $a_б$ уравнений и средними арифметическими значениями определяющих геометрических размеров R каждой серии была установлена корреляционная связь, выражаемая уравнением (рис. 5)

$$a = 0{,}16215R^{-2}. \tag{7}$$

С учетом выражений (6) и (7) формула (5) приобретает вид

$$\Theta = (0{,}16215R^{-2} + 0{,}002)\,t + 1, \tag{8}$$

отсюда объемный вес к концу сушки

$$\gamma_к = \frac{\gamma_н - \gamma_р}{(0{,}16215R^{-2} + 0{,}002)\,t + 1} + \gamma_р \ кг/м^3. \tag{9}$$

По уравнению (9) на электронно-счетной машине ЭВ80-3 были вычислены объемные веса для 730 бревен с различной продолжитель-

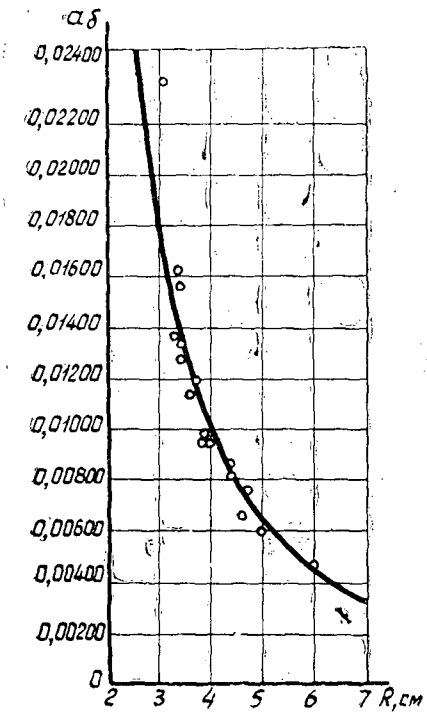


Рис. 5. Зависимость скорости сушки от средних определяющих геометрических размеров серии бревен $a_\delta = f(R)$.

ностью сушки (от 7 до 100 условных суток). При сравнении вычисленных и опытных данных получен вариационный ряд случайных ошибок, который подчиняется закону нормального распределения и имеет среднее квадратическое отклонение от средней арифметической $\sigma_y = \pm 12$ *кг/м*³.

Для облегчения решения задачи по определению конечного объемного веса построена номограмма ΘRt (рис. 6), которая позволяет с достаточной точностью подобрать необходимый вид и степень окорки для придания нужного запаса плавучести при заданной продолжительности атмосферной сушки. Но при пользовании номограммой ΘRt и уравнением (9) необходимо помнить, что средний объемный вес древесины березы не должен быть ниже 720 *кг/м*³. На номограмме проведены горизонтальные линии, указывающие начало образования трещин при начальном объемном весе $\gamma_н$.

При расчете объемного веса для партии бревен следует учитывать также естественные колебания начального объемного веса древесины. При оценке партии бревен в 200 шт.,

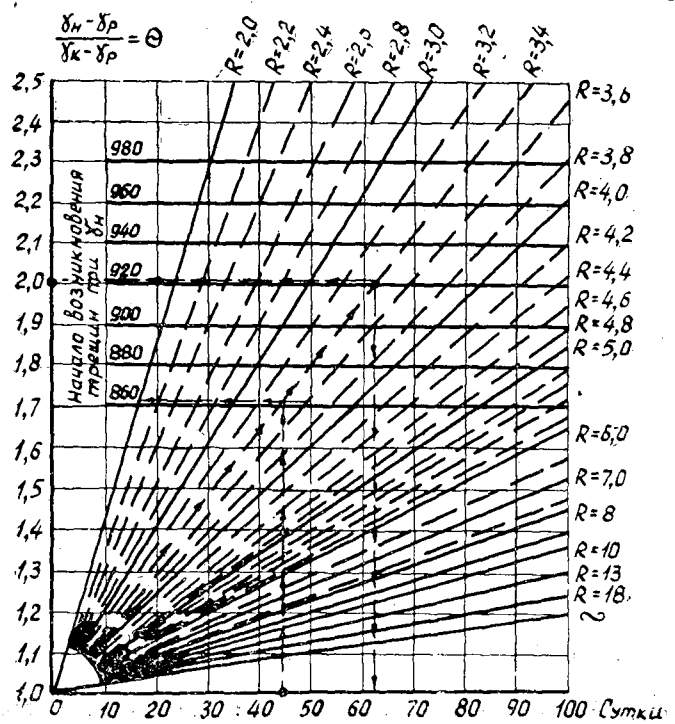


Рис. 6. Диаграмма ΘRt.

заготовленных в конце зимы, оказалось, что среднее квадратическое отклонение объемного веса от средней арифметической величины σ_n составило ± 16 *кг/м*³. Тогда общим квадратическим отклонением вычисленных средних арифметических значений конечного объемного веса для партии бревен при вероятности 0,683 следует считать

$$\sigma = \pm (\sigma_n + \sigma_y) = \pm 28 \ кг/м^3. \qquad (10)$$

Пример. Определить конечный объемный вес партии бревен, прошедших атмосферную сушку в рядовом штабеле при следующих данных: средний объемный вес $\gamma_н = 920$ *кг/м*³, равновесный объемный вес $\gamma_р = 580$ *кг/м*³, определяющий геометрический размер $R = 3{,}4$ *см*, продолжительность сушки $t = 45$ условных суток.

Подставляя известные данные в уравнение (10), получим средний объемный вес $\gamma_к = 780$ *кг/м*³. Ход решения задачи по номограмме ΘRt указан стрелками.

При $t = 45$ суток и $R = 3{,}4$ *см* относительное уменьшение влажности $\Theta = 1{,}72$, а средний объемный вес

$$\gamma_к = \frac{\gamma_н - \gamma_р}{\Theta} + \gamma_р = \frac{920 - 580}{1{,}72} + 580 = 778 \ кг/м^3.$$

Из номограммы видно, что при начальном объемном весе $\gamma_н = 920$ *кг/м*³ и $R = 3{,}4$ *см* максимально возможная продолжительность сушки в данном случае равна 62 условным суткам. Если возникает необходимость выдерживать материал в штабеле более длительное время, то необходимо увеличивать определяющий геометрический размер R путем изменения вида или степени окорки.

Таким образом, автор получил удобное для практического пользования единое расчетное уравнение процесса сушки березовых бревен, прошедших различные виды окорки. Оно позволяет при данных климатических условиях и необходимой продолжительности атмосферной сушки определить наиболее рациональный вид и способ механизации поверхностной обработки березовых сортиментов для придания им необходимого запаса плавучести перед молевым сплавом.

Поступила 24 сентября 1968 г.

УДК 634.0.378.3

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ТАКЕЛАЖНЫЕ КРЕПЛЕНИЯ РЕЧНЫХ СЕКЦИОННЫХ ПЛОТОВ БЕЗ ОПЛОТНИКА

С. А. ВЛАДИМИРОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Транспортировка лесоматериалов в плотах занимает одно из ведущих мест во многих речных бассейнах страны. Лесные перевозки в плотах в грузообороте МРФ РСФСР составляют около 25%.

Дальнейшее развитие лесоперевозок в плотах возможно только на базе применения новых типов плотов, обладающих высокими технико-экономическими показателями. Один из наиболее крупных речных бассейнов — Северодвинский — с 1960 г. производит буксировку плотов конструкции ЦНИИЛесосплава — ЛИИВТа — АЛТИ-М (секционный в оплотнике). Опыт формировки и буксировки плотов этого типа показал, что они имеют более высокую прочность, полнодревесность и управляемость по сравнению с ранее применявшимися. Однако для формирования этих плотов в бассейне затрачивается около 300 тыс. *м*³ бревен пиловочника, идущих на изготовление оплотника. Значительная часть

этой древесины (около 50÷60%) не используется для выпиловки экспортных пиломатериалов.

Кафедрой водного транспорта леса АЛТИ предложен секционный плот без оплотника. Он состоит из прямоугольных секций стандартного размера 20×80 *м*. Продольная связь секций осуществляется бортовыми секционными лежнями, прокладываемыми по верху бортовых пучков. Лежень крепят к угловым и средним по длине секции пучкам с помощью пластинчатых сжимов, остальные пучки борта подвязывают к лежню тросовыми комплектами. Поперечное крепление секции производят путем наложения перетяг-восьмерок и счалов. Восьмерки накладывают на средний и концевые ряды секций. Счалы, охватывающие бортовые пучки, прокладывают по верху третьего ряда пучков от головы и хвоста секции. В продольном направлении лежни секций соединяются замком типа скоба. В голове и хвосте плота бортовой лежень заделывают шлангом взапанку на двух бортовых пучках через брустверр. Конец лежня с коушем остается свободным для закрепления буксирных тросов. Для передачи усилий с лежней внутренних секций на борта плота устраивают растяжки-усы под углом 45° к диаметральной плоскости. Растяжки крепят к внутренним лежням с помощью пластинчатых сжимов, а в голове плота их закрепляют за брустверр и коуши бортовых лежней (рис. 1). Удельный расход такелажа составляет в среднем 0,78 *кг/м*^{3} сплавляемой древесины.

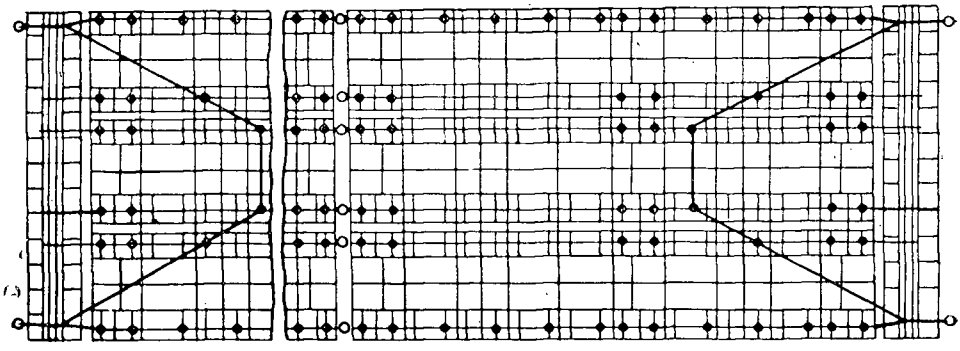


Рис. 1. Схема плота АЛТИ без оплотника.

Плот АЛТИ имеет лучшие транспортные качества, чем плот ЦНИИЛесосплава — ЛИИВТа — АЛТИ-М, при почти одинаковом расходе формировочного такелажа на 1 *м*^{3} лесоматериалов, полнодревесность его больше приблизительно на 10%. По данным рейда Шипицино треста «Двиносплав» на формирование плота без оплотника затрачивается рабочей силы на 5 чел.-дн. меньше.

Переход на новый тип плота в бассейне р. Б. Северная Двина даст экономию в 140 тыс. руб. ежегодно, а лесозаводы Архангельского промышленного узла дополнительно получат около 80 тыс. *м*^{3} пиловочного сырья.

В связи с изменением конструкции плотов в течение 1964—1967 гг. был проведен цикл исследований, позволивших уточнить величины сил, действующих на основные такелажные крепления: бортовые и внутренние продольные лежни и усы. Эти крепления являются основной несущей конструкцией плота при буксировке, и от их прочности в конечном итоге зависит прочность плота как транспортной единицы. Опытные плоты формировали на рейде Шипицино Котласской СПК

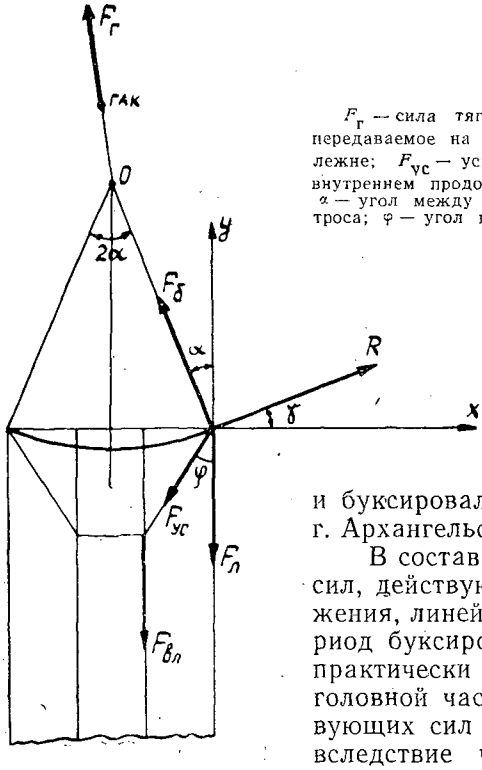


Рис. 2.

$F_г$ — сила тяги на гаке буксировщика; $F_б$ — усилие, передаваемое на буксирный трос; $F_л$ — усилие в бортовом лежне; $F_{ус}$ — усилие, передаваемое на ус; $F_{вл}$ — усилие во внутреннем продольном лежне; R — реакция головки плота; α — угол между бортом плота и направлением буксирного троса; φ — угол прокладки усов-растяжек; γ — угол прогиба головки.

и буксировали по р. Б. Северной Двине до г. Архангельска на расстояние 609 *км*.

В состав исследований входили измерения сил, действующих на такелаж, скоростей движения, линейных размеров плотов и др. За период буксировки линейные размеры плотов практически не изменяются, за исключением головной части, которая под влиянием действующих сил получает прогиб и сжимается, вследствие чего приобретает определенную жесткость.

Схема сил, возникающих при этом в головной части плота и такелажных креплениях, показана на рис. 2.

Уравнения сил, действующих на головную часть плота, представим в виде системы двух уравнений, считая систему статически уравновешенной. Проекция сил на ось x

$$\Sigma x = R\cos\gamma - F_б\sin\alpha - F_{ус}\sin\varphi = 0;$$

проекция сил на ось y

$$\Sigma y = R\sin\gamma + F_б\cos\alpha - F_{ус}\cos\varphi - F_л = 0.$$

Величины сил $F_б$, $F_{ус}$ и $F_л$ могуть быть найдены непосредственно из опыта. Определение реакции R путем динамометрирования невозможно. Поэтому величину R мы находили из уравнения системы

$$R\cos\gamma = F_б\sin\alpha + F_{ус}\sin\varphi.$$

Измерение угла прогиба γ на опытных плотах показало, что его величина находится в пределах $10 \div 15°$. Поэтому $\cos\gamma$ весьма близок к единице $(0{,}99 \div 0{,}98)$ и в дальнейшем принимается равным единице. Подставим найденное значение R во второе уравнение системы

$$(F_б\sin\alpha + F_{ус}\sin\varphi)\sin\gamma + F_б\cos\alpha - F_{ус}\cos\varphi - F_л = 0$$

или

$$F_б\sin\gamma\sin\alpha + F_б\cos\alpha + F_{ус}\sin\varphi\sin\gamma - F_{ус}\cos\varphi - F_л = 0,$$

откуда

$$F_б(\cos\alpha + \sin\alpha\sin\gamma) - F_{ус}(\cos\varphi - \sin\varphi\cdot\sin\gamma) - F_л = 0. \qquad (1)$$

Уравнение (1) может служить в качестве исходного при исследовании сил, действующих на такелажные крепления.

Определим численные значения множителей при силах $F_б$ и $F_{ус}$, обозначив их соответственно через коэффициенты K_1 и K_2

$$K_1F_б - K_2F_{ус} - F_л = 0. \quad (2)$$

Современный метод буксировки плотов предусматривает возможность изменения расстояния между буксировщиком и плотом в зависимости от характера пути. С этой целью суда оборудуются так называемыми шарнирными гаками и буксирными лебедками. Расстояние между судном и плотом регулируют с помощью специального троса, который одним концом крепится к лебедке, а другим — через шарнирный гак к буксирным тросам (точка O).

При таком способе крепления величина угла α в треугольнике, образуемом буксирными тросами и головкой плота, изменяется при поворотах буксировщика незначительно (в пределах 2—3°). Поэтому угол α в каждом конкретном случае можно принять величиной постоянной, зависящей только от длины буксирных тросов. В Северодвинском бассейне, например, длина их составляет 80—120 *м*, а угол α соответственно 15—25°.

№	$F_б$	$F_л$	$F_{ус}$	$0{,}68F_{ус}$	$0{,}68F_{ус}+F_л$	$F_б-(0{,}68F_{ус}+F_л)$
					Перекат В. Ракульский	
1	3,6	1,8	2,7	1,85	3,65	— 0,05
2	3,6	1,8	2,8	1,90	3,7	— 0,1
3	3,5	1,8	2,8	1,90	3,7	— 0,2
4	3,9	2,2	2,7	1,85	4,05	— 0,15
5	3,8	2,4	2,5	1,70	4,1	— 0,3
6	3,5	1,6	2,4	1,65	3,25	+ 0,25
7	3,0	1,0	2,6	1,75	2,75	+ 0,25
8	2,5	0,8	2,5	1,70	2,5	0,00
9	2,4	1,0	2,1	1,40	2,4	0,00
10	2,1	0,8	1,7	1,15	1,95	+ 0,15
11	2,4	1,4	1,6	1,10	2,5	— 0,10
12	2,2	1,0	1,6	1,10	2,1	+ 0,10
13	2,2	1,0	1,6	1,10	2,1	+ 0,10
14	2,2	1,4	1,5	1,00	2,4	— 0,20
15	2,5	1,8	1,5	1,00	2,8	— 0,30
Среднее квадратическое отклонение $\pm 0{,}18T$						
					Перекат Орлецы	
1	3,1	1,2	2,7	1,85	3,05	+ 0,05
2	3,0	1,2	2,8	1,90	3,1	— 0,10
3	3,1	1,4	2,8	1,90	3,3	— 0,20
4	3,6	2,0	2,8	1,90	3,9	— 0,30
5	4,2	2,9	2,4	1,65	4,55	— 0,35
6	4,5	3,2	1,7	1,15	4,35	+ 0,15
7	4,4	3,2	1,8	1,20	4,4	0,00
8	4,5	3,2	2	1,35	4,5	0,00
9	4,3	3,0	2,1	1,40	4,4	— 0,10
10	4,3	3,0	2,2	1,50	4,5	— 0,20
11	4,3	3,0	1,8	1,20	4,2	+ 0,10
12	4,7	3,8	1,3	0,90	4,7	0,00
13	4,7	3,9	1,2	0,80	4,7	0,00
14	4,9	4,2	0,8	0,60	4,8	+ 0,10
15	4,8	4,0	1,0	0,70	4,7	+ 0,10
Среднее квадратическое отклонение $\pm 0{,}18T$						

Угол прокладки усов является также постоянной величиной для плота и находится в пределах 30—45°. Величина угла прогиба головной части плота не превышает 10—15°. Соответственно с этим численные значения коэффициентов K_1 и K_2 находятся в пределах: $K_1 = 0{,}98 \div 1{,}1$; $K_2 = 0{,}64 \div 0{,}71$.

Анализ измерений, проведенных на опытных плотах, показал, что при расчетах лучше пользоваться средними значениями коэффициентов: $K_1 = 1$ и $K_2 = 0{,}68$. В этом случае уравнение (2) принимает вид

$$F_б = 0{,}68F_{ус} + F_л. \qquad (3)$$

Уравнения (1)—(3) дают возможность установить определенную зависимость между усилием тяги в буксирном тросе и распределением сил в главных такелажных креплениях (бортовом лежне и усе)

$$F_б = F_л + 0{,}68F_{ус}.$$

Для доказательства справедливости этого уравнения приводим некоторые материалы наблюдений, полученные в навигацию 1967 г. при буксировке плота без оплотника в Северодвинском бассейне. Следует отметить, что для условий других бассейнов коэффициенты K_1 и K_2, входящие в уравнение (3), нуждаются в экспериментальной проверке.

Таблица 1

№	$F_б$	$F_л$	$F_{ус}$	$0{,}68F_{ус}$	$0{,}68F_{ус}+F_л$	$F_б-(0{,}68F_{ус}+F_л)$
21 июня 1967 г.						
16	3,0	2,0	1,6	1,10	3,1	—0,10
17	3,2	2,2	1,7	1,15	3,35	—0,15
18	3,3	2,5	1,6	1,10	3,6	—0,30
19	3,4	2,0	1,9	1,3	3,3	+0,10
20	3,0	1,6	1,8	1,25	2,85	+0,15
21	3,8	2,4	2,2	1,5	3,9	—0,10
22	4,8	3,8	1,5	1,00	4,8	0,00
23	5,4	4,8	0,3	0,2	5,0	+0,40
24	5,7	5,6	0	0	5,6	+0,10
25	5,7	5,6	0	0	5,6	+0,10
26	5,5	5,5	0	0	5,5	0,00
27	3,8	3,0	1,5	1,0	4,0	—0,20
28	4,0	3,0	1,5	1,0	4,0	0,00
29	3,8	3,0	1,5	1,0	4,0	—0,20
30	3,5	2,2	1,8	1,25	3,45	+0,05
25 июня 1967 г.						
16	4,8	4,0	1,0	0,7	4,7	+0,10
17	4,6	3,7	1,2	0,8	4,5	+0,10
18	4,8	4,0	1,0	0,7	4,7	+0,10
19	4,6	3,6	1,2	0,8	4,4	+0,20
20	4,9	4,0	1,2	0,8	4,8	+0,10
21	5,0	4,0	1,0	0,7	4,7	+0,30
22	5,2	4,3	0,7	0,5	4,8	+0,40
23	5,0	4,2	0,7	0,5	4,7	+0,30
24	4,8	4,2	1,0	0,7	4,9	—0,10
25	4,9	4,2	1,0	0,7	4,9	0,00
26	4,8	4,0	1,2	0,8	4,8	0,00
27	4,4	3,7	1,3	0,9	4,6	+0,10
28	4,5	3,7	1,3	0,9	4,6	—0,10
29	4,2	2,6	2,5	1,7	4,3	—0,10
30	4,0	2,2	2,8	1,9	4,1	—0,10

Плот № 883 буксировался пароходом «Александр Невский» мощностью 450 *л. с.*, сила тяги на гаке парохода в пути следования составляла $F_г = 6{,}2 \div 6{,}6$ *т*. Угол наклона буксирных тросов $\alpha = 20°$, угол прокладки уса $\varphi = 37°$, угол прогиба головки $\gamma = 12°$.

На основе обработки опытных данных составлена табл. 1, в которой приведены величины сил $F_б$, $F_л$ и $F_{ус}$ по перекатам В. Ракульский (верховья Северной Двины, 509 *км*) и Орлецы (низовья, 120 *км*), а также результаты подстановки этих данных в уравнение (3).

Расчет такелажных креплений секционных плотов без оплотника производят по максимальным усилиям, возникающим в них при буксировке. Анализ опытных данных испытаний плотов позволил установить следующие зависимости для определения максимальных усилий:

бортовой лежень — $F_л^{max} = F_б^{max} = 0{,}85F_г$;

растяжка-ус — $F_{ус}^{max} = 0{,}50F_б^{max} = 0{,}45F_г$;

внутренний лежень — $F_{вл}^{max} = F_{ус}^{max} \cos\varphi$.

Способы определения силы $F_б$, приходящейся на буксирные тросы, и вычисления парных значений этой силы, опубликованы нами ранее [1], [2].

Расчетные коэффициенты в приведенных зависимостях получены при статистической обработке материалов с коэффициентом вариации $V = 12\%$ и показателем точности $p = 4{,}5\%$.

Ранее нами были получены расчетные коэффициенты для такелажных креплений плотов в оплотнике [1], [2]. Сопоставление коэффициентов показывает, что для плотов в оплотнике абсолютная величина их несколько ниже, чем для плотов без оплотника, что видно из табл. 2.

Таблица 2

Наименование крепления	Плот без оплотника	Плот в оплотнике
Бортовой лежень . . .	$F_л = 0{,}85F_г$	$F_л = 0{,}75F_г$
Растяжка-ус	$F_{ус} = 0{,}45F_г$	$F_{ус} = 0{,}40F_г$

Разницу в величине коэффициентов, по всей вероятности, можно объяснить тем, что в плотах в оплотнике часть нагрузки воспринимается бортовым оплотником. Таким образом, при расчете такелажных креплений плотов без оплотника необходимо учитывать, что они работают в несколько более тяжелых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Владимиров. Расчет максимальных продольных и поперечных сил, действующих на секционный плот при буксировке. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [2] Г. А. Манухин, С. А. Владимиров. Расчет прочности секционного плота. Журн. «Лесная промышленность» № 6, 7, 1962.

Поступила 3 сентября 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 621.317

ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

А. Ф. АНДРИЙЧУК, С. Г. КОСТОГРЫЗ, И. П. КОВТУН

(Львовский лесотехнический институт)

При исследовании динамики лесозаготовительных и лесотранспортных машин в производственных условиях все более широкое применение находит измерение ускорений. Наибольшее распространение получили датчики, преобразующие ускорение в электрический сигнал с помощью реостатных или проволочных преобразователей сопротивления. Основным элементом таких датчиков является инерционная (сейсмическая) масса, упруго прикрепленная к корпусу, которому сообщаются ускорения. Свободные колебания этой массы гасятся соответствующим демпфированием.

При $\omega_0 > (3 \div 4)\omega$ перемещение инерционной массы относительно корпуса пропорционально ускорению $\ddot{y}$ [1]

$$y = \frac{\ddot{y}}{\omega^2 \sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 \left(\frac{k_д}{\pi}\right)^2}}, \qquad (1)$$

где $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$ — собственная частота колебаний системы;

ω — частота вынужденных исследуемых колебаний системы;

$k_д$ — коэффициент демпфирования;

c — жесткость подвески;

m — инерционная масса.

Однако использование таких датчиков для осциллографирования ускорений, возникающих в процессе работы машины, связано с применением тензометрических усилителей, для которых необходимы источники переменного тока и надежная виброизоляция. Громоздкая аппаратура значительно усложняет эксперимент (особенно при установке ее на исследуемой машине) и снижает точность регистрации [1]. Этим обусловлена актуальность разработки датчика ускорений (акселерометра) для осциллографической записи с минимальной погрешностью без промежуточного усиления сигнала.

На кафедре сухопутного транспорта леса и тяговых машин Львовского лесотехнического института разработан фотоэлектрический датчик для измерения ускорений при исследовании работы лесотранспортных машин, позволяющий получить необходимую величину сигнала, достаточную для записи процесса непосредственно осциллографом при условии соответствующего выбора типа шлейфа, определяющего при требуемой частоте собственных колебаний его чувствительность.

Как было показано выше, определение ускорений сводится к измерению перемещения y инерционной массы относительно корпуса датчика.

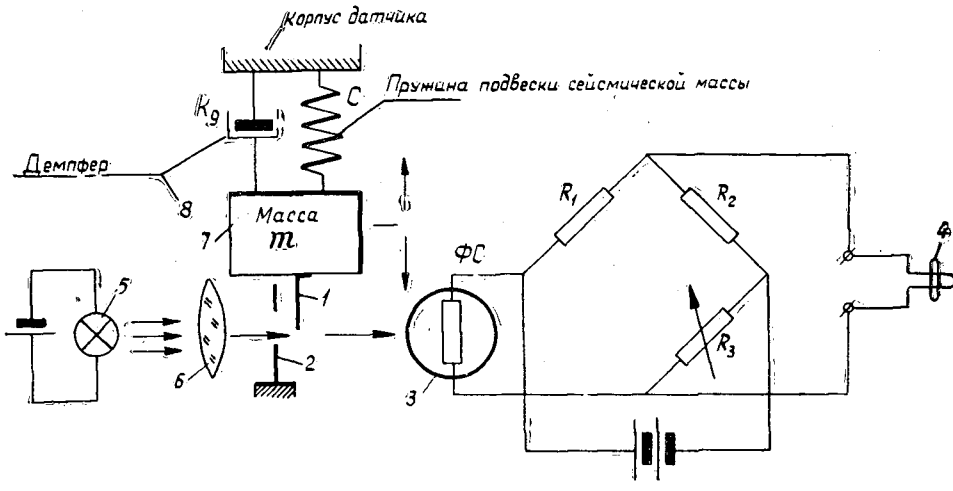


Рис. 1.

В разработанном нами акселерометре перемещения инерционной массы измеряют с помощью фотоэлектрического преобразователя (рис. 1). При колебаниях упруго закрепленной массы m шторка *1*, жестко связанная с массой, перекрывает щель диафрагмы *2*, увеличивая или уменьшая освещенность фотосопротивления *3*. Таким образом, перемещения сейсмической массы m преобразуются в электрический сигнал за счет амплитудной и частотной модуляций светового потока, идущего от осветителя *5* к фотосопротивлению *3*. Фотоэлектрический сигнал подается на шлейф гальванометра осциллографа *4*. (Остальные обозначения: *6* — линза оптической системы; *7* — сейсмическая масса; *8* — демпфер.) При конструировании датчика выбор типа фотосопротивления, рабочего напряжения, освещенности, ширины щели диафрагмы производили с условием обеспечения линейной зависимости тока $I_ф$ в цепи фотосопротивления от освещенности. Применяемое фотосопротивление типа ФС-Б2 отличается безынерционностью при регистрации процессов с частотами в пределах от 0 до 40 *гц* [2]. Следует отметить, что фотосопротивления отличаются от фотоэлементов высокой стабильностью параметров в процессе эксплуатации, значительной интегральной чувствительностью, большими значениями допустимых фототоков, малыми габаритами, простотой и требуют сравнительно небольшого напряжения (24 *в*) [2].

Для повышения чувствительности датчика фотосопротивление включено в мостовую схему. Установка нуля проводится при помощи сопротивления R_3. Сейсмическая часть в разработанном датчике заимствована от авиационного самописца перегрузок типа СП-11.

Тарировку датчика проводили в динамическом режиме с помощью балки. Акселерометр закрепляли посредине балки, к которой прикладывали, а затем мгновенно снимали нагрузку; при этом датчик вместе с балкой совершал затухающие колебания. Одновременная осциллографическая запись кривой ускорений, кривой прогибов балки и времени прохождения процесса позволили найти величину масштабного коэффициента ускорения. Амплитуду ускорения колеблющегося датчика в центре балки определяли по формуле

$$a = \omega^2 y, \qquad (2)$$

ω — круговая частота регистрируемого процесса, $1/сек$;

y — амплитуда прогиба балки в месте закрепления датчика, *мм*.

Техническая характеристика фотоэлектрического акселерометра следующая: тип фотосопротивления — ФС-Б2, рабочее напряжение фотосопротивления — 24 *в*; напряжение осветителя — 6 *в*; фокусное расстояние линзы — 40 *мм*; диапазон рабочих частот — 0—20 *гц*; диапазон регистрируемых величин ускорений — от —1 *g* до +3 *g*; тип гальванометра — 2 кл.; собственная частота гальванометра — 400 *гц*; максимальная относительная погрешность измерения ±2%; масштаб коэффициента измерений — 0,4 $м/сек^2$ *мм*.

На рис. 2 показан образец осциллограммы с записью ускорений рамы лесовозного автопоезда ЗИЛ-130 + 2-Р-8А при вывозке древесины в хлыстах.

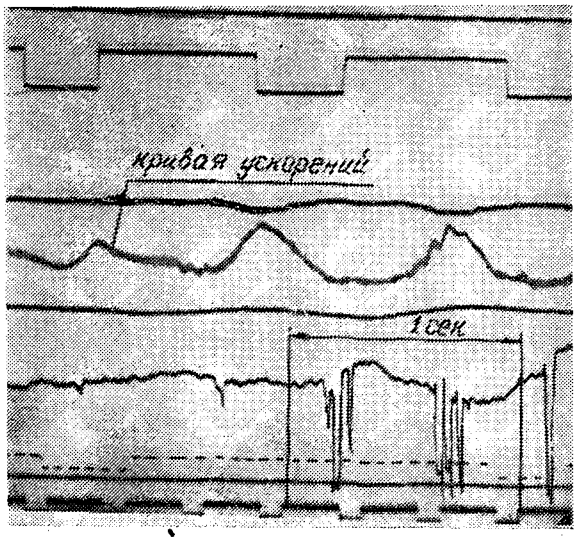


Рис. 2

Фотоакселерометр для измерения ускорений лесотранспортных машин в производственных условиях работает надежно и по сравнению с другими приборами имеет ряд таких преимуществ, как долговечность и надежность в работе; простота электрической схемы и конструкции прибора; высокая точность измерений и стабильность в работе; возможность использования для снятия сигнала без усилителя; возможность проведения измерений в производственных условиях, благодаря небольшим размерам прибора.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. А. Бухарин, В. К. Голяк. Испытание автомобиля с использованием электрических методов измерения. Машгиз, М., 1962. [2]. В. И. Литвак. Фотоэлектрические датчики в системах контроля управления и регулирования. Изд-во «Наука», М., 1966.

Поступила 21 октября 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.093.6-413.82

О НАГРЕВЕ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ ПРИ РАСПИЛОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

В. И. САНЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Причины нагрева ленточных пил при распиловке древесины различны. Основной из них является теплота, возникающая при резании и механическом трении поверхностей зубьев и ленты о древесину, ленты о направляющие и о поверхность ведущего и ведомого шкивов. При осуществлении практических мероприятий, направленных на повышение устойчивости ленточных пил, весьма важно знать, как в различных условиях распределяется температура по ширине ленточной пилы и как изменяется температура нагрева отдельных участков ленты при обегании шкивов.

В настоящей статье приведены результаты измерения температуры по ширине и длине ленточной пилы при работе ленточнопильного станка в производственных условиях. Условия опытов — ширина ленточной пилы 100 *мм*, толщина пилы 1,0 *мм*, шаг зубьев 40 *мм*, уширение плющеных зубьев на сторону 0,5 *мм*, степень натяжения ленточной пилы 5—6 *кГ/мм*^{2}, угол наклона верхнего шкива 15 *мин*, скорость резания 30 *м/сек*, скорость подачи 24 *м/мин*; распиливали еловые доски с колебанием ширины 100—300 *мм*, влажность досок при распиловке изменялась в пределах 10—60%, подача на зуб 0,5 *мм*, зазор между лентой и направляющими 0,3 *мм*, расстояние от уровня стола до верхних направляющих 440 *мм*. Температуру в процессе распиловки замеряли бесконтактным способом. Использовали болометры — датчики полупроводникового типа, позволяющие регистрировать теплые лучи с длиной волны 1—10 *мк* (инфракрасный спектр излучения). В качестве фильтров были установлены флюоритовые пластинки. Важная особенность болометрических датчиков (ПБК) в отличие от термисторов состоит в том, что их сигнал не зависит от состояния окружающей среды (воздуха). Датчики реагирует на тепловые лучи, исходящие от нагретой поверхности ленточной пилы. Расстояние между датчиками и пилой устанавливали равным 10 *мм*.

Схема монтажа температурных датчиков в опытном ленточнопильном станке приведена на рис. 1. Расстояние между датчиками по ширине полотна пилы равно 37 *мм*. Крайние датчики относительно линии впадин зубьев и задней кромки полотна пилы расположены на расстоянии 8 *мм*. Первая позиция — датчики находятся под рабочим столом, вторая — датчики установлены на холостой ветви пильной ленты между нижним и верхним шкивами; эти датчики регистрируют температуру нагрева ленты в зоне между ведущим и ведомым шкивами. Третья позиция — датчики расположены над верхними направляющими на рабочей ветви ленты. Схемы размещения температурных датчиков по ширине ленточной пилы в трех рабочих позициях приведены на рис. 2. В состав измерительной установки входят датчики (болометры), блок мостов, блок питания, регистрирую-

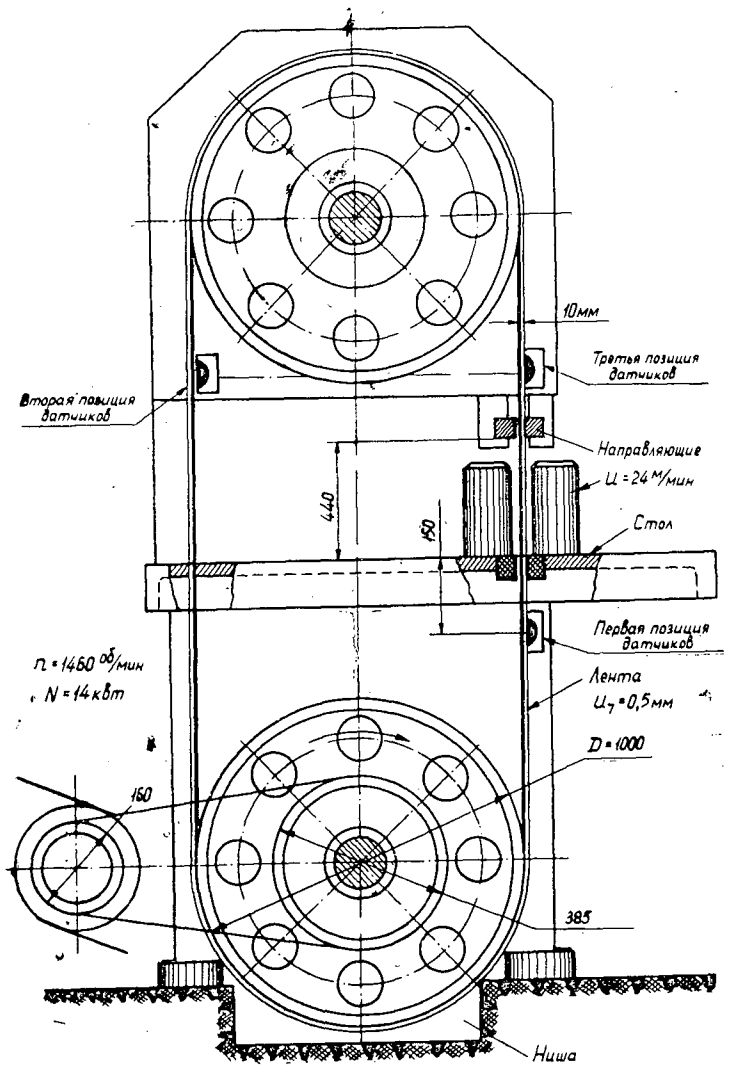


Рис. 1

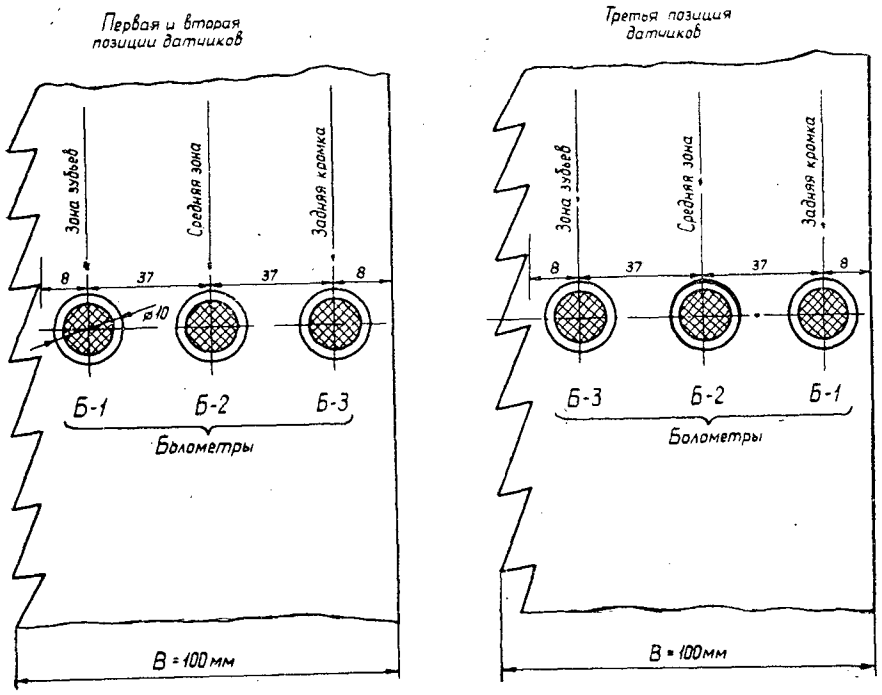


Рис. 2

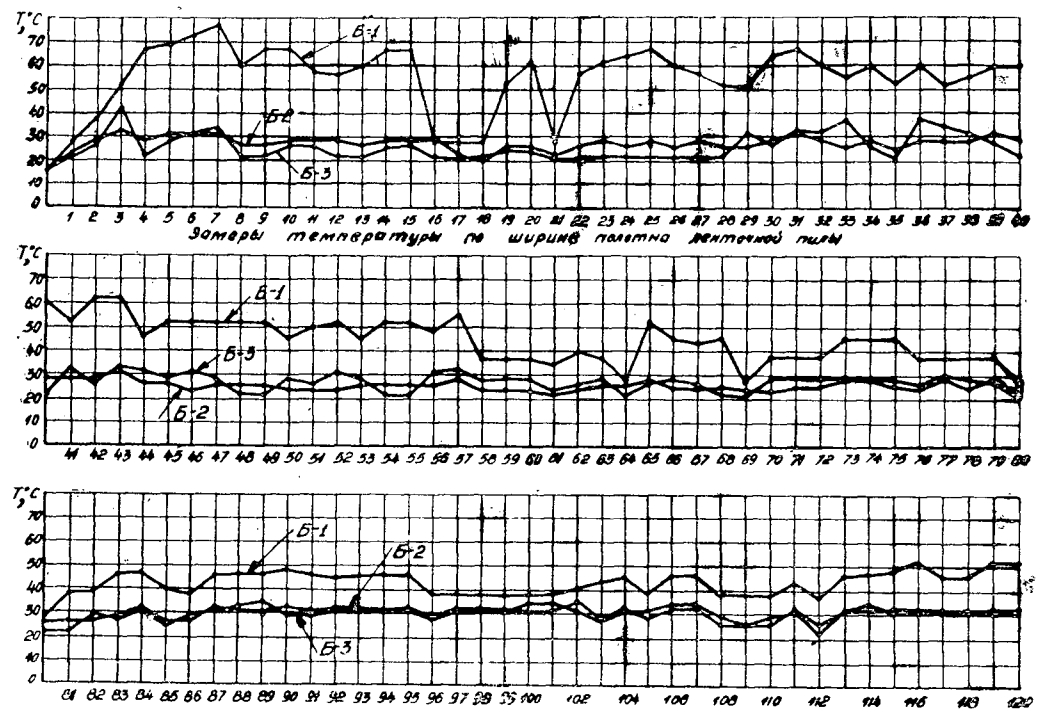


Рис. 3

Б-1 — зона зубьев; Б-2 — средняя зона; Б-3 — задняя кромка.

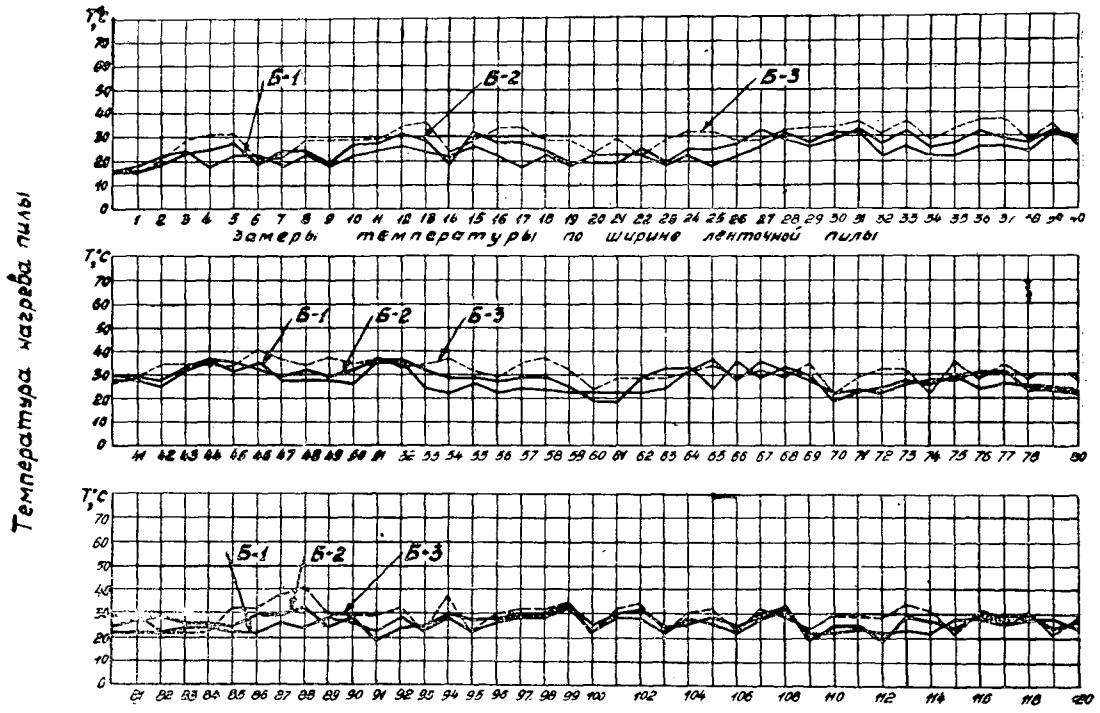


Рис. 4

Б-1 — зона зубьев; Б-2 — средняя зона; Б-3 — задняя кромка.

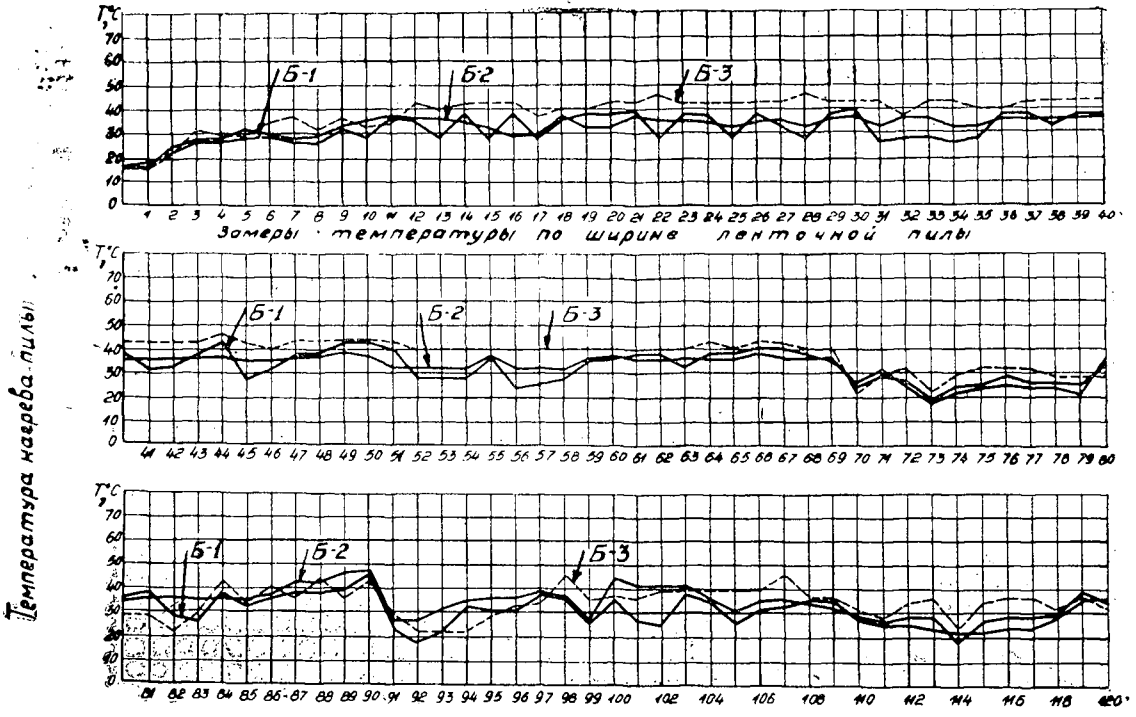


Рис. 5

Б-1 — зона зубьев; Б-2 — средняя зона; Б-3 — задняя кромка.

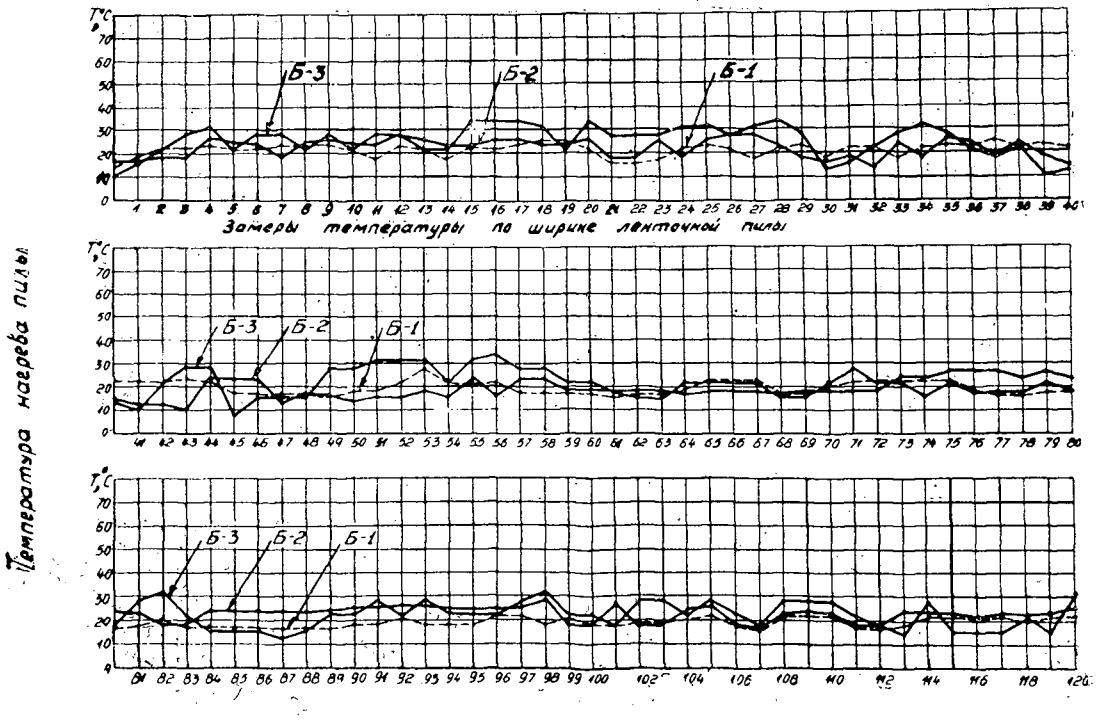


Рис. 6

Б-1 — задняя кромка; Б-2 — средняя зона; Б-3 — зона зубьев.

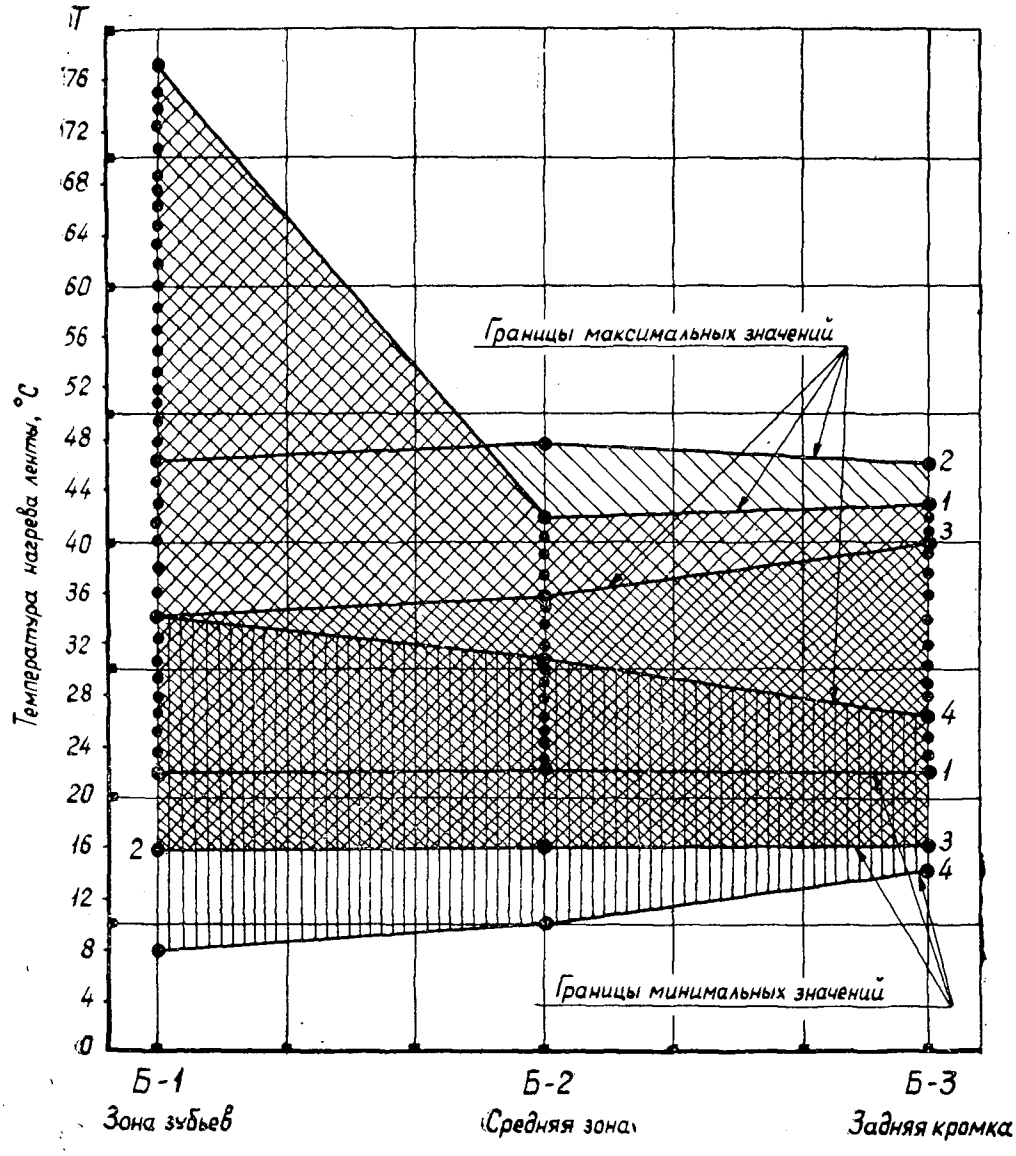


Рис. 7

1 — рабочая ветвь ленты (датчики под столом); *2, 3* — холостая ветвь ленты (без очистки и с очисткой ниши); *4* — рабочая ветвь ленты (датчики над направляющими).

щие приборы (микроамперметры). При распиловке материала температуру замеряли через каждые 10 *сек* в течение 2,5 *час*. Результаты опытов обрабатывали статистически. Некоторые из температурных кривых в качестве примера приведены на рис. 3—6.

Типовые кривые изменения температуры нагрева ленточной пилы в первой позиции датчиков приведены на рис. 3. Анализ опытных данных показал, что с момента начала процесса распиловки материала температура нагрева ленточной пилы в зоне резания постепенно возрастает. Это иллюстрируют 1, 2, 3 и 4 замеры. Зона ленточного полотна, прилегающая к зубьям, нагревается значительно больше, чем зоны средняя и близкая к задней кромке. Наблюдения показали, что температурный перепад между передней и задней кромками в сильной степени зависит от высоты пропила и влажности распиливаемой древесины. Об этом можно судить по колебаниям температуры (рис. 3). Основные изменения температуры в процессе распиловки происходят в зоне, прилегающей к зубьям. Имеются моменты, когда температура нагрева задней кромки несколько превышает температуру в средней зоне пильного полотна. Опыты показали, что изменения условий распиловки в зоне резания незамедлительно сказываются на форме температурных кривых, которые являются своего рода количественными и качественными показателями явлений, происходящих в зоне контакта зубьев с древесиной при распиловке.

После статистической обработки замеров температуры с общим временем распиловки 2,5 *часа* было установлено, что температура нагрева в зоне, близкой к зубьям ленточной пилы при переменных условиях распиловки, изменялась в пределах 22—77°С. При тех же условиях распиловки в средней зоне ленточной пилы температура изменялась в пределах 22—42°С, а в зоне, близкой к задней кромке,— в пределах 22—43°С. Среднее значение температурного перепада от передней кромки пилы к задней (в данной первой зоне установки датчиков) равно 14,22°С, среднее квадратическое отклонение от среднего температурного перепада $\pm 9{,}4$°С, средняя ошибка измерений $\pm 0{,}43$°С, показатель точности 3%. Некоторый перепад температуры в отдельные моменты распиловки между задней и средней зонами можно объяснить частичным трением ленты (задней кромки) о стенки пропила и о направляющие как верхние, так и нижние.

Исследования показали, что высокая температура нагрева и большой температурный перепад, как правило, приводят к потере устойчивости пильной ленты. Для ликвидации этого явления рабочий, обслуживающий станок, вынужден производить дополнительное натяжение ленты. В ряде случаев многократное натяжение ленты приводит к сильному перенапряжению передней зубчатой кромки и, как результат, даже к возникновению трещин в межзубовых пазухах.

Характерные температурные кривые, иллюстрирующие нагрев ленты во второй позиции датчиков, приведены на рис. 4 и 5. В процессе монтажа датчиков и их опробования (при пропуске пробных досок) было обнаружено, что нагрев ленты на холостом участке во многом зависит от количества опилок в нише под ведущим шкивом. Было выполнено две серии замеров: 1) с периодической очисткой ниши от опилок; 2) без очистки ниши от опилок. На рис. 4 представлены характерные температурные кривые нагрева ленты во второй позиции датчиков для случая периодической очистки ниши от опилок. Анализ опытных данных показал, что в этой позиции лента нагревается меньше, чем в первой. Очевидно, нагретая лента отдала часть тепла окружающему воздуху и шкиву при движении по его поверхности. Температура ленты во второй позиции по ширине почти выравнялась. При

работе ленты можно наблюдать незначительные по величине перепады температуры как положительные, так и отрицательные. Это можно объяснить нестационарными процессами, которые имеют место при движении ленты на ведущем шкиве. Смещения ленты на шкиве (продольные периодические колебания) способствуют выравниванию температуры, а опилки, частично западающие между лентой и шкивом, предопределяют нестационарный локальный нагрев.

В результате статистической обработки данных установлено, что температура нагрева в зоне, близкой к зубьям при имеющихся условиях распиловки, изменялась в пределах 16—34°С. При тех же условиях распиловки в средней зоне ленточной пилы температура изменялась в пределах 16—36°С, а в зоне, близкой к задней кромке, — в пределах 16—40°С. Среднее значение температурного перепада от передней кромки (с зубьями) к задней равно —4,8°С, среднее квадратическое отклонение от среднего температурного перепада ±4,7°С, средняя ошибка измерений температуры ±0,37°С, показатель точности замеров в данной позиции ±6,7%. Снижение точности замеров по сравнению с первой позицией обусловливается возросшими поперечными колебаниями ленточной пилы на холостом участке в сравнении с рабочей ветвью. Для устранения влияния колебаний в области датчиков колебания ленты были ограничены шариковыми ограничителями (демпферами).

На рис. 5 приведены характерные кривые, иллюстрирующие нагрев ленточной пилы во второй позиции датчиков без очистки ниши от опилок. Анализ опытных данных показал, что трение ленты под шкивом об опилки, накопившиеся в нише, приводит к повышению температуры ленты, к нестабильным тепловым явлениям в ленточной пиле, образованию отрицательных и положительных температурных перепадов по ширине ленты. Благодаря теплообмену между лентой и воздухом, лентой и шкивом, лентой и опилками (под шкивом) температура по ширине ленты почти выравнивается. Однако общий нагрев ленты по сравнению со случаем, когда опилки из ниши периодически убирали, выше (с преимущественным нагревом задней кромки).

Статистическая обработка опытных данных показала, что в процессе распиловки температура нагрева ленточной пилы в зоне, близкой к зубьям, изменялась в пределах 16—46°С. В замерах температуры по средней зоне предел изменения температуры 16—47°С, а в зоне, близкой к задней кромке, 16—46°С. Среднее значение температурного перепада от передней (зубчатой) кромки к задней равно —6,6°С, среднее квадратическое отклонение температурного перепада от среднего значения ±5,1°С, средняя ошибка измерений температуры в данной зоне ±0,4°С, а показатель точности измерений ±6%.

Кривые, иллюстрирующие характер изменения температуры в ленте в третьей позиции датчиков, приведены на рис. 6. Анализ опытных данных показал, что при движении ленты от второй позиции датчиков к третьей произошло дальнейшее охлаждение ленты. Часть тепла лента, очевидно, передала окружающему воздуху, а другую часть — верхнему шкиву. В третьей позиции также обнаруживается нестационарный температурный режим нагрева ленты. При некоторых замерах имеет место положительный температурный перепад между передней (зубчатой) и задней кромками, при других — отрицательный перепад. Многие замеры показывают почти нулевой температурный перепад по ширине ленты. Все это позволяет предполагать, что при движении ленты на верхнем шкиве имеет место также ряд нестационарных процессов теплообмена между лентой и воздухом, между лентой и шкивом. Эти процессы, очевидно, имеют прямое отношение к нагреву ленты в ра-

бочей зоне, то есть в зоне резания. Возрастающий нагрев и перепад температуры приводят к изменению напряжений в ленте по ее длине, к частичному ослаблению и к усиленным продольным колебаниям (ерзанье по шкивам). Последнее вместе с непостоянством коэффициента трения ленты на шкиве (из-за наличия влаги, смолы, опилок) предопределяет нестабильность температурных кривых, отражающих нагрев ленты в третьей зоне установки датчиков. В общем случае к верхним направляющим на рабочем участке ленточная пила приходит более холодной, чем в других зонах. Статистическая обработка опытных данных показала, что в третьей позиции замеров у передней (зубчатой) кромки ленты температура нагрева изменялась в пределах 8—34°С. При тех же условиях в средней зоне предел изменения температуры 10—30°С, а в зоне, близкой к задней кромке, 14—26°С. Средний температурный перепад между передней и задней кромками равен 1,78°С, среднее квадратическое отклонение температурного перепада от среднего значения $\pm 5{,}8$°С.

На рис. 7 представлены сводные кривые, показывающие границы максимальных и минимальных значений температуры нагрева по ширине и длине ленточной пилы в рабочих позициях датчиков. Анализ показал, что наибольший нагрев, то есть максимальная плотность высоких температур нагрева, обнаруживается в позиции на выходе ленты из пропила (под нижними направляющими). Здесь имеет место и самый большой температурный перепад: передняя кромка с зубьями нагревается значительно больше, чем задняя. В отдельных точках при больших высотах пропила и сухих досках зарегистрированы температуры нагрева передней кромки, достигающие 77°С. В такие моменты рабочий, как правило, производит подтяжку ленточной пилы для ликвидации возрастающей волнистости пропила. При дальнейшем движении ленты на участках свободного омывания воздухом и контакта со шкивами наблюдается снижение нагрева ленты и температурного перепада по ширине. Об этом можно судить по снижающимся границам максимальных и минимальных значений температуры нагрева ленты при ее движении на участках второй и третьей позиций датчиков (рис. 7). Обнаруженная нерегулярность тепловых явлений во второй позиции объясняется влиянием трения ленты об опилки в нише под рабочим шкивом.

Изучение опытных данных дает основание считать, что при работе ленточных пил имеется температурный перепад по ширине и длине полотна. Это следует учитывать при анализе устойчивости лент в процессе распиловки и при рассмотрении общих вопросов динамики движения лент на рабочих шкивах.

Поступила 30 мая 1968 г.

УДК 674.093.6-413.82

ИЗНОС И ЗАТУПЛЯЕМОСТЬ ЗУБЬЕВ ПИЛ КАК ФУНКЦИИ ПУТИ РЕЗАНИЯ

С. М. ТИМОНЕН

(Львовский лесотехнический институт)

При установлении рациональной геометрии и режимов работы дереворежущих инструментов важное значение имеет изучение влияния частных факторов на износ и затупляемость режущих органов. Мы

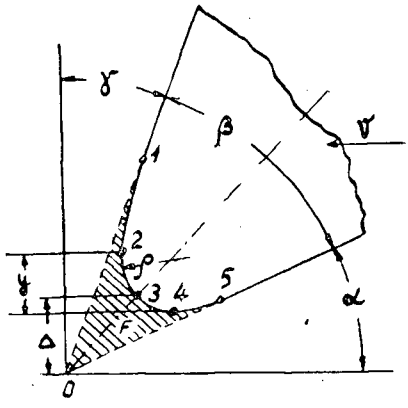


Рис. 1.

исследовали в лабораторных условиях зависимость износа и затупляемости зубьев пил в работе от совершаемого ими пути резания.

Древесину распиливали на круглопильном прирезном станке иностранной модели с верхним расположением пильного вала и с гусеничной подачей.

Постоянные в опытах. Распиливаемый материал — буковые доски, высушенные до влажности 10—12% и простроганные на толщину 22 *мм*. Режущий инструмент — круглая пила по ГОСТу 980—53 из стали 85ХФ, диаметр ее 280 *мм*, толщина 1,8 *мм*, число зубьев 30 с прямолинейными задними гранями, шаг зубьев 29,3 *мм*, высота 10 *мм*. В зависимости от приданных им углов заострения β общее число зубьев составляло три группы по 10 зубьев с $\beta = 50$, 40 и 30°. У всех зубьев задние углы α одинаковые и равняются 30°. Развод зубьев на сторону 0,5 *мм*. После проточки зубья тщательно доводили до почти одинаковой начальной остроты (около 5—6 *мк*), характеризуемой шириной микроплощадки перехода передней грани зуба в заднюю. Скорость резания $V = 52$ *м/сек*, скорость подачи $U = 10$ *м/мин*, подача на зуб пилы $U_z = 0{,}093$ *мм*.

Переменными в опытах были погонаж распила L и связанный с ним путь резания L_p, совершаемый каждым зубом пилы и определяемый по формуле

$$L_p = \frac{L}{Z \cdot U_Z} l,$$

где Z — число зубьев пилы;

l — длина пути резания на один проход зуба пилы в распиливаемом материале.

Изменение начального состояния зубьев в результате их работы определяли по зарисовкам профилей кончиков зубьев в 120-кратном увеличении с использованием двойного микроскопа МИС-11. По зарисовкам находили величины параметров износа и затупленности зубьев.

При опытных распиловках было установлено, что в результате износа каждый зуб в его рабочей части приобретает форму плавного перехода передней его грани в заднюю.

На рис. 1 приведен типичный вид износа зуба пилы и параметры износа и затупленности. За параметры износа и затупленности были приняты: 1) площадь F износа, косвенно характеризующая объемный износ зубьев в работе; 2) величина Δ, необходимая в расчетах срока службы пилы. При восстановлении начальной остроты зубьев их проточкой вершины зубьев с передних и задних граней будут смещаться по биссектрисам углов заострения. В этом случае значением Δ определяют минимально необходимое уменьшение размера пилы по радиусу в одноразовой заточке; 3) величина y, характеризующая собой положение наиболее выступающей в направлении движения зуба точки контура передней грани зуба (т. *2* на рис. 1). Положением этой точки определяют место перехода переднего угла γ от положительного к отрицательному значению, сказывающемуся на нахождении истинной поверхности среза стружки зубом пилы, на качестве распила и энергозатратах; 4) значение ρ приближенной кривизны контура вершины зуба во взаимосвязи с величиной y, предопределяющее линию раздела древесины при резании и величину упруго-пластического обжима материала зубом пилы в направлении, нормальном к направлению резания.

Величины F и Δ — параметры износа, а ρ и y — параметры затупленности (изменения формы) зубьев пил в работе. Профили зубьев зарисовывали и величины параметров износа и затупленности

определяли последовательно после распила 100, 300, 600, 900, 1200, 1500 и 1800 *пог. м*. Это соответствовало следующему пути резания, пройденному каждым зубом пилы: 1,91; 5,73; 11,46; 17,19; 22,92; 28,65 и 34,38 *км*.

При оценке зависимости износа и затупляемости зубьев от совершаемого ими пути резания принимали усредненные значения F, Δ, ρ и y из их определений по всем зубьям с одинаковыми угловыми параметрами. Как показали опыты, при всех имевших место в опытах значениях углов заострения и при постоянном заднем угле $\alpha = 30°$ износ F зубьев по площади (следовательно, и зависимый от него объемный износ) находится (рис. 2) в почти прямо пропорциональной зависимости от пути резания. Значит износ как функция работы трения

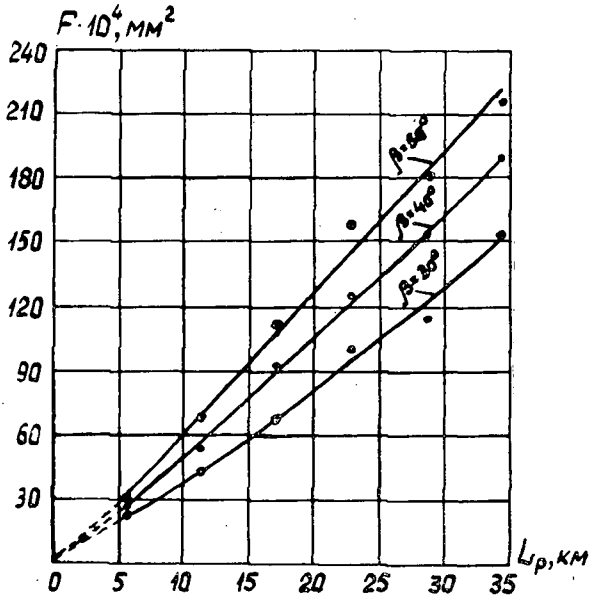


Рис. 2. Влияние пути резания на износ зубьев, характеризуемый площадью износа.

является при прочих равных условиях главенствующим в сопоставлении с возможным износом из-за влияния факторов химического и электростатического характера.

При постоянстве заднего угла зубьев изменение угла заострения в границах $\beta = 30 \div 50°$ не меняет общего характера зависимости износа F по площади от пути резания $L_р$, но при равных значениях пути резания износ по площади возрастает с увеличением угла заострения. Последнее объясняется тем, что с ростом β в условиях $\alpha = \text{const}$ угол резания становится больше. Увеличение его, как известно, приводит к возрастанию силового воздействия на зубья пилы со стороны материала распиловки. При том же пути резания работа трения возрастает и как следствие увеличивается износ зубьев в работе.

В сопоставлении с износом F по площади зависимость параметра Δ от совершаемого пути резания $L_р$ имеет иной характер. С ростом $L_р$ параметр Δ также возрастает, но замедленно и при этом не столь существенно зависит от угла заострения при его изменении в пределах $\beta = 30 \div 50°$. Выявленная в опытах зависимость Δ от $L_р$ представлена в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что с увеличением угла заострения

Таблица 1

β	Параметр Δ, *мк*, при L_p, *км*						
	1,91	5,73	11,46	17,19	22,92	28,65	34,38
30	33	57	83	103	127	142	154
40	33	59	85	113	134	144	157
50	35	60	89	118	136	145	160

параметр Δ возрастает в целом незначительно при всех значениях пути резания. Такое положение объясняется тем, что хотя при любых неизменных значениях L_p и заднего угла α увеличение β приведет, как показывают опыты, к возрастанию износа F по площади, но у зубьев с большим углом заострения износ распространяется на меньшую величину (при измерении по биссектрисе угла заострения), чем у зубьев с малым углом заострения. Последнее с учетом изменения наклона биссектрисы угла заострения относительно направления резания и направления измерения величины Δ обусловливает относительно незначительное возрастание Δ с увеличением угла заострения.

Характер и степень зависимости параметров ρ и y от пути резания представлены на рис. 3.

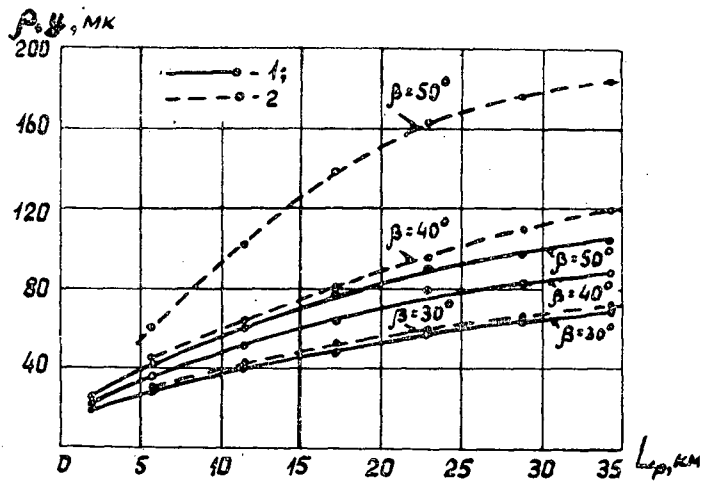


Рис. 3.
1 — для величины ρ; *2* — для y.

С увеличением пути резания величины ρ и y и отражаемая через них затупленность зубьев возрастают, но замедленно с ростом пути резания. В равных других условиях параметры ρ и y увеличиваются с ростом угла заострения β. Возрастание угла заострения от 30 до 50° приводит к увеличению ρ в 1,5 раза, а y — в 2—2,6 раза. Таким образом, в противоположность параметру Δ затупленность зубьев существенно зависит от величины придаваемых им углов заострения в условиях сохранения задних углов неизменными.

При всех имевшихся в опытах значениях пути резания отношение $\frac{y}{\rho}$ было близко к постоянному, но для разных углов заострения зубьев пилы оно различно по величине. Так, при β = 30° величина этого отношения находилась в пределах 1,02 — 1,1; при 40° — в пределах 1,2—1,3 и при 50° — в пределах 1,7—1,8. Чем меньше параметр ρ и

чем ближе к единице величина отношения $\frac{y}{\rho}$, тем меньше затупленность зубьев и соответственно выше их режущая способность.

Для условий и в пределах погрешностей опытов зависимости износа и затупленности зубьев пил в функции от совершаемого каждым зубом пути резания представлены эмпирическими формулами в табл. 2 (L_p — в *км*; F — в *мм*^{2}; Δ, ρ и y — в *мк*).

Таблица 2

$\beta=30°$	$\beta=40°$	$\beta=50°$
$F=34\cdot10^{-5}L_p^{1,06}$	$F=44\cdot10^{-5}L_p^{1,06}$	$F=52\cdot10^{-5}L_p^{1,06}$
$\Delta=22{,}8L_p^{0,54}$	$\Delta=23{,}8L_p^{0,54}$	$\Delta=23{,}9L_p^{0,54}$
$\rho=11{,}8L_p^{0,5}$	$\rho=15{,}2L_p^{0,5}$	$\rho=18{,}1L_p^{0,5}$
$y=13{,}9L_p^{0,46}$	$y=16{,}4L_p^{0,56}$	$y=22{,}9L_p^{0,61}$

Параметры Δ, ρ и y — производные объемного износа, в нашем случае косвенно характеризуемого износом F по площади.

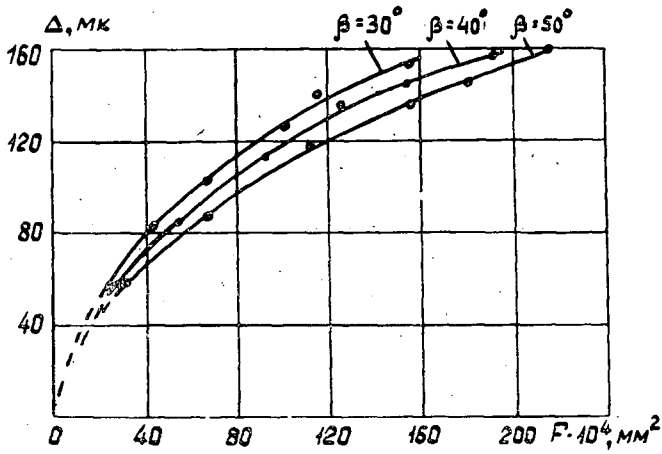


Рис. 4. Зависимость параметра Δ от износа по площади.

Как видно из рис. 4, параметр Δ замедленно возрастает с увеличением износа F по площади и при равных значениях F несколько уменьшается с ростом угла заострения зубьев. Увеличение угла β на 10° обусловливает уменьшение Δ на 7—8%.

Зависимость параметров ρ и y от износа F по площади представлена на рис. 5.

Затупленность зубьев увеличивается с ростом F. При малом угле заострения зубьев (в нашем случае при $\beta=30°$) величина y почти равняется ρ для всех значений F. С увеличением угла заострения при неизменном заднем угле α величина y возрастает относительно ρ тем сильнее, чем больше угол заострения зубьев и чем больше их износ в работе. Следствием является то, что зубья пилы с большими углами заострения быстрее теряют свою режущую способность, чем зубья с малыми углами заострения.

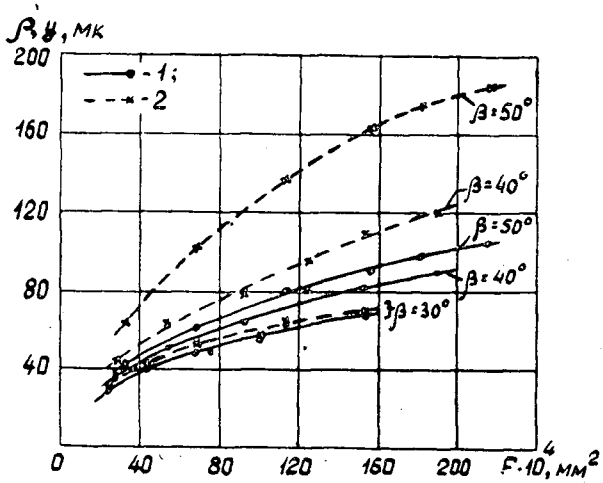


Рис. 5.
1 — для ρ; *2* — для *y*.

Выражения установленной в опытах зависимости параметров Δ, ρ и *y* от величины износа *F* по площади даны в табл. 3 (*F* — в *мм*^{2}; Δ, ρ и *y* — в *мк*).

Таблица 3

β = 30°	β = 40°	β = 50°
$\Delta = 1327 \cdot F^{0,51}$	$\Delta = 1224 \cdot F^{0,51}$	$\Delta = 1118 \cdot F^{0,51}$
$\rho = 501 \cdot F^{0,47}$	$\rho = 573 \cdot F^{0,47}$	$\rho = 631 \cdot F^{0,47}$
$y = 428 \cdot F^{0,43}$	$y = 987 \cdot F^{0,53}$	$y = 1699 \cdot F^{0,57}$

В целях более длительного сохранения режущей способности зубьев пил не следует придавать им большие углы заострения; однако при этом нужно учитывать обеспечение достаточной сопротивляемости зубьев в их вершинах излому и изгибу в работе.

Поступила 27 мая 1968 г.

УДК 674.023

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУЖКИ-ПРОДУКТА ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ НА СТАНКАХ РОТОРНОГО ТИПА

А. С. СИМОНОВ

(Брянский технологический институт)

В 1958 г. Т. В. Айзенштейн [1] сконструировал роторный фанерострогальный станок. В 1965 г. мы [6] предложили новую конструкцию ротора этого станка, которая позволила автоматизировать удаление срезанных листов стружки из полости вращающегося ротора. В результате этих двух изобретений роторные станки как более совершенные и производительные [5] стали использовать в промышленности. Однако до настоящего времени основные параметры роторных станков недостаточно обоснованы, так как процесс резания древесины на них совершенно не изучен.

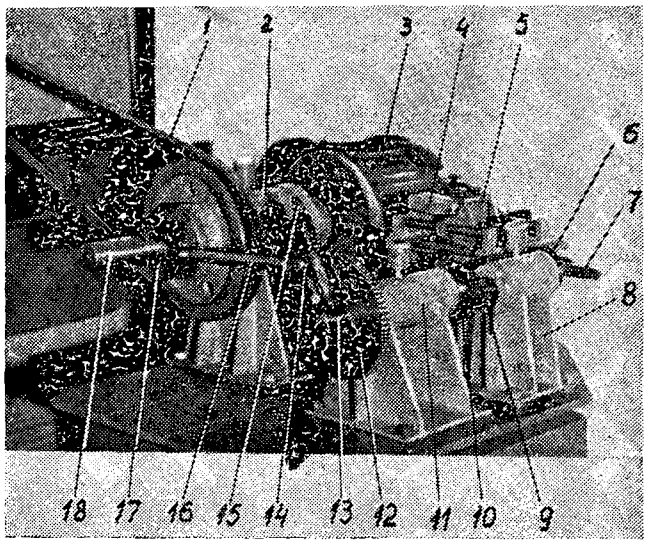


Рис. 1.

Для проведения всесторонних исследований процесса резания древесины на станках роторного типа с получением стружки-продукта нами разработана и изготовлена экспериментальная установка (рис. 1), которая состоит из главного шпинделя *2*, ножевого ротора *3*, каретки *5*, шпиндельных бабок *8* и *11*, клиноременной передачи *1*, эксцентрика *17*, жестко установленного на валу *18*, тяги *16*, рычага-качалки *13*, ползунка *14*, подпружиненной собачки *15*, храпового колеса *12*, сменных зубчатых колес *9* и *10*, конической передачи *6*, винта 7. Образец древесины *4* укрепляют винтами на каретке *5*. Величину подачи регулируют перемещением ползунка *14* вдоль рычага *13*. Конструкция механизма подачи позволяет осуществить подачу от 0,5 до 1,8 *мм* на один оборот ротора. В период резания образец остается неподвижным, а подача осуществляется за время холостого хода ротора.

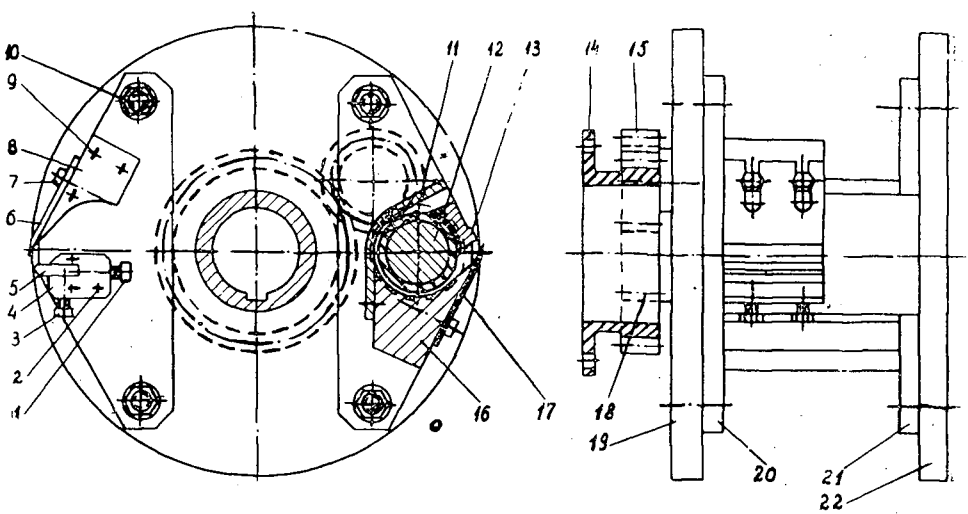


Рис. 2.

Ножевой ротор экспериментальной установки (рис. 2) состоит из двух ножевых комплектов, закрепленных на двух дисках. Один комплект оборудован механизированным выбросом срезанных листов, второй — без выброса, но консольное крепление его при малой скорости резания позволяет вести наблюдение за процессом резания и движения стружки.

Ножевой комплект с механизированным выбросом листов из вращающегося ротора укреплен между двумя дисками *19* и *22* и состоит из ножа *17*, ножевой траверсы *16*, выносного обрезиненного ролика *12*, обжимной линейки (прижима) *13*, шестерен *15* и *18*, зубчатого колеса *14* и направляющей *11*. Ролик вращается при вращении ротора вследствие обкатывания шестерни *15*, находящейся в зацеплении с шестерней *18*, по неподвижному зубчатому колесу *14*. По мере срезания стружки вращающийся ролик прижимает ее к неподвижной направляющей и вследствие разности сил трения на поверхности направляющей и поверхности ролика перемещает стружку до момента выброса ее на периферию ротора. Сила сцепления стружки с поверхностью ролика должна быть больше силы трения стружки о направляющую, поэтому ролик покрыт резиной. При диаметре ротора D диаметр выносного ролика $d_р$ принимают равным $0{,}25D$, а число оборотов — $n_р = n\frac{D}{d_р}$ (n — число оборотов ротора). Число зубьев колеса *14* и шестерни *18* принимают таким, чтобы $\frac{D}{d_р} = \frac{Z_{14}}{Z_{18}}$.

Ножевой комплект без механизма выброса укреплен болтами *10* консольно на одном диске *19* и состоит из опорной пластины *20*, сменного ножа *6*, опорной консольной траверсы ножа *8*, опоры прижимной линейки *4*, сменной прижимной линейки (прижима) *5*, винтов *7* и *3*. Для регулировки установки прижима по высоте использованы винты *1*. На основной установке диаметр ротора 250 *мм*, а на вспомогательной он переменный и равняется 250, 500, 750, 1000, 1500 *мм*. Угол резания 25°, угол заострения ножа 22°, задний угол 3°. Геометрия рабочей части прижимной линейки принята по данным В. И. Любченко [3]. Для опытов были взяты образцы длиной 30 *мм*, влажностью более 30%, температура 20°С.

Кинематика процессов резания и выправления стружки (рис. 3) показывает, что после превращения стружки в плоскую и сушки толщина ее (без учета погрешностей резания) определяется максимально и минимально

$$h_{max} = U_i K_у K_{у.с}; \tag{1}$$

$$h_{min} = U_i K_у K_{у.с}\left(1 - \frac{H^2}{D^2}\right), \tag{2}$$

где $K_у$ — коэффициент утолщения стружки при резании;

$K_{у.с}$ — коэффициент уменьшения толщины стружки при сушке.

Разнотолщинность стружки при этом определяется формулой

$$\Delta h = U_i K_у K_{у.с}\frac{H^2}{D^2} = \frac{U_i K_у K_{у.с}}{K_D^2}, \tag{3}$$

где $K_D = \frac{D}{H}$.

Отсюда следует, что при резании на станках роторного типа разнотолщинность стружки зависит от величины подачи и соотношения диаметра ротора и высоты исходной заготовки.

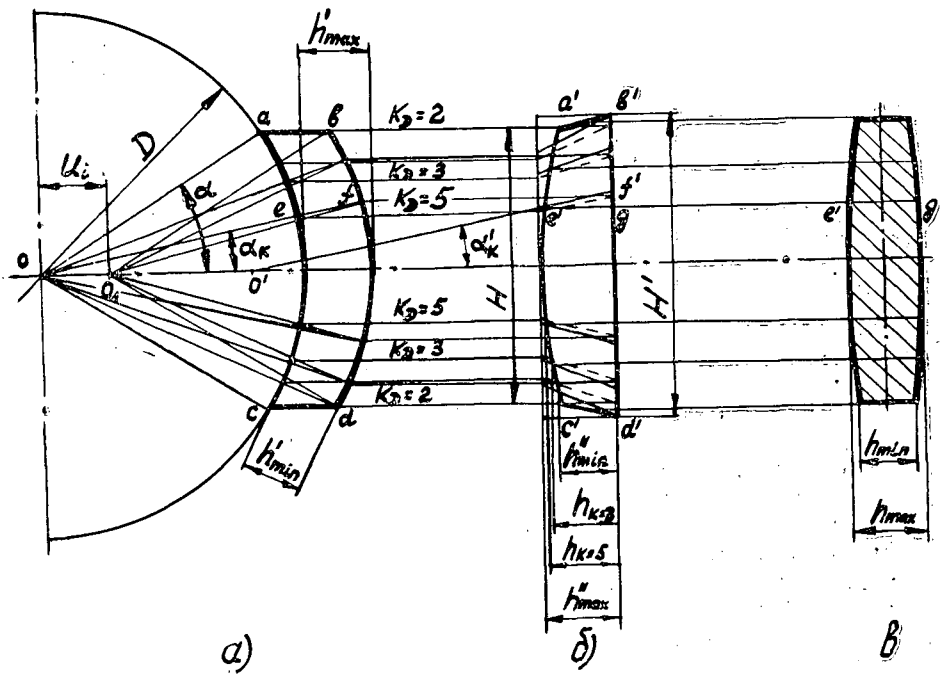


Рис. 3.

а — кинематика резания; *б* — поперечное сечение сырой выправленной стружки; *в* — сечение сухой стружки.

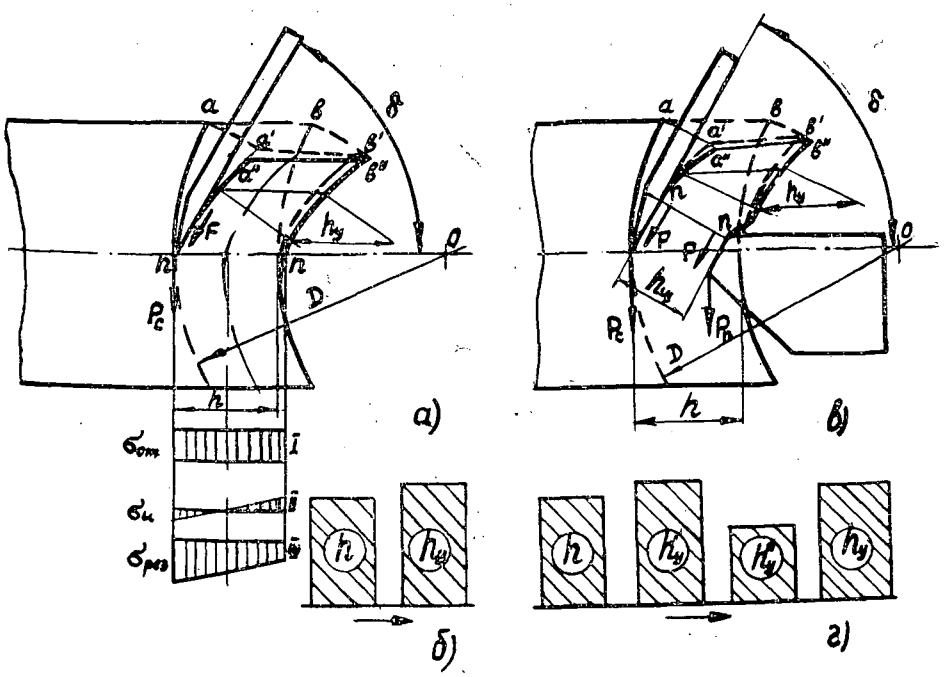


Рис. 4. Схемы утолщения стружки при резании.

Коэффициент утолщения стружки

$$K_{\text{у}} = \frac{h'_{max}}{U_l},$$

где h'_{max} — максимальная толщина сырой стружки;

U_l — подача заготовки при резании.

Анализ процесса стружкообразования и основных явлений, обусловливающих утолщение стружки, показывает, что утолщение стружки при резании зависит от толщины и степени обжима.

При резании с обжимом структурная схема утолщения имеет вид $h \to h'_{\text{у}} \to h''_{\text{у}} \to h_{\text{у}}$, а при резании без обжима $h \to h_{\text{у}}$.

Когда резание производится без обжима (рис. 4,*а,б*), процесс утолщения протекает при свободном состоянии стружки. Усилия $P_{\text{с}}$ и F, вызывающие утолщение, действуют эксцентрично, а поэтому результирующие напряжения в стружке в плоскости резания (эпюра III) различны в зависимости от толщины стружки. С увеличением толщины коэффициент утолщения должен уменьшаться, так как в период резания усилие сжатия на лезвии ножа при различной толщине стружки примерно одинаково [2], а следовательно, в стружке меньшей толщины оно вызывает большие по величине остаточные деформации.

При резании с обжимом процесс утолщения (рис. 4, *в, г*) обусловлен силами $P_{\text{с}}$, $P_{\text{п}}$, F и упругим восстановлением стружки при выходе из щели $h_{\text{щ}}$ между ножом и прижимом. Этот процесс складывается из утолщения стружки до $h'_{\text{у}}$ под действием сил $P_{\text{с}}$ и F, затем сжатия утолщенной стружки усилиями $P_{\text{п}}$ и F до размера щели $h_{\text{щ}}$ ($h''_{\text{у}}$) и последующего утолщения от $h''_{\text{у}}$ до $h_{\text{у}}$, заключающегося в упругом восстановлении сжатой до $h_{\text{щ}}$ стружки. Так как после сжатия в древесине наблюдается явление остаточных деформаций, величина которых зависит от степени сжатия (обжима) стружки, то и конечная толщина сырой стружки зависит от степени обжима. Экспериментальные исследования подтверждают сделанные предположения. Приводим результирующие уравнения для определения коэффициентов утолщения при резании влажной пропаренной древесины ($W > 30\%$, $t = 20°C$, $\delta = 25°$), полученные статистической обработкой результатов экспериментов:

для дуба, березы и лиственницы

$$K_{\text{у}} = \left(1{,}084 - 0{,}0039\Delta^{0{,}75}\right) h^{-0{,}016}; \tag{4}$$

для осины

$$K_{\text{у}} = \left(1{,}025 - 0{,}0037\Delta^{0{,}75}\right) h^{-0{,}013}. \tag{5}$$

В этих уравнениях Δ — степень обжима при резании (%), h — толщина стружки (*мм*).

Коэффициент уменьшения толщины стружки при сушке зависит от влажности древесины при резании $W_{\text{н}}$ и влажности сухой стружки $W_{\text{к}}$ и определяется по формуле

$$K_{\text{у.с}} = 1 - \frac{K(W_{\text{н}} - W_{\text{к}})}{100}, \tag{6}$$

где K — коэффициент усушки [3].

Фактическая разнотолщинность стружки несколько отличается от вычисленной по формуле (3). Различие учитывают экспериментальными поправочными коэффициентами, определенными из выражения

$$K_{\text{п}} = \frac{\Delta h_{\text{факт}}}{\Delta h}. \tag{7}$$

Кривые зависимости $K_п = f(U_i)$ (рис. 5) позволяют определить поправочные коэффициенты при подаче (толщине стружки) от 0,5 до 1,8 *мм*.

Для получения сухой стружки толщиной h подачу заготовки определяют по формуле

$$U_i = \frac{h}{K_у K_{у.с}}. \qquad (8)$$

Для стружки с разнотолщинностью в пределах, допускаемых по ГОСТу, диаметр ротора нужно рассчитывать следующим образом:

$$D = H\sqrt{\frac{hK_п}{\Delta h_{гост} - 3\sigma}}, \qquad (9)$$

где σ — среднее квадратическое отклонение толщины стружки.

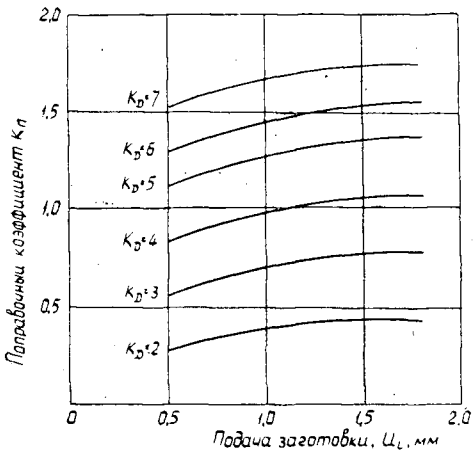


Рис. 5. Зависимость поправочных коэффициентов $K_п$ от подачи U_i и соотношения $K_D = \frac{D}{H}$.

Анализ данных фактической разнотолщинности стружки и данных формулы (9) показывает, что высококачественный строганый шпон на станках роторного типа получается при отношении K , равном 4—5, то есть необходимый диаметр ротора фанерострогального станка

$$D = (4 \div 5)H, \qquad (10)$$

где H — высота заготовки.

Если учесть, что для производства строганого шпона используют кряжи диаметром от 250 до 1000 *мм*, то потребный диаметр ротора фанерострогального станка составит 500—2000 *мм*. Поэтому целесообразно создать роторные станки трех типов: легкий, средний и тяжелый с диаметром ротора соответственно 1000, 1500 и 2000 *мм*. Для обеспечения весьма точной настройки величины подачи наиболее приемлема схема механизма непрерывного действия с упором заготовки в направляющие пояски ротора. Потребную подачу (толщину стружки) обеспечивает настройка ножа с возвышением над направляющими поясками. Контрольные опыты по резанию шпона с непрерывной подачей не выявили существенной разницы в процессе формирования стружки по сравнению с данными, полученными при толчковой подаче.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Т. В. Айзенштейн. Авторское свидетельство № 115389 от 3/11 1958 г. [2]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1955. [3]. В. И. Любченко. Исследование прижима как средства управления процессом стружкообразования в процессе строгания шпона. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, МЛТИ, 1965. [4]. Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. «Советская наука» 1950. [5]. А. С. Симонов, И. И. Михеев, В. Н. Плахов. Производство строганой фанеры на станках роторного типа. «Механическая обработка древесины» № 6, 1966. [6]. А. С. Симонов. Расчет основных размеров и конструкция фрезы для поперечного фрезерования. «Механическая обработка древесины» № 12, 1966.

Поступила 15 мая 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 674.812

ИЗНОС ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ТРЕНИИ НА ТОРЕЦ

П. Н. ЦЫБУЛЕВ, Н. Ф. КУЗЬМИН, Б. М. ИЛЬЯШЕНКО, А. М. ОСИНОВСКИЙ

(Днепропетровский химико-технологический институт)

Мы исследовали износ прессованной древесины акации белой марки ДП-К со степенью прессования 50% при трении на торец в паре со сталью 45, а также износ бронзы ОЦС 6-6-3 и чугуна АСЧ-3 в паре со сталью 45. Сравнительные испытания на износостойкость проводили на лабораторной установке (рис. 1) при смазке маслом «индустриальное 20», удельном давлении 2 *кГ/см*^{2} и скорости скольжения

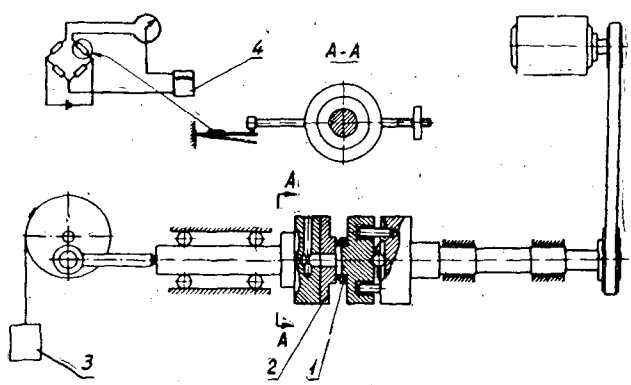


Рис. 1.

1 — образец; *2* — контртело; *3* — груз; *4* — микроамперметр.

3,28 *м/сек*. Образцы, имеющие форму кольца с внутренним диаметром 44 *мм* и наружным 50 *мм*, истирали торцовой поверхностью о контртело. Износ определяли по изменению высоты образца через каждые 6 *час* в течение 36 *час* на оптиметре ИКВ с разрешающей способностью 0,5 *мк*. Износ контртела определяли через 36 *час* методом искусственных баз на приборе УПОИ-6. Результаты измерений обрабатывали методами математической статистики; коэффициент вариации составил в среднем 4,8%.

Результаты опытов представлены на рис. 2. За 36 *час* работы с прессованной древесиной износ контртела составил 9,8 *мк*, при работе с бронзой — 27,6 *мк*, с чугуном — 34,2 *мк*. Среднечасовой суммарный износ этих пар соответственно равнялся 1,30; 1,47 и 1,38 *мк*.

Для выяснения качественных изменений, происходящих в контактном слое прессованной древесины при трении, мы исследовали подшипники из ДП-ГТ акации белой со степенью прессования 50%, пред-

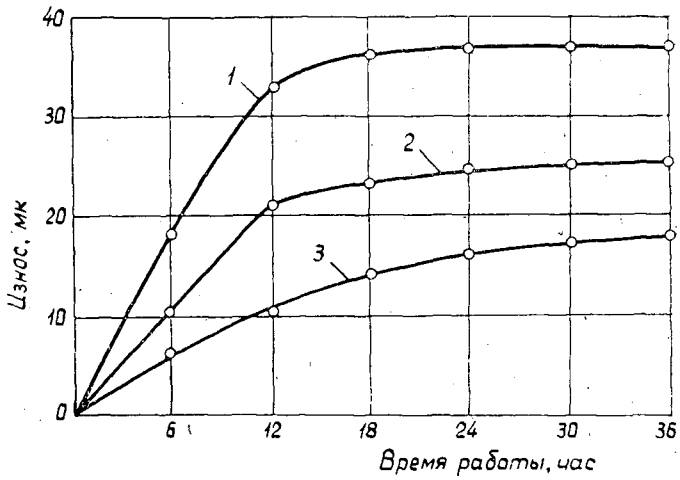


Рис. 2. Зависимость износа от времени.
1 — прессованная древесина; *2* — бронза; *3* — чугун.

варительно испытанные на стенде, имитирующем работу подшипников скольжения. Произвели микроструктурный, химический, спектральный анализы контактного слоя и определили чистоту рабочей поверхности подшипника в процессе работы; исследовали изменение микротвердости прессованной древесины в зависимости от расстояния до контактного слоя подшипника.

Микроструктурный анализ позволил обнаружить потемнение поверхностного слоя в зоне трения на глубину 1—1,5 *мм*. Предположение о том, что прессованная древесина под действием больших локальных температур обугливается, не подтверждается микроанализом, который вместо ожидаемого увеличения содержания углерода в контактном слое подшипника указывает на незначительное его снижение. Возможно, потемнение вызвано химическими превращениями некоторых веществ, входящих в состав древесины, под действием давления и температуры. Спектральный анализ показал повышенное содержание железа в поверхностном слое подшипника. Под микроскопом (рис. 3)

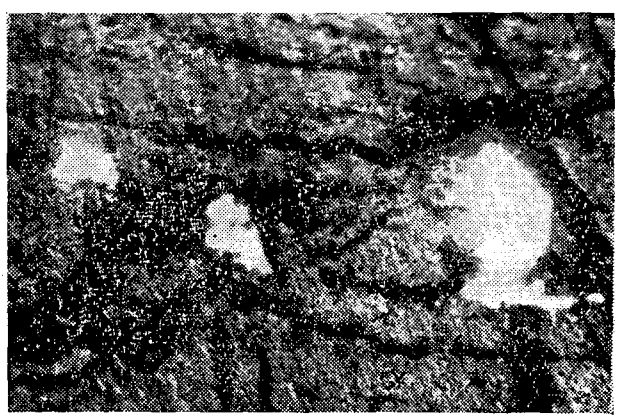


Рис. 3.

видны продукты износа цапфы (белые пятна) на рабочей поверхности подшипника из прессованной древесины (увеличение в 200 раз). Прочность сцепления продуктов износа с поверхностью подшипника невелика.

Среднюю высоту микронеровностей рабочей поверхности подшипника и цапфы исследовали на профилографе-профилометре ВЭИ «Калибр». За 30 *час* работы на стенде при удельном давлении 22,5 *кГ/см²* и окружной скорости 0,5 *м/сек* средняя высота микронеровностей рабочей поверхности подшипника уменьшилась от 2,10 до 0,33 *мк*, то есть чистота поверхности повысилась с ▽ 6 до ▽ 8. Из-за малой продолжительности испытаний не удалось обнаружить изменения исходной высоты микронеровностей цапфы (1,99 *мк*), так как ошибка измерений превышала изменение высоты микронеровностей — коэффициент вариации был равен в среднем 15%.

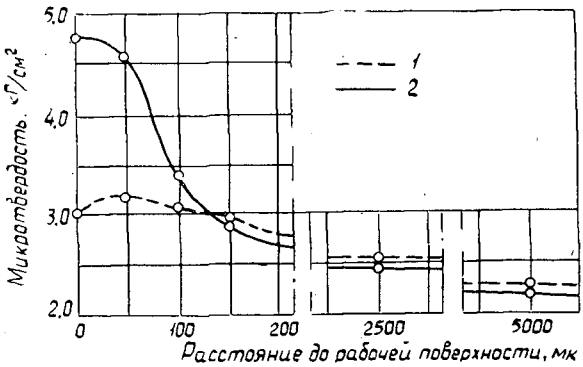


Рис. 4. Зависимость микротвердости прессованной древесины от расстояния до поверхности трения.
1 — до начала работы; *2* — после 36 *час* работы.

В процессе работы подшипника из прессованной древесины увеличивается микротвердость поверхностного слоя (рис. 4), которую мы определяли на приборе ПМТ-3 до работы и после 36 *час* работы на стенде при среднем удельном давлении 10 *кГ/см²* и скорости скольжения 1 *м/сек;* коэффициент вариации составил в среднем 2,7%.

Выводы

1. Пара трения прессованная древесина — сталь при смазке индустриальным маслом по износостойкости превосходит пары бронза — сталь и чугун — сталь. При работе с прессованной древесиной контртело изнашивается в три раза медленнее, чем при работе с бронзой и чугуном.

2. Под действием давления и температуры, а возможно и химических превращений, изменяется микрогеометрия и увеличивается микротвердость контактного слоя.

Поступила 26 февраля 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 621.933.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ ПРИВОДА ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Л. П. ПОТЯРКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Неравномерность вращения коленчатого вала оказывает определенное влияние на работу ременной передачи привода главного движения лесопильных рам [1]—[4].

Мы поставили своей задачей экспериментально определить в производственных условиях фактический коэффициент скольжения ременных передач и характер изменения окружного усилия на приводном шкиве по мгновенным значениям расходуемой мощности с учетом неравномерности вращения коленчатого вала. Чтобы найти коэффициент скольжения, мы фиксировали путь, проходимый за данное время точкой обода шкива (на валу электродвигателя) и приводного ремня, на которых были закреплены металлические скобы, прохождение их мимо магнитоэлектрических датчиков (использованы главные телефоны ТК-47) вызывало импульсы тока. В случае скольжения ремня на осциллограмме наблюдается смещение импульсов, получаемых от двух датчиков. По величине смещения импульсов за данный промежуток времени определяли величину скольжения ремня

$$\xi = \frac{nL_{\text{шкива}} - L_{\text{ремня}}}{L_{\text{ремня}}} \cdot 100\%,$$

где $L_{\text{ремня}}$ — фактическая длина ремня, *мм*;

n — число оборотов ротора электродвигателя за время одного пробега ремня;

$L_{\text{шкива}}$ — длина окружности обода шкива на валу электродвигателя.

Таблица 1

Типы лесопильных рам	Длина ремня, *мм*	Скольжение ременной передачи, %	
		при работе вхолостую	при распиловке
С плоскоременной передачей			
РД75-7, экспериментальный завод	14950	3,12	4,02
„Содерхамн" „ „	15700	2,86	3,51
РД50-3 № 1, ЛДК	13800	2,33	2,81
РД75-2 № 1, „	14300	1,95	3,57
РД75-2 № 2, „	6050	1,55	3,17
С клиноременной передачей			
РД50-3 № 2, ЛДК	6500	2,33	2,44
РД75-7, комбинат „Стройдеталь"	6500	2,73	2,95
РД75-6, „ „ (H=700 *мм*)	6500	3,06	3,53

Исследования проводили при работе лесопильных рам вхолостую и под нагрузкой. В табл. 1 приведены результаты наблюдений за скольжением ременной передачи в приводе главного движения исследуемых лесопильных рам. Из таблицы видно, что скольжение колеблется в значительных пределах, превышая рекомендуемые значения коэффициентов скольжения (2% — для плоскоременных и 1,5% — для клиноременных передач) [5]. Это можно объяснить отсутствием на лесопильных предприятиях должного контроля за натяжением ремней и сложными условиями работы ременной передачи.

Величина скольжения ременной передачи и неравномерность вращения коленчатого вала — определяющие факторы расхода мощности за оборот коленчатого вала. Поэтому при их регистрации одновременно фиксировался фактический расход мощности с помощью преобразователя мощности на эффекте Холла типа П003.

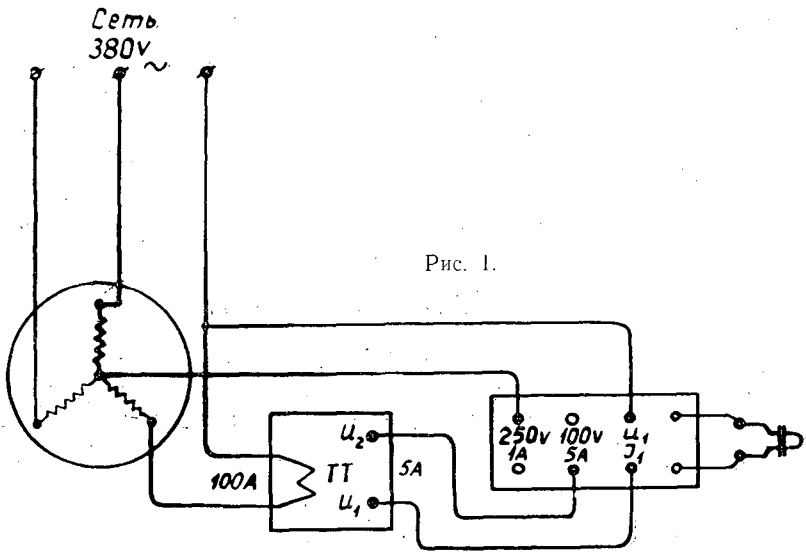


Рис. 1.

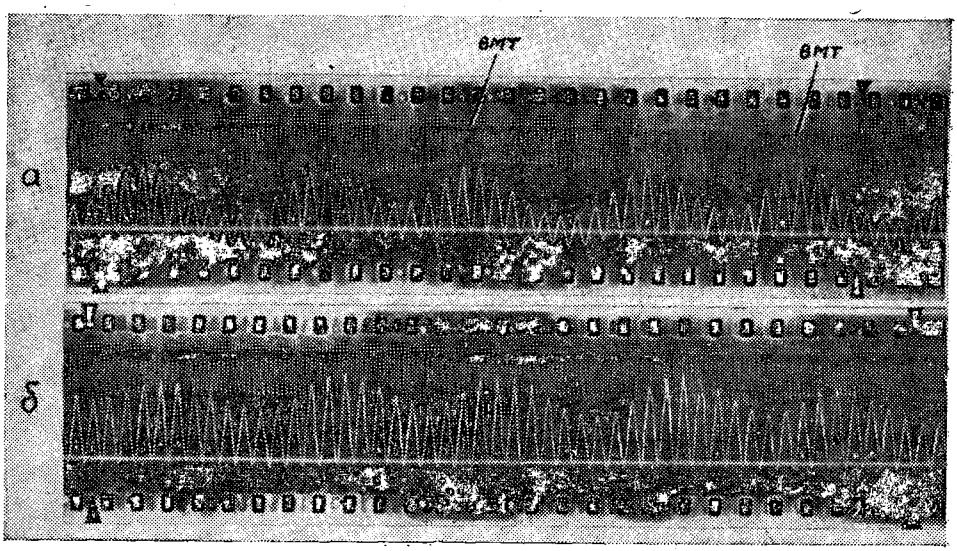


Рис. 2.

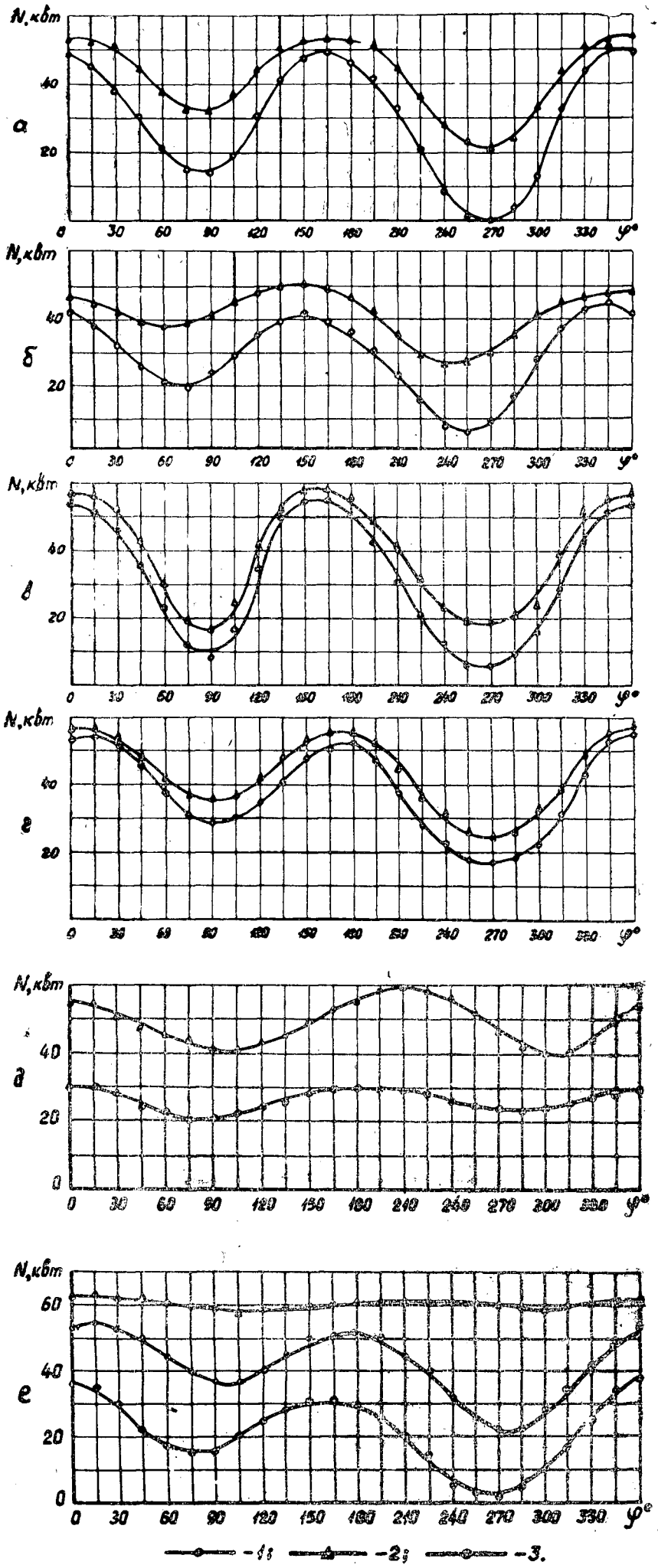


Рис. 4.

1 — при работе вхолостую; *2* — при работе под нагрузкой; *3* — трение пил в пропиле.
а — РД75-2 № 1; *б* — РД75-2 № 2; *в* — РД50-3 № 2; *г* — РД50-3 № 1; *д* — „Содерхамн"; *е* — РД75-7, экспериментальный завод.

Схема подключения преобразователя мощности и трансформатора тока типа УТТ-5 к приводу главного движения лесопильной рамы дана на рис. 1. Расход мощности регистрировался осциллографом Н-700 при скорости протяжки фотобумаги $V = 640$ *мм/сек*. Для питания по току и напряжению был использован привод РПШ2 × 0,5.

На рис. 2 приведены характерные осциллограммы мгновенных значений мощности за оборот коленчатого вала при работе лесопильной рамы вхолостую (*а*) и под нагрузкой (*б*). По этим осциллограммам с помощью тарировочной кривой преобразователя мощности П003 (рис. 3) можно легко определить мгновенное значение мощности для любого угла поворота кривошипа.

На рис. 4 приведены кривые мгновенных значений мощности $N = f(\varphi)$, полученные при работе лесопильных рам вхолостую и под нагрузкой. Характер изменения окружного усилия (на приводном шкиве за оборот коленчатого вала), полученного из кривых мгновенной мощности, аналогичен характеру изменения угловой скорости.

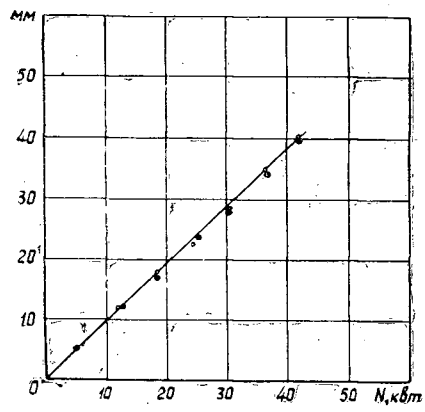


Рис. 3.

Для однотипных лесопильных рам наибольшее колебание окружного усилия наблюдается при клиноременном приводе вследствие большей жесткости передачи. Так, для рамы РД50-3 с клиноременной передачей среднее окружное усилие изменяется в пределах (0,19 ÷ ÷ 1,71) $P_{\text{окр. ср. х}}$ при работе вхолостую и в пределах (0,43 ÷ 1,47) $P_{\text{окр. ср. н}}$ при работе под нагрузкой, а для той же лесопильной рамы с плоскоременной передачей изменения окружного усилия соответственно равняются (0,44 ÷ 1,37) $P_{\text{окр. ср. х}}$ и (0,57 ÷ 1,31) $P_{\text{окр. ср. н}}$. Из приведенных данных видно, что в рамах с клиноременной передачей при работе вхолостую условия эксплуатации электродвигателя главного привода особенно неблагоприятны из-за неравномерного вращения коленчатого вала.

При клиноременной передаче колебание мгновенной угловой скорости при работе вхолостую составляет — (5,38 ÷ 4,97) % и работе под нагрузкой — (5,15 ÷ 4,54) % от средней угловой скорости ротора электродвигателя, что вполне согласуется с расходом мощности за оборот коленчатого вала.

В этом отношении наиболее благоприятные условия эксплуатации привода главного движения наблюдаются в лесопильной раме «Содерхамн» с контрприводом, где колебание окружного усилия составляет (0,82 ÷ 1,13) $P_{\text{окр. ср. х}}$ при работе вхолостую и (0,82 ÷ 1,19) $P_{\text{окр. ср. н}}$ при работе под нагрузкой. Наличие контрпривода в этой раме играет роль дополнительной вращающейся массы, что приводит к более спокойным условиям работы электродвигателя главного привода и понижению степени неравномерности вращения коленчатого вала. Поэтому вопросу расчета вращающихся маховых масс в современных лесопильных рамах должно быть уделено особое внимание.

На основании приведенных выше данных можно сделать вывод о том, что при проектировании лесопильных рам необходимо получить коэффициент неравномерности не более 1/15.

Плоскоременная передача, несмотря на некоторое ее положительное влияние на условия работы привода главного движения лесопильной рамы, нерациональна вследствие ее громоздкости. Наиболее компактны клиноременная и укороченная плоскоременная передачи, но в первой не все ремни работают в одинаковых условиях вследствие различной их вытяжки; в итоге из-за перегрузки отдельных ремней долговечность их и всей передачи в целом понижена. Для облегчения условий работы клиноременной передачи в существующих конструкциях привода между валом электродвигателя и шкивом желательно устанавливать упругую муфту, которая в некоторой степени уменьшала бы вредное влияние колебания окружного усилия на работу электродвигателя.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. С. Афанасьев. Конструкции деревообрабатывающих станков. Т. 1, Машгиз М., 1960. [2]. М. А. Дешевой. Механическая технология дерева. Т. III. Гослестехиздат, Л., 1939. [3]. И. К. Малахов. Расчет, конструирование, производство и эксплуатация лесопильных рам. «Лесная промышленность», М., 1965. [4]. Ф. М. Манжос. Деревообрабатывающие станки. Гослесбумиздат, М., 1963. [5]. Энциклопедический справочник. «Машиностроение». Т. II, Машгиз, М., 1948.

Поступила 14 мая 1968 г.

УДК 621.914.1

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ УДЕЛЬНОГО УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В. Д. ЛЕСЬКИВ

(Хмельницкий технологический институт бытового обслуживания)

Как известно, удельное усилие резания представляет собой силу резания, отнесенную к площади поперечного сечения стружки

$$K = \frac{P}{F}, \qquad (1)$$

где K — удельное усилие резания;
P — усилие резания;
F — площадь поперечного сечения стружки.

Усилие резания и площадь поперечного сечения стружки за период одного реза непостоянны. Они меняются с изменением угла контакта режущего лезвия с древесиной.

В отечественной и зарубежной литературе приведены формулы для определения усилия резания при цилиндрическом фрезеровании древесины фрезами с прямолинейными лезвиями, причем расчет проводили по средним значениям усилия резания и площади поперечного сечения стружки. При проектировании фрезерного иструмента и шпинделей фрезерных станков необходимо знать максимальные усилия резания. Поэтому нами разработаны методы подсчета максимальных значений площадей поперечного сечения стружки для различных случаев фрезерования. Установив экспериментально максимальные значения усилия резания P_{max} (их можно получить тензометрическими измерениями с помощью осциллографов) и определив F_{max}, найдем удельное усилие резания

$$K_{max} = \frac{P_{max}}{F_{max}}. \qquad (2)$$

При решении обратной задачи по имеющимся значениям K_{max} и полученным по расчету величинам F_{max} можно определить максимальное значение усилия резания P_{max}, которое необходимо для силовых расчетов инструмента и станка.

Рассмотрим, как изменяется площадь поперечного сечения стружки в зависимости от условий фрезерования. В процессе плоского цилиндрического фрезерования изменяются толщина стружки и, соответственно, площадь ее поперечного сечения (рис. 1, *а*). При фрезеровании с прямолинейными режущими кромками ширина стружки за период реза остается постоянной. В этом случае процесс стружкообразования можно разделить на три основных этапа.

1. Перемещение лезвия резца по материалу без образования стружки. Длина этого перемещения сравнительно мала и зависит от величины упругих деформаций древесины, возникающих в процессе контакта ножа с обрабатываемым материалом, от состояния остроты инструмента и от величины подачи на резец.

2. Стружкообразование, в процессе которого толщина стружки изменяется от 0 до h_{max}. Величину угла контакта этого этапа определяют по формуле

$$\varphi_1 = \varphi_{max} - \varphi_2, \qquad (3)$$

где φ_{max} — максимальное значение угла контакта;

$$\varphi_{max} = \arccos\frac{R-H}{R}, \qquad (4)$$

здесь H — толщина снимаемого слоя;

R — радиус резания.

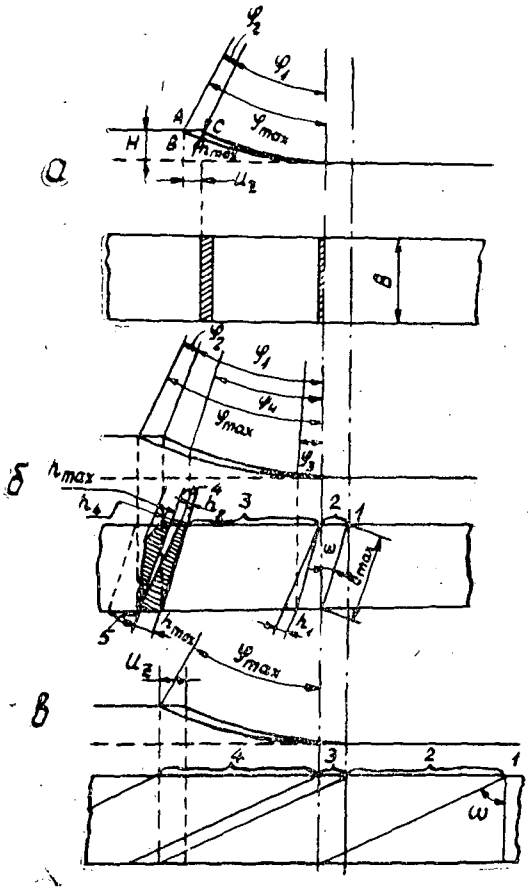


Рис. 1. Виды стружкообразования при фрезеровании.

3. Выход ножа из древесины. Во время этого этапа толщина стружки уменьшается от h_{max} до 0. Для определения угла контакта введем упрощение. Примем дугу AB за прямую, нормальную к радиусу. Получим

$$\varphi_2 = \frac{U_z}{R}\cos\varphi_{max}; \quad \varphi_2 = \frac{U_z(R-H)}{R^2}, \qquad (5)$$

где U_z — подача на 1 резец.

На всех этапах стружкообразования толщина стружки меняется только с изменением дуги контакта

$$h = U_z \sin \varphi. \tag{6}$$

Из приведенного выше видно, что определение площади поперечного сечения стружки при фрезеровании с прямолинейным расположением режущих кромок на фрезе не представляет трудности

$$F_{max} = Bh_{max} = BU_z \sin \varphi_1. \tag{7}$$

Для этого случая

$$K_{max} = \frac{P_{max}}{B \cdot U_z \sin \varphi_1},$$

где B — ширина фрезерования.

При винтовом расположении ножей на фрезе процесс стружкообразования отличается характером изменения площади поперечного сечения стружки и усилия резания. Длина режущей кромки, находящейся в контакте с древесиной, в этом случае не остается постоянной с изменением угла контакта, то есть ширина стружки — величина переменная.

В зависимости от соотношения ширины обрабатываемого материала, толщины снимаемого слоя и угла наклона режущей кромки фрезы возможны два случая стружкообразования. В первом (рис. 1,*б*) стружкообразование происходит так, что при достижении максимального значения толщины стружки рабочая часть лезвия полностью находится в контакте с древесиной; во втором (рис. 1,*в*) лезвие находится в контакте с древесиной только частью своей рабочей длины.

Выясним, при каких значениях угловых и линейных параметров инструмента и материала мы имеем первый и второй случаи стружкообразования.

Длину лезвия, находящегося в контакте с древесиной, определяем по формулам

$$b_1 = \frac{B}{\cos \omega}, \tag{8}$$

где ω — угол наклона режущей кромки (рис. 1,*б*);

$$b_2 = \frac{R \arccos\left(\frac{R-H}{R}\right)}{\sin \omega}. \tag{9}$$

Формула (8) справедлива для малых значений B и ω и больших величин H. Уравнение (9), наоборот, справедливо для малых значений H и больших B и ω.

Рассмотрим на примере более детально, что означают большие и малые величины.

При проведении экспериментов $B = 0{,}02$ *м*; $R = 0{,}067$ *м*; $\omega = 0$—45°; $H = 0{,}002$ *м* (основная группа опытов). По формулам (8) и (9) подсчитаем значение длины лезвия, находящегося в контакте с древесиной. Результаты представлены в виде кривых на рис. 2. Для каждого значения ω при прочих равных условиях по формулам (8) и (9) получим два значения длины рабочей части лезвия, из которых истинно лишь меньшее. Это происходит потому, что для $\omega = 0$; 15 и 30° ширина образца B лимитирует длину рабочей части лезвия. Для $\omega = 45$, 60 и 75° при прочих равных условиях лимитирующей является толщина снимаемого слоя H. Для точки пересечения кривых справедливы

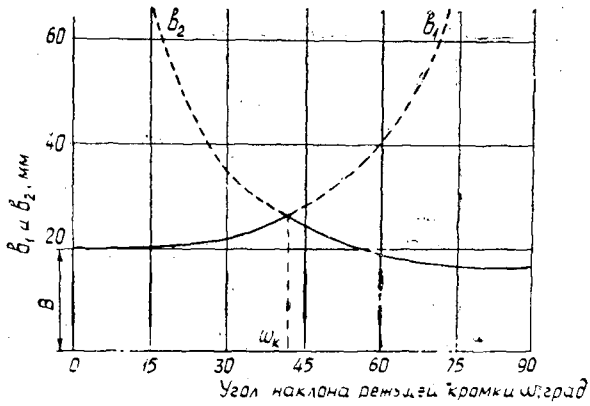


Рис. 2. Зависимость ширины стружки от угла наклона режущей кромки.
b_1 — по формуле (8); b_2 — по формуле (9).

обе формулы. Абсциссу точки пересечения $\omega = \omega_к$ определим путем совместного решения уравнений (8) и (9). Для значения от $\omega = 0$ до $\omega = \omega_к$ имеет место первый случай стружкообразования, а для $\omega > \omega_к$ — второй. Такое разделение наблюдаем для любых конкретных значений B и H.

В первом случае стружкообразование можно разделить на 5 периодов. В первом, как и при прямолинейном лезвии, нож перемещается одним концом по материалу без образования стружки, то есть имеют место упругие деформации древесины. Во втором нож входит в контакт с древесиной, и ширина стружки при этом меняется от 0 до b_{max}. Третий период характерен тем, что поперечное сечение стружки имеет форму трапеции. Ширина стружки остается постоянной, а толщина возрастает до значений h_{max} и h_2 (рис. 1,*б*). На протяжении всего четвертого периода стружка имеет форму, представленную на рис. 3,*а*. В начале этого периода поперечное сечение стружки имеет

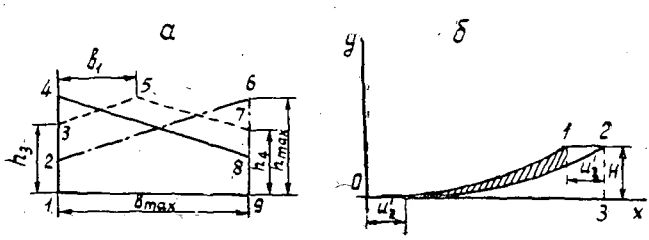


Рис. 3. Площадь поперечного сечения стружки.

вид 1—4—8—9, в дальнейшем изменяется до вида 1—3—5—7—9 и, наконец, через фигуру 1—2—6—9 переходит к пятому периоду стружкообразования. В пятом периоде поперечное сечение стружки имеет форму треугольника. Ширина стружки изменяется от b_{max} до 0 при одновременном уменьшении ее толщины. По окончании этого периода стружкообразование прекращается.

Поперечное сечение стружки имеет максимальное значение в четвертом периоде

$$F_{1\,max} = \frac{b'}{2} h_3 + \frac{b_{max} h_{max}}{2} + \frac{b_{max} h_4}{2} - \frac{b' h_4}{2}, \qquad (10)$$

где b' — расстояние от края стружки до точки максимального значения ее толщины;

h_{max} — максимальное значение толщины стружки;

$$b' = (\varphi - \varphi_3) R \cos \omega,$$

здесь φ_3 — угол, на протяжении которого имеет место второй период стружкообразования;

$$\varphi_3 = \frac{B \cdot \operatorname{tg} \omega}{R};$$

$$h_{max} = U_z \sin \left[\arccos \frac{R - H}{R} - \frac{U_t (R - H)}{R^2} \right]. \qquad (11)$$

Величины h_3 и h_4 определяем из треугольника ABC (рис. 1,*а*).

$$h_3 = (\varphi_{max} - \varphi) R \operatorname{tg} \varphi_{max}; \qquad (12)$$

$$h_4 = U_z \sin \left(\varphi - \frac{B \operatorname{tg} \omega}{R} \right). \qquad (13)$$

Подставив значения h_3 и h_4 в формулу (10), получим

$$F_{1\,max} = \frac{(\varphi - \varphi_3) R \cos \omega}{2} (\varphi_{max} - \varphi) R \operatorname{tg} \varphi_{max} +$$

$$+ \frac{b_{max} U_z \arccos \left(\frac{R - H}{R} \right) - U_z \left(\frac{R - H}{R^2} \right)}{2} + \frac{b_{max} U_z \sin \left(\varphi - \frac{B \operatorname{tg} \omega}{R} \right)}{2} -$$

$$- \frac{(\varphi - \varphi_3) R \cos \omega}{2} \left[U_z \sin \left(\varphi - \frac{B \operatorname{tg} \omega}{R} \right) \right]. \qquad (14)$$

Для нахождения максимального значения площади поперечного сечения стружки возьмем первую производную от $F_{1\,max}$ по φ. Упрощая полученное значение производной, сведем его к уравнению четвертой степени с одним неизвестным. В общем случае такие уравнения не решаются. Приблизительно считаем, что площадь поперечного сечения стружки имеет максимальное значение, если $h_3 = h_4$.

Приравняв друг к другу уравнения (12) и (13) и решив их относительно φ, находим

$$\varphi = \frac{R^2 \varphi_{max} \operatorname{tg} \varphi_{max} + U_z B \operatorname{tg} \omega}{R (R \operatorname{tg} \varphi_{max} + U_z)}. \qquad (15)$$

Из уравнения (15) для каждого отдельного случая найдем φ и подставим его в уравнение (14). Полученное значение F_{1max} подставим в выражение (2) для определения удельного усилия резания.

Второй случай стружкообразования состоит из 4 периодов. В первом лезвие перемещается одним своим концом по древесине без образования стружки. Во втором периоде нож, вошедший в контакт с древесиной, поворачивается на угол φ_{max} (рис. 1,*в*). Толщина стружки меняется от 0 до h_{max}; ее определяем по формуле (6). Нож работает только частью своей рабочей длины. В конце второго периода поперечное сечение стружки имеет форму, представленную на рис. 3,*б*. На протяжении третьего периода стружкообразования форма поперечного сечения стружки остается постоянной. При определении площади поперечного сечения принимаем допущение, что она снизу и сверху ограничена не винтовыми линиями, а участками эллипсов

$$F_{012} = F_{0123} - F_{023},$$

где F_{012} — искомая площадь поперечного сечения стружки;
F_{0123} — площадь фигуры 0—1—2—3 (рис. 3,*б*);
F_{023} — площадь фигуры 0—2—3.

Если написать уравнение кривых 0—1 и 0—2 и прямой 1—2 относительно осей координат, проведенных через точку O, и найти координаты точек 1 и 2, то выражение для площади поперечного сечения стружки имеет вид

$$F_{012} = \int_0^{x_1} \left(R - \sqrt{R^2 - x^2 \sin^2 \omega}\right) dx - \int_{x_1}^{x_2} H dx -$$

$$- \int_0^{x_2} \left(R - \sqrt{R^2 - (x - U'_z)^2 \sin^2 \omega}\right) dx, \qquad (16)$$

где R — радиус резания;
x_1 и x_2 — пределы интегрирования;
U'_z — величина подачи на резец, измеренная в плоскости, проходящей через режущую кромку фрезы.

$$x_1 = \frac{\sqrt{2RH - H^2}}{\sin \omega}; \quad x_2 = \frac{\sqrt{2RH - H^2}}{\sin \omega} + U'_z; \quad U'_z = \frac{U_z}{\sin \omega}.$$

Проинтегрировав уравнение (16), получим

$$F_{012} = H \frac{U_z}{\sin \omega}.$$

По этой формуле находим максимальное значение площади поперечного сечения стружки и подставляем в формулу (2) для расчета удельного усилия резания. В четвертом периоде площадь поперечного сечения стружки уменьшается от F_{012} до 0.

Выведенные взаимозависимости можно применять для силовых расчетов при фрезеровании.

Поступила 26 июня 1968 г.

УДК 674. 815-41

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАННОГО НАГРЕВА

С. Э. ОТТО

(Московский лесотехнический институт)

Одновременная комбинация контактного и высокочастотного нагревов может дать равномерный ускоренный прогрев стружечной массы по всему сечению. Этот способ обеспечивает наиболее равномерное отверждение смолы, равномерное распределение влаги и отсутствие внутренних напряжений. Все это, а также сокращение времени определения древесины при повышенных температурах способствует улучшению физико-механических свойств полученной продукции.

Причинами нагревания стружечной плиты — диэлектрика в поле токов высокой частоты являются различные виды поляризаций, преимущественно дипольная и макроструктурная, носящие релаксацион-

ный характер. Интенсивность нагрева зависит от параметров электрического поля (напряженности поля E и частоты f) и свойств нагреваемого материала (диэлектрической проницаемости ε и тангенса угла потерь $\operatorname{tg}\delta$).

Электрическая энергия, выделяемая в материале в виде тепла, прямо пропорциональна произведению диэлектрической проницаемости на тангенс угла потерь ($\varepsilon\operatorname{tg}\delta$). Это произведение, носящее название фактора потерь K, зависит, в основном, от состава стружечной смеси, свойств смолы, объемного веса и влажности массы, частоты и направленности поля, температуры нагрева.

Исследования этих зависимостей дают возможность предполагать, что при нагреве древесностружечной плиты, а также при увеличении влажности стружечной массы и ее плотности фактор потерь должен возрастать. С другой стороны, представив, что стружечная плита состоит из свободного от потерь конденсатора (с емкостью C и диэлектрической проницаемостью ε) и подключенного параллельно ему активного сопротивления R_a, следует ожидать соответствующего изменения активной составляющей сопротивления

$$R_a = \frac{d}{0{,}5f\varepsilon \operatorname{tg}\delta S}. \qquad (1)$$

Из формулы (1) видно, что с ростом фактора потерь, частоты и площади плиты S активное сопротивление ее уменьшается, а с возрастанием толщины d оно увеличивается. Возрастание фактора потерь во время нагрева до испарения влаги и последующее его падение соответствуют первоначальному уменьшению активного сопротивления плиты и дальнейшему его росту. Увеличение фактора потерь при увлажнении плит также должно соответствовать уменьшению их активного сопротивления.

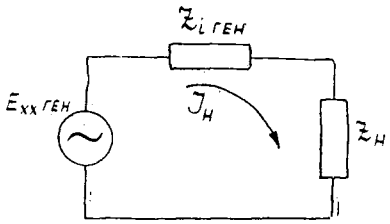


Рис. 1.

Изменение диэлектрических параметров массы, представляющей собой внешнюю нагрузку высокочастотного генератора, должно вызвать изменение параметров генерируемого высокочастотного поля, в частности, изменить напряженность поля и мощность по формуле

$$P = 0{,}55E^2 f \operatorname{tg}\delta\varepsilon, \qquad (2)$$

где P — удельная мощность, подводимая к нагреваемому материалу, $вт/см^3$.

Из принципиальной схемы подвода электрической энергии к плите (рис. 1) видно, что мощность, выделяющаяся в нагрузке, зависит от соотношения внутреннего сопротивления генератора

$$z_i = R_i + jx_i \qquad (3)$$

и сопротивления нагрузки

$$z_н = R_н + jx_н. \qquad (4)$$

Тогда

$$I_н = \frac{U_{х.х}}{z_i + z_н} = \frac{U_{х.х}}{R_i + R_н + j(x_i + x_н)}; \qquad (5)$$

$$P_н = R_н |I_н|^2 = \frac{|U_{х.х}|^2 R_н}{(R_i + R_н)^2 + (x_i + x_н)^2}. \qquad (6)$$

где R — активная составляющая сопротивления;
x — реактивная составляющая сопротивления;
I — сила тока;
$U_{х.х}$ — напряжение холостого хода генератора.

При условии, что для $x_i = x_н$ и $R_i = R_н$ получается максимальная мощность в нагрузке

$$P_{max} = \frac{U^2_{х.х}}{4R_i}; \qquad (7)$$

напряжение на нагрузке выразится так:

$$U_н = \frac{U_{х.х}}{2}. \qquad (8)$$

В общем случае полное сопротивление нагрузки должно представлять собой комплексную величину, сопряженную с комплексным внутренним сопротивлением источника.

Исследованием изложенных выше зависимостей занималась лаборатория технологии древесных пластиков и плит МЛТИ.

Эксперименты проводили на образцах площадью 250 × 250 *мм*, толщиной от 10 до 40 *мм*. Влажность образцов от 7,5 до 20%, объемный вес 0,3; 0,5; 0,7 *г/см*^{3}. В качестве связующего применяли клей на основе смол МФФ, М-60 и М-70 в количестве 8% по весу сухого остатка смолы к весу абс. сухой древесины. Прессовали под давлением 20—25 *кГ/см*^{2} при температуре плит пресса 140—170°С.

Для проведения эксперимента использовали высокочастотный генератор ЛГД-10А (рабочая частота которого была снижена до 17 *мгц*) и лабораторный гидравлический пресс с электрообогревом ПГ-6. Нижняя плита пресса, изолированная с помощью фторопласта-4, являлась положительным электродом. Диэлектрические свойства образца 45 × 33 × 5 *мм* определяли с помощью куметра Е9-5, калиброванных емкостей (которые позволили учесть помехи, вносимые элементами схемы при измерении) и лабораторного пресса весом 8 *т* с электрообогревом. Измерения проводили на частотах от 5 до 20 *мгц* при комнатной температуре и на частоте 17 *мгц* во время нагрева. Температуру в плите при прессовании замеряли с помощью тарированных медно-константановых термопар (диаметром 0,2 *мм*).

В результате исследования установлены зависимости фактора потерь от влажности и объемного веса стружечной массы, частоты поля и температуры нагрева. Изучение режимов работы генератора было направлено на поиски оптимального режима, при котором генератор отдавал бы в нагрузку максимальную мощность. Напряжение холостого хода определяли экспериментально, подключая генератор к плитам пресса, раздвинутым на расстояние, равное толщине стружечной плиты (без нее).

При работе генератора на нагрузку (плиту) сопротивление $R_н$, которое имеет плита при напряжении $\frac{U_{х.х}}{2}$ на киловольтметре, можно считать приблизительно равным R_i. Напряжение на электродах в процессе прессования изменялось, падая в середине процесса (в момент начала испарения влаги) до U_{min} и снова возвращаясь к первоначальному значению. При этом падение напряжения тем больше, чем выше начальная влажность смеси.

Трем случаям отношения сопротивлений $\frac{R_н}{R_i}$ соответствуют следующие падения напряжения:

$$1)\ U_{min} > \frac{U_{х.х}}{2};\quad 2)\ U_{min} = \frac{U_{х.х}}{2};\quad 3)\ U_{min} < \frac{U_{х.х}}{2}.$$

В первом случае удельная мощность, выделяемая генератором в нагрузку, $P < P_{max}$; при этом $\frac{R_н}{R_i} < 1$, то есть генератор недогружен,

отдает в нагрузку мощность меньше номинальной. Во втором, когда $\frac{R_н}{R_i} = 1$, $P = \frac{U^2_{х.х}}{4R_н}$, то есть генератор отдает максимально возможную мощность в нагрузку и работает в режиме согласования. В третьем случае, если $\frac{R_н}{R_i} > 1$, то генератор перегружен, удельная мощность, отдаваемая генератором в нагрузку, падает до величины меньше номинальной, но дважды проходит через максимум в процессе прессования, так как в начале и в конце процесса $U_н = \frac{U_{х.х}}{2}$ и $R_н = R_i$. Зависимость мощности в нагрузке P от отношения $\frac{R_н}{R_i}$ представлена на рис. 2. На рис. 3 показано изменение фактора потерь K во время прессования для плит трех значений начальной влажности (K_1 — при $W_0 = 10\%$, K_2 — при $W_0 = 15\%$, K_3 — при $W_0 = 20\%$), на рис. 4 — изменение сопротивления нагрузки во время нагрева (R_1 — при $W_0 = 10\%$, R_2 — при $W_0 = 15\%$, R_3 — при $W_0 = 20\%$), на рис. 5 — зависимость напряжения

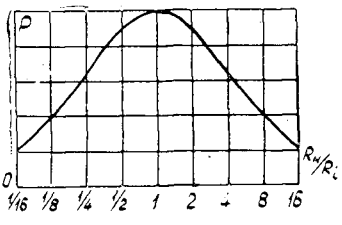


Рис. 2.

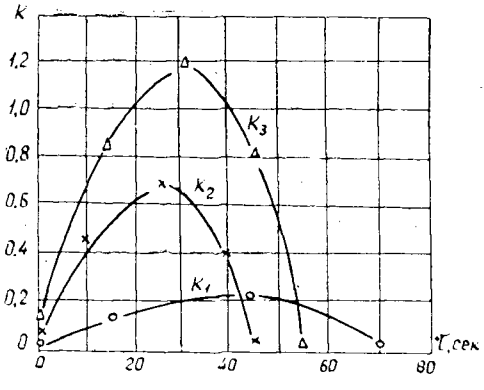


Рис. 3.

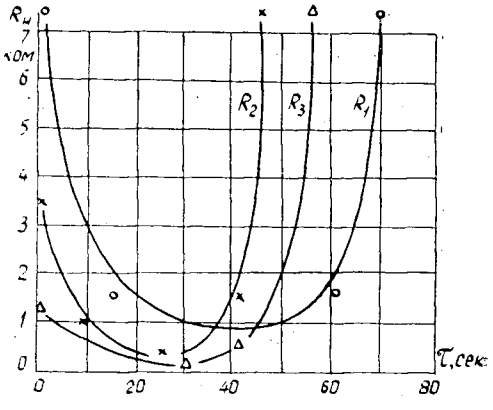


Рис. 4.

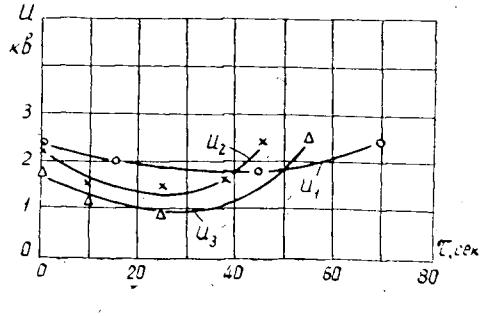


Рис. 5.

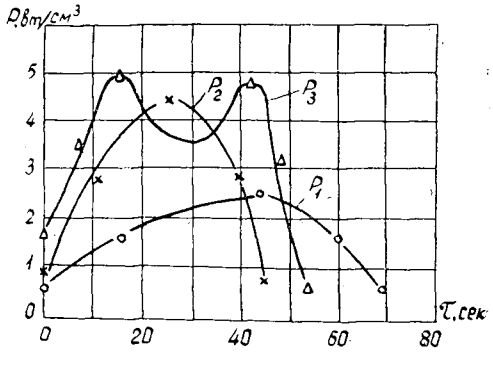


Рис. 6.

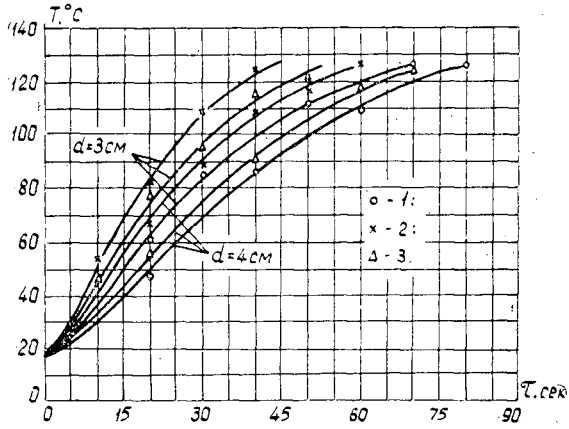


Рис. 7.

на нагрузке во время нагрева от отношения $\frac{R_н}{R_i}$ (U_1 — при $\frac{R_н}{R_i} > 1$, U_2 — при $\frac{R_н}{R_i} = 1$, U_3 — при $\frac{R_н}{R_i} < 1$), на рис. 6 — изменение мощности, отдаваемой генератором в нагрузку во время прессования (P_1 — генератор недогружен, P_2—режим согласования, P_3—генератор перегружен).

В результате иссследований получены также кривые изменения температуры для тех же плит (рис. 7) внутри стружечной массы в процессе прессования при комбинированном нагреве (*1* — при $W_0 = 10\%$, *2* — при $W_0 = 15\%$, 3 — при $W_0 = 20\%$).

Таким образом, зная активное сопротивление нагрузки $R_н$ (стружечной плиты) в момент начала испарения влаги и задаваясь временем прессования τ, можно определить номинальную мощность генератора по формуле

$$P_н = \frac{\gamma C \Delta T}{k_T \Delta \tau}, \qquad (9)$$

где ΔT — температурный градиент, °С;
$\Delta\tau$ — время нагрева, *сек*;
$k_т$ — коэффициент, учитывающий тепловые потери;
γ — объемный вес нагреваемого материала, *г/см*^{3};
C — удельная весовая теплоемкость, *кал/г°С*.

$$U_х = \sqrt{\frac{P_н}{4R_н}}. \qquad (10)$$

При правильно выбранных параметрах генератора и согласовании их с предполагаемой нагрузкой можно с достаточным экономическим эффектом увеличить скорость нагрева в 10—20 раз.

В табл. 1 приведены данные времени прессования плит при комбинированном нагреве. Коэффициент ускорения $k_у$ показывает, во сколько раз время прессования при комбинированном нагреве меньше, чем при контактном нагреве с увлажнением поверхности (из расчета 30 *сек/мм*).

Физико-механические свойства готовых плит определяли по методике, предлагаемой ГОСТами.

Пределы прочности при изгибе и растяжении перпендикулярно пласти плит, изготовленных исследуемым способом, имели значения, приближающиеся к высшим требованиям ГОСТов 10632—63, 10636—63. Так, для плит ПС-1 требуемые величины $\sigma_{\perp} = 130 \div 170$ *кГ/см*^{3}, а для изготовленных комбинированным нагревом средние значения $\sigma_{\perp}$ равнялись 163 *кГ/см*^{2} (при $W_0 = 15\%$ и толщине 20 *мм*) и 171 *кГ/см*^{2} (при $W_0 = 15\%$ и толщине 30 *мм*). Предел прочности при растяжении превышал 3 *кГ/см*^{2}, а разбухание по толщине без гидрофобных добавок — ниже требуемого по ГОСТу 10635—63 и равнялось 22%.

Таблица 1

Толщина плиты, *мм*	Время, *сек*, затраченное на прессование		k_y
	всей толщины плиты	1 *мм* толщины плиты	
10	25	2,5	12
20	40	2	15
30	50	1,7	18
40	60	1,5	20

Применение в промышленности существующих генераторов может оказаться эффективным. Так, генератор ЛГД-10А и однопролетный пресс могут выполнить программу 10-пролетного пресса при изготовлении дверных блоков объемом 0,05 *м*^{3}, толщиной 3,5 *см*, со скоростью прессования 6 *сек/мм* толщины. При этом удельные затраты электроэнергии на высокочастотный нагрев не превышают 55 *квт час/м*^{3} или равны 1 р. 04 к. на 1 *м*^{3}. По расчетам расход пара уменьшится примерно в пять раз, что даст дополнительную экономию 6 р. 90 к. на 1 *м*^{3}. Два генератора ЛГД-30 позволят увеличить программу производства в два раза (что составит 12 тыс. *м*^{3} в год) при том же расходе пара и скорости прессования 3 *сек/мм*. При несложной для однопролетного пресса автоматизации вспомогательного оборудования бригаду из пяти производственных рабочих сможет заменить один оператор.

Поступила 25 апреля 1967 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 54

МЕХАНИЗМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОЭВГЕНОЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЩЕЛОЧЕЙ И СТРОЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ПРОДУКТА

М. Я. ЗАРУБИН, А. М. КУТНЕВИЧ

(Ленинградская лесотехническая академия)

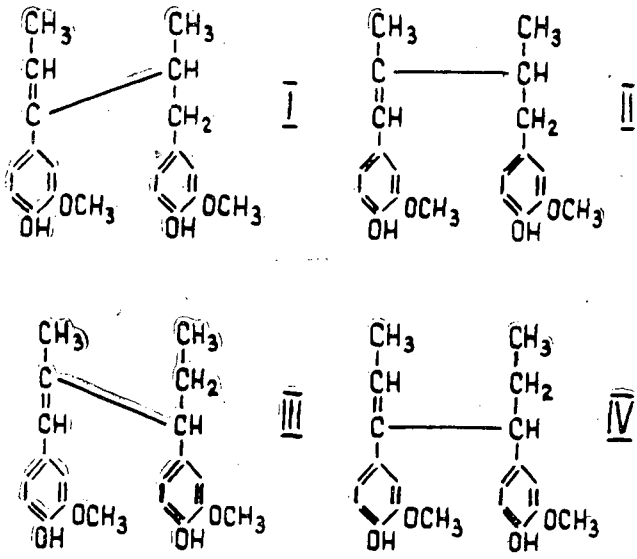
Ранее [4] нами было показано, что соединения, содержащие α-бензильноспиртовые и α-бензильноэфирные группы, под воздействием кислот и щелочей отщепляют элементы воды или алкоксила с образованием непредельных соединений, имеющих двойную связь, сопряженную с ароматическим кольцом. Последние в зависимости от условий претерпевают полимерные превращения. При изучении механизма действия щелочей на 1-(4 окси-3 метоксифенил)-пропанол-1 и 1-(4 окси-3 метоксифенил)-1-метоксипропан из продуктов реакции наряду с изоэвгенолом было выделено полимерное вещество, которое по всем данным являлось димером изоэвгенола. Аналогичный продукт давал в этих условиях и изоэвгенол. Так как при щелочном воздействии на эвгенол получается большое количество отходов в виде смол (до 50%) [3], то изучение механизма полимеризации и строение полимеризата изоэвгенола представляет определенный практический интерес.

Центнер [20] указывал, что при варке 1-(4 окси-3 метоксифенил)-пропанол-1 с раствором Na_2S и NaSH при 160° (pH = 12,9) образуется диизоэвгенол наряду с изоэвгенолом и бис [1-(4 окси-3 метоксифенил)-пропил]-дисульфидом. Выделенный в нашем случае продукт не являлся диизоэвгенолом.

Впервые диизоэвгенол был получен Тиманом [19] при обработке изоэвгенола ацетилхлоридом или бензоилхлоридом. Позднее полимеризация изоэвгенола в диизоэвгенол под влиянием кислот была показана многими исследователями [18]. Однако долгое время строение этого димера было неясным. Предполагали, что полимеру принадлежит одна из формул строения [11], [18], [19] замещенного циклобутана. Хаворт и Мавин [12] получили 2,3,6,7-тетраметоксиантрахинон при окислении метилового эфира диизоэвгенола хромовой кислотой в среде уксусной кислоты и заключили, что диизоэвгенол имеет структуру 2,3,6,7-тетраметокси-9, 10-диэтилантрацена. Позднее было показано [15], что метиловому эфиру диизоэвгенола отвечает строение 1-вератрил-2-метил-3-этил-5,6-диметоксииндана. Другим известным димером изоэвгенола является дегидродиизоэвгенол [8]. Формула строения этого димера установлена Эрдтманом [9], а конфигурация определена Аулин-Эрдтман [7]. Оба вышеуказанные димера — кристаллические вещества, т. пл. диизоэвгенола 179—180°, т. пл. дегидродиизоэвгенола 133—134°. Наш продукт — твердая стекловидная масса, метиловый эфир — вязкое масло с $n_D^{20} = 1{,}5741$. Нами были синтезированы оба известных димера и сняты их УФ- и ИК-спектры. Для диизоэвгенола найдено $\lambda_{max} = 285$ *ммк* (спирт), $\varepsilon = 8{,}69$; для дегидродиизоэвгенола $\lambda_{max} = 273$—274 *ммк* (спирт). Эти данные совпадают с литературными [7], [14]. Вы-

деленный в нашем случае димер имел λ_{max} =265 *ммк*, ε = 9,750; ИК-спектр показал отсутствие полосы 965 $см^{-1}$, характерной для группы — CH = CH —, в то время как исходный продукт имел в этой области интенсивную полосу (рис. 1) [14]. Следовательно, данное соединение — продукт полимеризации изоэвгенола.

Чтобы выяснить, участвуют ли в реакции димеризации водороды ароматического ядра или реакция димеризации идет только с участием боковых цепей, нами были рассмотрены и сопоставлены ИК-спектры метиловых эфиров изоэвгенола, диизоэвгенола, дегидродиизоэвгенола и полученного нами соединения. Рассмотрение наших спектральных данных (рис. 1) и литературы [1], [5], [6], [10], [13], [16], [17] по этому вопросу позволяет заключить, что в димере, как и в изоэвгеноле, бензольные кольца замещены в положении 1, 3, 4. Следовательно, единственный возможный путь димеризации — за счет боковых цепей. На основе рассмотрения УФ-спектра полученного продукта (λ_{max} = = 265 *ммк*) можно заключить, что в нашем соединении присутствует одна двойная связь, сопряженная с ароматическим кольцом. Это предположение подтверждено нами при помощи гидрирования и бромирования. Для выяснения строения полученного продукта мы рассмотрели все возможные формулы димеров изоэвгенола, отвечающих указанным выше условиям



Для решения вопроса, какая из структур принадлежит нашему продукту, мы определили количество метильных групп по Куну. Их содержание составляет 80—85% от теоретически возможного при допущении двух метильных групп в нашем соединении. В связи с этим формулы III и IV отпадают. Выбор между структурами I и II сделан на основе окисления $KMnO_4$ на холоду.

При окислении метилового эфира I мы должны получить уксусную кислоту и кетон; последний частично может окислиться до кислоты. При окислении метилового эфира структуры II одним из первых продуктов должна быть вератровая кислота. При окислении нашего продукта получается нейтральное вещество (50—60%) с группой $\diagdown C{=}O \diagup$ (по ИК-спектру), уксусная кислота, 20% кислоты с 375 *г-экв* и лишь

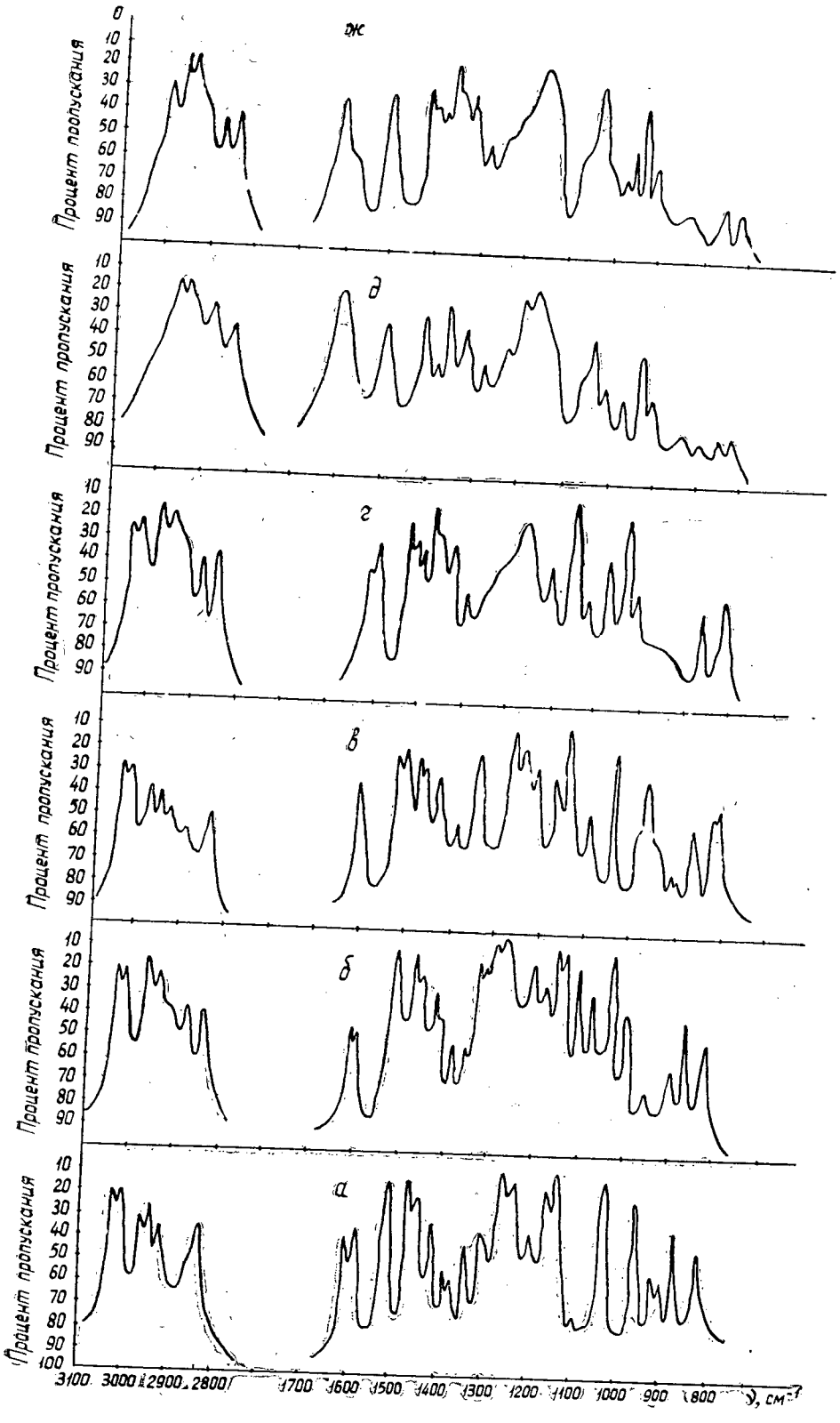


Рис. 1.

а — ИК-спектр метилового эфира изоэвгенола; *б* — то же диизоэвгенола; *в* — то же дегидродии зоэвгенола; *г* — то же полученного димера изоэвгенола; *д* — ИК-спектр кислоты, выделенной из продуктов окисления метилового эфира полученного димера изоэвгенола; *ж* — ИК-спектр нейтрального продукта, выделенного из продуктов окисления метилового эфира полученного димера изоэвгенола.

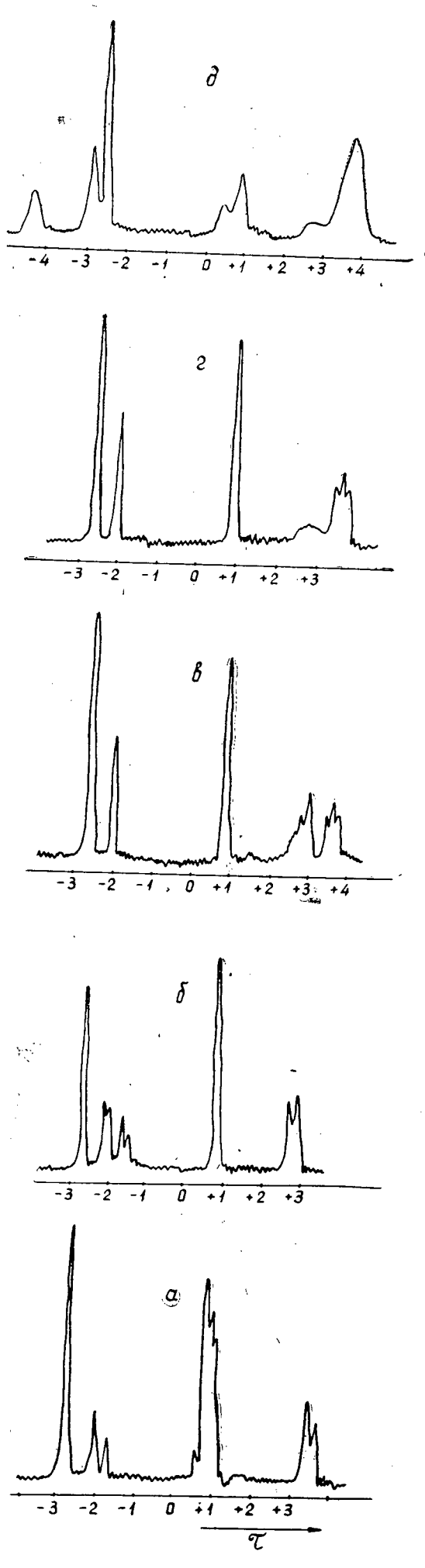
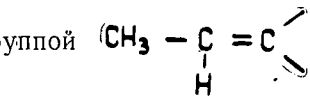


Рис. 2.

а — спектр ЯМР метилового эфира диизоэвгенола; *б* — то же изоэвгенола; *в* — то же полученного димера изоэвгенола; *г* — то же полученного димера изоэвгенола после гидрирования; *д* — то же кислоты, выделенной из продуктов озонирования метилового эфира полученного димера изоэвгенола.

следы вератровой кислоты. При дальнейшем окислении как нейтральное вещество, так и выделенная кислота дают вератровую кислоту с большим выходом. Для более полного подтверждения строения мы провели озонирование указанного продукта. Из продукта озонирования была выделена кето-кислота, содержащая по Куну одну группу $-CH_3$, что также согласуется со структурой I. С предложенной формулой хорошо согласуются спектры ядерного магнитного резонанса ЯМР (рис. 2). Для сравнения сняты спектры изоэвгенола и диизоэвгенола. Сигналы при +2,99 *м. д.* и +3,16 *м. д.* в нашем соединении

и в спектре изоэвгенола обусловлены группой 

Наблюдаемое дуплетное расщепление объясняется спин-спиновым взаимодействием водородов метильной группы с водородом при двойной связи. Указанные сигналы отсутствуют в гидрированном и бромированном продуктах. Сигнал при +3,7 *м. д.* обусловлен группой $-CH_3$. Этот сигнал наблюдается в спектре диизоэвгенола. Механизм димеризации изоэвгенола под влиянием щелочей можно представить следующим образом: в щелочной среде, вследствие образования фенолятиона, в котором кислород обладает значительно возросшими электродонорными свойствами, происходит сопряжение, подобное сопряжению фенола, но в более значительной степени. Это приведет к еще более значительному понижению положительного дробного заряда на α-углероде, вызванному сопряжением и обусловленным им динамическим эффектом. Ввиду того, что последний эффект значительно больше по величине положительного индукционного эффекта, вызываемого метилом, это приведет к поляризации двойной связи и облегчению полимеризации.

Экспериментальная часть

Исходный изоэвгенол имел следующие константы: $n_D^{20} = 1{,}5750$; $\lambda_{max} = 261$ *ммк*; т. кип. 138—139° при 13 *мм*. Навеску изоэвгенола (62 *г*), растворенную в 5%-ном растворе NaOH (модуль 1 : 20), нагревали в течение 2 *час* при 170° в стальном автоклаве. Продукт реакции высажен из щелочного раствора углекислотой и извлечен эфиром. Выделено 58 *г* светло-желтого вязкого масла. Последний продукт метилирован диметилсульфатом в щелочной среде (5%-ный раствор NaOH) и извлечен эфиром (60 *г*); 48 *г* метилового эфира перегнано в вакууме (6—8 *мм* рт. ст.).

I фракция — т. кип. 120—123°, 7 *г* (14,5%), подвижное масло, $\lambda_{max} = 260$ *ммк* — метиловый эфир изоэвгенола (УФ- и ИК-спектры). II фракция — т. кип. 225—230°, 30 *г* (62,5%), светло-желтое масло (вязкое), $n^0 = 1{,}5741$, $\lambda_{max} = 265$ *ммк*, *M* (раст. в диоксане) = 350, %C 72,8; %H 7,5; % OCH_3 33,8—34. Для формулы $C_{22}H_{28}O_4$ вычислено — *M* = 356; %C 73,1; %H 7,8; % OCH_3 34,8. Остаток 7 *г*, темный твердый продукт, $\lambda_{max} = 265$—266 *ммк*. Гидрирование продукта проведено в закрытом сосуде в присутствии платиновой черни в растворе ледяной уксусной кислоты. Навеска вещества 0,54 *г*, количество платиновой черни 0,2 *г*. Количество водорода, необходимое для насыщения одной двойной связи, 37 *см*^{3}; поглощено 42 *см*^{3}; λ_{max} гидрированного продукта 280 *ммк*. Бромирование проведено согласно работе [2] в эфирном растворе при 0°. Продукт присоединял расчетное количество брома на

одну двойную связь; 1,1445 *г* вещества поглощало 0,506 *г* Br_2, λ_{max} бромида — 280 *ммк*.

Окисление проведено $KMnO_4$ в водном растворе ацетона и при интенсивном охлаждении. На навеску продукта 11,9 *г* израсходовано 13 *г* $KMnO_4$; MnO_2 отсосан на воронке Бюхнера, многократно промыт ацетоном и горячей водой. Растворы объединены, ацетон отогнан, раствор подкислен, полученный продукт разделен на кислоты и нейтральные. Нейтральный продукт — светло-желтое вязкое масло: $n_D^{20} = 1{,}5588$, $\lambda_{max} = 280$ *ммк*, *M* (раст. в диоксане) = 330. По ИК-спектру в нейтральном продукте имеется $>C=O$ группа, соединение не дает реакции на альдегидную группу. Кислота — темная, почти твердая масса, 375 *г-экв*, $\lambda_{max} = 280$ *ммк*. Горячей водой было извлечено 0,2 *г* вератровой кислоты. Кислота окислена $KMnO_4$; на 2,2 *г* кислоты израсходовано 2,5 *г* $KMnO_4$. Из продуктов реакции выделено 1,5 *г* светло-желтого твердого продукта с 200 *г-экв*, т. пл. 162—168°. После очистки и перекристаллизации из воды кислота имела 182 *г-экв*, т. пл. 178—180°, $\lambda_{max} = 260$ *ммк*. Вератровая кислота: 182 *г-экв*, т. пл. 179—181°, $\lambda_{max} = 260$ *ммк*.

Озонирование. В 80 *мл* $CHCl_3$ растворено 8,3 *г* продукта, пропущено расчетное количество озона. Раствор озонида добавили по каплям в холодную воду при размешивании. Через 6 *час* раствор упарили в вакууме. Сухой остаток извлечен $CHCl_3$. Экстракт (2,4 *г*) — вязкое масло; $n_D^{20} = 1{,}4810$; %C 48,8; %H 5,4; 120 *г-экв*. Остаток — серая кристаллическая масса (2,7 *г*). Эта часть перекристаллизована из воды. Выделена щавелевая кислота: 48 *г-экв*. т. пл. 186°. Спектры сняты при условиях, указанных ранее [4]. Спектры ЯМР сняты на приборе INM-3 при 40 *мггц* в $CHCl_3$. Химические сдвиги даны в *м. д.* относительно воды как внешнего эталона.

Таким образом, нами исследовано строение продукта полимеризации изоэвгенола под влиянием щелочей. Показано, что димеру принадлежит строение 1-(4 окси-3-метоксифенил)-1-[-1-(4 окси-3-метоксифенил)-пропан-2]-пропен-1. Рассмотрен механизм полимеризации.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. ИЛ, М., 1963. [2]. С. Вайбель. Идентификация органических соединений. ИЛ, М., 1957. [3]. Ю. И. Дучинская, А. Г. Чебышев. Производство синтетических душистых веществ. Пищепромиздат, М., 1959. В. Н. Белов, Т. А. Дильман, Н. Г. Крохин, Л. Н. Петрова, Н. И. Скворцова. Химия и технология душистых веществ. Изд-во «Легпищепром», М., 1953. [4]. М. Я. Зарубин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [5]. Н. А. Клаузен, Л. П. Семенова. Атлас инфракрасных спектров каучуковых и некоторых ингредиентов резиновых смесей. Изд-во «Химия», М., 1965. [6]. К. Наканиси. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. ИЛ, М., 1965. [7]. Aulin-Erdtman, J. Tomita. Acta chem. Scand. **17**, 2, 535, 1963. [8]. H. Cousin, H. Herissey. Chem. Zentrallblat, т. II, 868, 1908. H. Herissey, J. Doby. Chem. Zentrallblat, т. IV, 1807, 1909, [9]. H. Erdtman. Libigs Annalen der Chem., **503**, 183, 1933. [10]. K. Freudenberg, H. Diebrich, R. Kraft. Chem. Ber., **83**, 6, 533, 1950. K. Freudenberg, H. Diebrich, W. Siebert. Chem. Ber., **84**, 10, 961, 1951. [11]. J. Haraszti, T. Szeki. Libigs Annalen, **503**, 294, 1933. [12]. R. Haworth, C. Mavin. J. Chem. Soc., 1363, 1931. [13]. H. Hergert. J. organ. Chem., **25**, 3, 405, 1960. [14]. R. O. Herzog, A. Hillmer. Ber., **64**, 1306, 1931, H. Z. Hergert. J. organ. Chem., **25**, 3, 1960. F. H. Allen, J. R. Byers. J. Amer. Chem. Soc., **71**, 8. 2683, 1949. [15]. S. Müller, M. Meszaros. Magyar kemiai folyoirat, **59**, 4, 1953, 116—119. S. Müller, M. Meszaros, K. Körmend. J. organ. chem. **19**, 3, 472, 1954. Lang. Absoption spectra in the ultraviolet region. **161**, 163, 1961. [16]. D. Shrewsbury. Spectrochimica acta, **16**, 1264, 1960, [17]. Stein Kolbe. Tappi. **45**, 2, 163, 1962, [18]. T. Szeki, Ber. **39**, 2422, 1906. [19]. F. Tiemann. Ber. **24**, 2870, 1891. [20]. T. Zentner. Tappi. **36**, 11, 517. 1953.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 54

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФОРМАМИДА С ФЕНОЛАМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ В ТВЕРДОЙ ФАЗЕ

В. Ф. ЧЕСНОКОВ, И. М. БОХОВКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Мы систематически исследуем взаимодействие в твердой и жидкой фазах веществ, содержащих в молекулах гидроксильные, карбонильные, карбоксильные, сульфоксидные и амино-группы. Изучение комплексообразования с фенолами и органическими кислотами таких протоноакцепторов, как карбамид, ацетамид, диметилацетамид, диметилсульфоксид, диметилформамид и ацетон представляет практический интерес. Эти вещества применяют в производстве искусственных и синтетических волокон, пластических масс, их используют в качестве растворителей низко- и высокомолекулярных веществ. Показана возможность применения некоторых из них при делигнификации древесины [1], [7], [8].

Применение метода термического анализа позволило установить в твердой фазе состав комплексов некоторых протоноакцепторов с фенолом и его производными [6], с уксусной кислотой и ее хлорпроизводными [2], [3], [4]. С целью дальнейшего накопления экспериментального материала в данной работе визуально-политермическим методом исследовано взаимодействие в бинарных системах формамида с фенолом, крезолами, нитрофенолами, уксусной кислотой и ее хлорпроизводными.

Экспериментальная часть

Взятые для исследования вещества очищали. Их температуры плавления были близки к указанным в справочнике [2]. При изучении температур плавления смесей фиксировали температуры исчезновения последних кристаллов. Методика исследования описана нами ранее [5].

На основании полученных результатов построены диаграммы плавкости бинарных систем (рис. 1—4).

Система формамид—фенол (рис. 1). Диаграмма плавкости свидетельствует об образовании в системе конгруэнтно плавящегося соединения $HCONH_2 \cdot C_6H_5OH$ с температурой плавления 21,0°С. Эвтектические точки находятся при 8 *мол.* % фенола и —5,0°С, при 72 *мол.* % фенола и 7,0°.

Система формамид—п-крезол (рис. 1). В этой системе установлено образование соединения состава $2HCONH_2 \cdot п\text{-}C_7H_7OH$ с температурой плавления — 15,0°. Эвтектические точки находятся при 32 *мол.*% п-крезола и —16,0°, при 55 *мол.*% п-крезола и —19,0°.

Система формамид—м-крезол (рис. 1). При исследовании этой системы в области от 40 до 70 *мол.*% м-крезола наблюдается сильное увеличение вязкости с последующим стеклообразованием при низких температурах. Эвтектическая точка, найденная методом интерполяции, находится при 53 *мол.*% м-крезола и —31,0°.

Система формамид—о-крезол (рис. 2). Как и в предыдущем случае, в системе наблюдается стеклообразование в пределах кон-

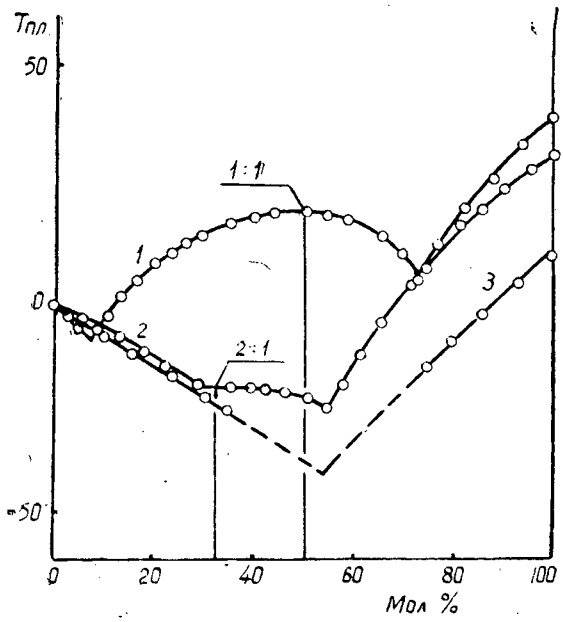


Рис. 1.

Диаграмма плавкости бинарных систем.

1 — формамид — фенол;
2 — формамид — п-крезол;
3 — формамид — м-крезол.

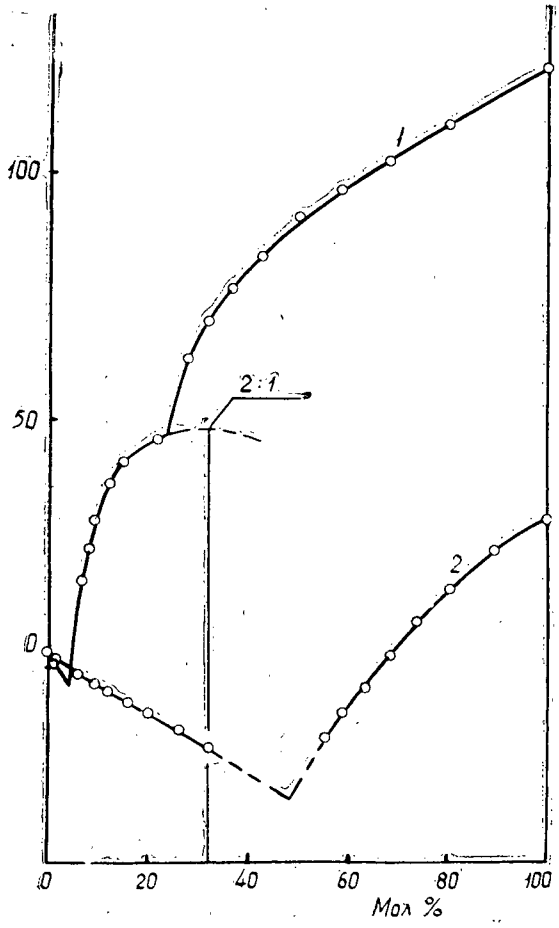


Рис. 2.

Диаграмма плавкости бинарных систем.

1 — формамид — пикриновая кислота;
2 — формамид — о-крезол.

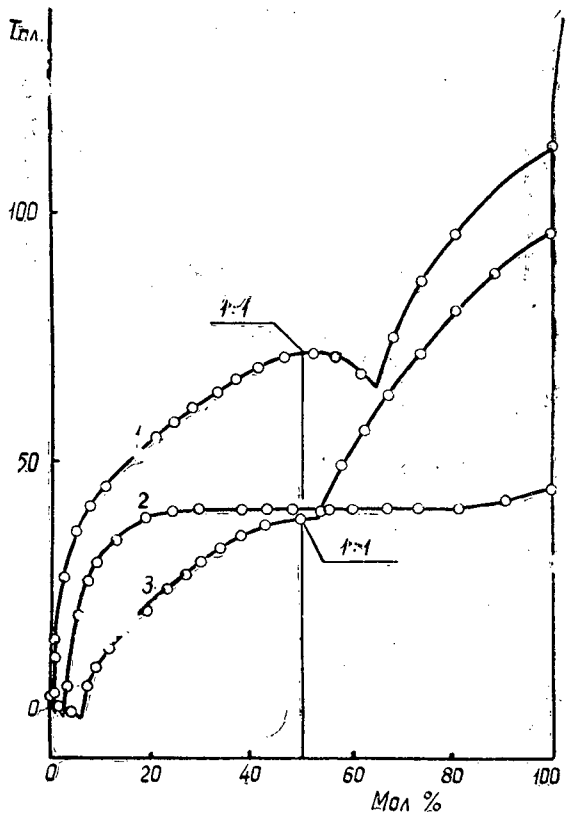


Рис. 3.

Диаграмма плавкости бинарных систем.

1 — формамид — п-нитрофенол;
2 — формамид — о-нитрофенол;
3 — формамид — м-нитрофенол.

центрации от 40 до 55 *мол.*% о-крезола. Эвтектическая точка, найденная методом интерполяции, находится при 47 *мол.*% о-крезола и —25,5°

Система формамид—пикриновая кислота (рис. 2). В системе установлено образование инконгруэнтно плавящегося соединения состава $2HCONH_2 \cdot C_6H_3O_7N_3$. Эвтектическая точка находится при 5 *мол.*% пикриновой кислоты и —4,0°, переходная точка — при 24 *мол.*% пикриновой кислоты и 47,0°.

Система формамид—п-нитрофенол (рис. 3). В системе установлено образование конгруэнтно плавящегося соединения состава $HCONH_2 \cdot C_6H_5NO_3$ с температурой плавления 72,0°. Эвтектические точки лежат при 0,5 *мол.*% п-нитрофенола и —2,0°, при 64 *мол.*% п-нитрофенола и 64,0°.

Система формамид—м-нитрофенол (рис. 3). Как и в предыдущем случае, в системе найдено образование конгруэнтно плавящегося соединения $HCONH_2 \cdot$ м-$C_6H_5NO_3$ с температурой плавления 38,5°. Эвтектические точки находятся при 5 *мол.*% м-нитрофенола и —1,0°, при 53 *мол.*% м-нитрофенола и 38,0°.

Система формамид—о-нитрофенол (рис. 3). Полученная диаграмма плавкости этой системы свидетельствует только о частичной растворимости о-нитрофенола в формамиде. Система характеризуется отсутствием химического взаимодействия между компонентами. Эвтектическая точка находится при 2,5 *мол.*% нитрофенола и —1,0°.

Система формамид—уксусная кислота (рис. 4). В системе установлено образование конгруэнтно плавящегося соединения состава $HCONH_2 \cdot 2CH_3COOH$ с температурой плавления —10,0°. Эв-

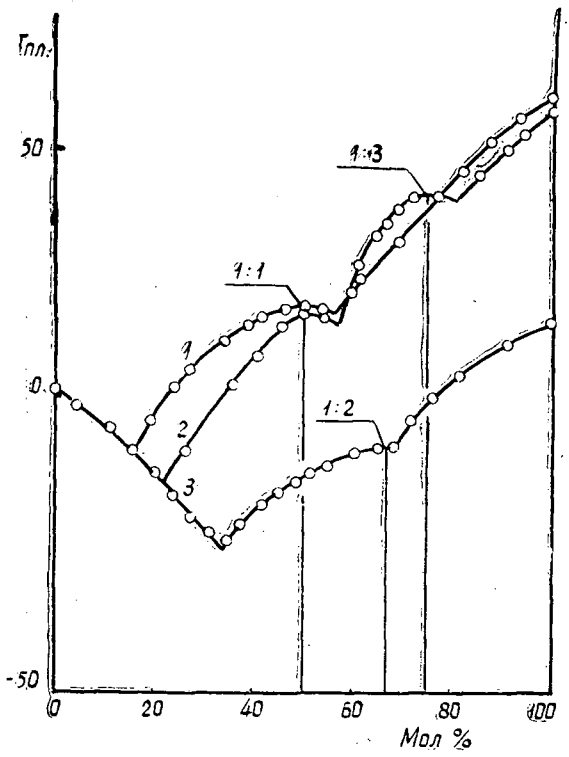


Рис. 4.

Диаграмма плавкости бинарных систем.

1 — формамид — монохлоруксусная кислота; *2* — формамид — трихлоруксусная кислота; *3* — формамид — уксусная кислота.

тектические точки находятся при 34 *мол.*% уксусной кислоты и —30,0°, при 68 *мол.*% уксусной кислоты и —10,5°.

Система формамид—монохлоруксусная кислота (рис. 4). В системе происходит образование конгруэнтно плавящегося соединения состава $HCONH_2 \cdot CH_2ClCOOH$ с температурой плавления 19,0°. Эвтектические точки находятся при 15 *мол.*% монохлоруксусной кислоты и —10,0°, при 54 *мол.*% монохлоруксусной кислоты и 17°.

Система формамид—трихлоруксусная кислота (рис. 4). В этой системе установлено существование двух конгруэнтно плавящихся соединений составов $HCONH_2 \cdot CCl_3COOH$ и $HCONH_2 \cdot 3CCl_3COOH$ с температурой плавления 16,0 и 41,0° соответственно. Эвтектические точки находятся при 21 *мол.*% трихлоруксусной кислоты и —17,0°, при 58 *мол.*% трихлоруксусной кислоты и 14,0°, при 80 *мол.*% трихлоруксусной кислоты и 38°.

В результате проведенного исследования взаимодействия в твердой фазе формамида с фенолами, уксусной кислотой и ее хлорпроизводными нами установлен состав девяти новых соединений — $HCONH_2 \cdot C_6H_5OH$, $2HCONH_2 \cdot C_7H_7OH$, $HCONH_2 \cdot$ п-$C_6H_5NO_3$, $HCONH_2 \cdot$ м-$C_6H_5NO_3$, $2HCONH_2 \cdot C_6H_3O_7N_3$, $HCONH_2 \cdot 2CH_3COOH$, $HCONH_2 \cdot CH_2ClCOOH$, $HCONH_2 \cdot CCl_3COOH$ и $HCONH_2 \cdot 3CCl_3COOH$.

В системах диметилформамида с о- и м-крезолом в области эвтектической точки при низких температурах кристаллизации не наблюдалось и смеси застекловывались. Такое явление было отмечено нами ранее в системах диметилсульфоксид — о-крезол и диметилсульфоксид — м-крезол [5].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Богомолов, О. П. Алексеева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962. [2]. Справочник химика, т. 2, 1962. [3]. В. Ф. Чесноков, Л. Н. Козлова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1964. [4]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 36, 1170, 1966. [5]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин, А. П. Орлова, Е. Г. Веселкова. ЖОХ, 38, 12, 1968. [6]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 39, 945, 1969. [7]. L. P. Clermont, F. Bender. Pulp paper Mag. Can. T28, 62, 1961. [8]. L. Balhar, R. Borisek. Bulletinul institutului politehnik din Jasi, Tomul, 11 (15), 85—91, Jasi, Septembrie, 1965.

Поступила 27 декабря 1968 г.

УДК 54

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ НУКЛЕОФИЛЬНОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДВУОКИСИ СЕРЫ

М. А. ИВАНОВ, Г. В. РАЧКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Растворы сернистой кислоты и ее солей применяют для получения целлюлозы и полуцеллюлозы из древесины по кислому сульфитному, бисульфитному и моносульфитному способам. Во всех случаях химизм варочного процесса связан с реакцией сульфирования лигнина. Выдвинуто много схем и гипотез, объясняющих образование лигносульфоновых кислот [1], [5], [6], [8].

В данной работе выясняется вопрос о характере реагентов, участвующих в реакции сульфирования лигнина, и о количественной нуклеофильной способности (основности) водных растворов двуокиси серы. По характеру применяемых реагентов в органической химии принято делить реакции на нуклеофильные и электрофильные. К нуклеофильным реагентам относят соединения, имеющие неподеленную или свободную пару электронов. При взаимодействии таких реагентов с молекулами любого вещества они реагируют с последними в местах пониженной электронной плотности или отрывают положительно заряженное ядро атома водорода. Наоборот, реагент с дефицитом электронов имеет преимущественное сродство с теми веществами, в молекулах которых есть места с повышенной электронной плотностью. В этом случае реагент называют электрофильным, а соответствующую реакцию — электрофильной. Неорганические соединения, участвующие в органических реакциях, принято рассматривать в качестве реагентов.

В водных растворах двуокиси серы в зависимости от концентрации общего SO_2 и значения pH обнаружены следующие соединения: двуокись серы, недиссоциированная сернистая кислота, ион гидроксония, анионы бисульфита, метабисульфита и сульфита [7], [9], [11], [13], [16]. Нуклеофильность анионов не вызывает никаких сомнений. Растворенная двуокись серы также является нуклеофильным реагентом вследствие того, что она имеет неподеленную электронную пару у атома серы [4], [5].

Эта же причина обусловливает нуклеофильность недиссоциированной сернистой кислоты. Таким образом, все соединения, обнаруженные в водных растворах двуокиси серы, за исключением иона гидроксония, являются нуклеофильными. Интересно было подтвердить

эти положения экспериментально и получить численную характеристику нуклеофильности соединений, содержащихся в водных растворах двуокиси серы.

Свен и Скотт [19] предложили метод определения нуклеофильности реагентов (и на основании его шкалу нуклеофильности), основываясь на реакции их с метилбромидом и сопоставлении получаемых констант скоростей реакций с константой скорости реакции метилбромида с водой. На основании этой методики они предложили шкалу нуклеофильности. К сожалению, данная система неприменима к реагентам, содержащимся в водных растворах двуокиси серы, и солям сернистой кислоты ввиду возможных таутомерных превращений производных сернистой кислоты [7]. Поэтому мы попытались охарактеризовать нуклеофильную способность водных растворов двуокиси серы, исследуя кинетику реакции мутаротации глюкозы в указанных выше растворах. Такой метод определения основности реагентов использовали некоторые исследователи, и он оказался очень удобным [10], [18].

Известно, что реакция мутаротации глюкозы катализируется электрофильными и нуклеофильными реагентами, но определяющей стадией в кинетике мутаротации является нуклеофильная атака реагентов по глюкозидному гидроксилу с отщеплением протона и образованием аниона глюкозы [12], [14]. В одной из статей [3], посвященной исследованию мутаротации глюкозы, было выдвинуто положение о каталитическом влиянии ионов бисульфита на скорость аномерного превращения глюкозы.

Наше исследование заключается в измерениях кинетики мутаротации α-*d*-глюкозы в водных растворах сернистой кислоты при различных значениях pH. Для сравнения параллельно были выполнены эксперименты по кинетике мутаротации глюкозы в растворах хлорной кислоты. Анион хлорной кислоты обладает наименьшей основностью, которой можно пренебречь [2]. В таком случае сопоставление констант скоростей реакции мутаротации в водных растворах двуокиси серы и хлорной кислоты при одинаковых значениях pH позволяет оценить нуклеофильность реагентов, содержащихся в водных растворах двуокиси серы. Данные по кинематике мутаротации α-*d*-глюкозы в вышеуказанных растворах в зависимости от значения pH приведены на рис. 1, из которого видно, что при одном и том же значении pH константа скорости мутаротации глюкозы в водных растворах двуокиси серы имеет более высокое значение, чем в растворах хлорной кислоты. Интересно отметить, что указанное превышение константы скорости начинается со значения pH около 1,55, когда концентрация общего SO_2 в растворах двуокиси серы составляет 0,89%. Вероятно,

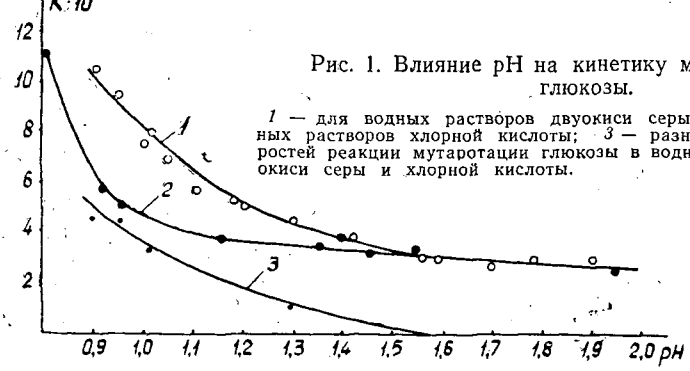


Рис. 1. Влияние pH на кинетику мутаротации глюкозы.

1 — для водных растворов двуокиси серы; *2* — для водных растворов хлорной кислоты; *3* — разница констант скоростей реакции мутаротации глюкозы в водных растворах двуокиси серы и хлорной кислоты.

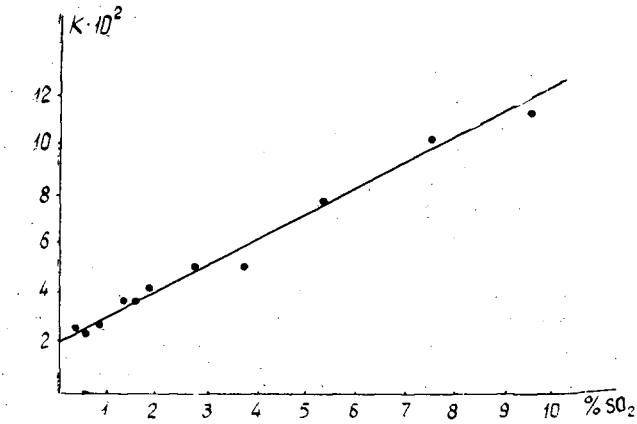


Рис. 2.

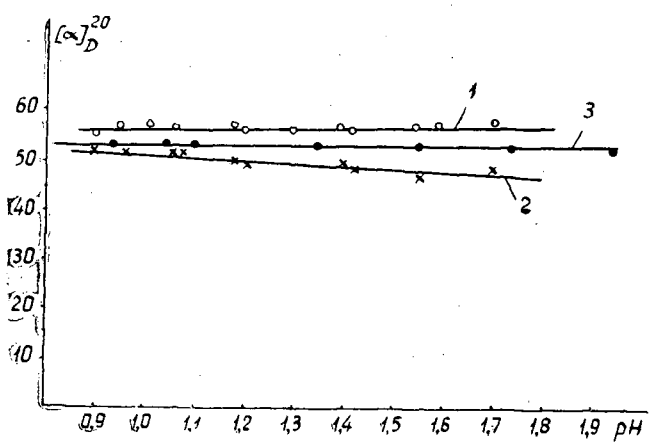


Рис. 3. Конечные удельные вращения растворов глюкозы в зависимости от pH.

1 — для водных растворов двуокиси серы через 2 *часа* от начала мутаротации; *2* — то же через 24 *часа*; *3* — для водных растворов хлорной кислоты через 24 *часа* от начала мутаротации.

при этом значении pH и более низкой концентрации кислот функцию основания выполняет вода. Об этом свидетельствуют близкие значения констант скоростей реакции мутаротации α-*d*-глюкозы в воде и в водных растворах двуокиси серы и хлорной кислоты. При pH = 5,7 константа скорости реакции в воде составила 0,0210 $мин^{-1}$, а при pH = = 1,55 в водном растворе двуокиси серы — 0,0273 $мин^{-1}$. Для раствора хлорной кислоты при этом же значении pH константа скорости оказалась равной 0,0298 $мин^{-1}$.

Из приведенных на рис. 1 данных также видно, что нуклеофильная активность водных растворов двуокиси серы не является постоянной величиной, а зависит от значения pH. Кривая *3* на рис. 1 иллюстрирует это. Если при pH = 1,55 константы скоростей реакции мутаротации в растворах двуокиси серы и хлорной кислоты примерно одинаковы, то при pH = 1,0 отношение констант скоростей достигает 1,75, приближаясь к некоторой постоянной величине. На рис. 2 показана зависимость

константы скорости мутаротации глюкозы от концентрации двуокиси серы в воде. Как видно из рис. 2, эта зависимость прямолинейна. Аналогичное поведение константы скорости реакции обнаружено при изменении концентрации хлорной кислоты. На основании экспериментов можно заключить, что кинетика мутаротации глюкозы в водных растворах двуокиси серы определяется ее общей концентрацией.

Наблюдаемое нами ускорение реакции мутаротации в водных растворах двуокиси серы по сравнению с растворами хлорной кислоты при одинаковых значениях pH не может быть объяснено химическим взаимодействием ионов бисульфита с глюкозой и нарушением мутаротационного равновесия. Известно, что реакции образования и диссоциации глюкозбисульфитных соединений при исследованных нами значениях pH протекают в сотни раз медленнее, чем реакция мутаротации глюкозы [20]. Подтверждением служат значения удельного вращения глюкозы, которые были замерены через 2 и 24 *часа* от начала мутаротации (рис. 3). Небольшое снижение конечного удельного вращения глюкозы по сравнению с равновесной величиной, равной +52,5°, характеризует медленную реакцию образования глюкозбисульфитных соединений.

Экспериментальную часть работы выполняли на поляриметре марки СМ со светофильтром, имеющим максимум пропускания в области желтой линии натрия. Для опытов использовали медицинскую α-*d*-глюкозу, высушенную в вакуумном сушильном шкафу до постоянного веса. Во время измерений температуру растворов поддерживали на уровне 293±0,1°K с помощью термостата, вода которого циркулировала в кожухе поляриметрической трубки. Водные растворы двуокиси серы готовили незадолго до начала мутаротации. Концентрацию двуокиси серы определяли йодометрически, концентрацию водородных ионов — на pH-метре типа LBS-3A со стеклянным электродом.

Выводы

1. Подтверждена и численно охарактеризована нуклеофильная способность (основность) водных растворов двуокиси серы по отношению к реакции мутаротации α-*d*-глюкозы, связанная с удалением протона от глюкозидного гидроксила.

2. Показана зависимость нуклеофильной активности (основности) водных растворов серы от значения pH и концентрации двуокиси серы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ф. Э. Браунс, Д. А. Браунс. Химия лигнина. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964, стр. 360—443. [2]. Э. Гуггенгейм, Дж. Пру. Физико-химические расчеты. ИЛ., М., 1958, стр. 458. [3]. М. А. Иванов, С. П. Лаврентьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1967. [4]. К. К. Ингольд. Механизм реакций и строение органических соединений. ИЛ, М., 1959, стр. 167. [5]. Н. И. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. Изд-во АН СССР, 1962, стр. 617—642. [6]. В. М. Никитин, Я. В. Никитин. «Бумажная промышленность» № 3, 1966. [7]. И. Е. Флис, Г. П. Архипова, К. П. Мищенко. ЖПХ **38,** 1494, 1965. [8]. М. Г. Элиашберг. Новые направления в области интенсификации и совершенствования сульфитцеллюлозного производства. Л., 1956, стр. 4—15. [9]. W. B. Campbell, O. Maas. Can. J. Research **2,** 42, 1930. [10.] Frank Covitz, F. H. Westheimer. Journ. Amer. Chem Soc. **85,** № 12, 1773, 1963. [11]. M. Falk, P. A. Giguere. Can. J. Chem, **36,** № 7, 1121, 1958, [12]. L. P. Hammett. Physical Organic Chemistry. New Jork, 1940, p. 338. [13]. P. A. D. Meine. J. Chem. Phys. **26,** № 5, 1049, 1957. [14]. Herman Schmid. Monatsh. Chemie **95,** № 2, 454, 1964. [15]. J. Sidney. French. Journ. Chem. Educ. **13,** 122, 1936. [16]. A. Simon, K. Waldmann. Wiss. Z. Techn. Hochschule, Dresden **5,** № 3, 413, 1955—1956. [17]. A. Simon, R. Paetzold, H. Kriegsmann. Chem. Ber. **89,** № 4, 883 1956. [18]. C. G. Swain. Journ. Amer. Chem. Soc. **72,** 4580, 1950. [19]. C. G. Swain, C. B. Scott. Journ. Amer. Chem. Soc. **75,** 141, 1953. [20]. K. Vas. Journ. Soc. Chem. Ind. **68,** № 12, 340. 1949.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 634.0.813

ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ФИТОСТЕРИНА-СЫРЦА

С. И. ЛАДИНСКАЯ, А. Л. АГРАНАТ, Ф. Т. СОЛОДКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В литературе [2], [3], [4] приведены немногочисленные способы очистки стеринов, выделенных из различных видов растений.

Ф. Т. Солодкий предложил способ выделения стеринов из сульфатного мыла путем растворения его в спирте с последующей выкристаллизацией стеринов из спиртового раствора. С 1964 г. на ЦБК № 1 работает опытная промышленная установка по получению фитостерина этим методом. Получаемый по способу ЛТА фитостерин-сырец содержит, кроме группы стеринов, лигноцериновый спирт (до 20%) и твердые натровые соли высших жирных кислот (от 20 до 50%) молекулярного веса свыше 300.

Разработанный нами метод очистки фитостерина-сырца от твердых мыл состоит в том, что при обработке фитостерина-сырца бензином мыла остаются нерастворенными в виде легко взмучивающейся неплотной массы. Раствор фильтруется, и бензин отгоняется от фильтрата острым паром. Для удаления темноокрашенных примесей необходимо бензиновые растворы промывать оводненным спиртом. Полученный «очищенный фитостерин» высушивается в токе теплого воздуха при температуре не выше 60°С.

Фитостерин-сырец обрабатывали при 60°С 20-кратным количеством бензина «галоша» и раствор отстаивали в течение 1,5—2 *час* при этой же температуре. Отфильтрованный бензиновый раствор промывали горячим раствором этилового спирта (температура 50—60°С). Были сделаны попытки бензиновые растворы фитостерина промывать водой, но при этом не получили желаемых результатов. (При промывке водой образуются стойкие эмульсии, темноокрашенные примеси отмываются плохо.)

Для растворения использовали аппарат, снабженный мешалкой и рубашкой. Обогрев производили глухим паром. Твердые мыла отстаивали в том же аппарате; они оседали неплотным слоем на дне аппарата. Верхний прозрачный слой декантировали, нижний слой с твердыми мылами сливали через нижний штуцер и фильтровали. Обе части раствора соединяли и промывали горячим (60°С) разбавленным этиловым спиртом различной крепости (от 10 до 50%) в следующем соотношении: оводненный спирт — 1 часть, бензиновый раствор — 5 частей. Для исследования был взят продукт следующего состава: твердых мыл 13,3%, бета-ситостерина 82%, лигноцеринового спирта 4,7%.

Результаты опытов по очистке фитостерина-сырца приведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество фитостерина-сырца, *г*	Концентрация горячего этилового спирта, взятого для промывки бензинового раствора, %	Содержание в очищенном фитостерине бета-ситостерина, %	Вес очищенного фитостерина, *г*	Примечание
1000	10	97,1	750	Наблюдалось образование эмульсий
200	20	95,2	140	
200	30	97,5	145	
200	40	96,0	145	Эмульсии не образовывались
200	50	96,8	150	

При промывке бензиновых растворов фитостерина оводненным спиртом происходит отмывка мыла и окрашенных продуктов. Чем выше крепость спирта, тем быстрее отстаивается и полнее обесцвечивается бензиновый раствор. Начиная с концентрации 40—50%, эмульсии при промывке не образовывалось. В результате бензиновой очистки фитостерина-сырца получается продукт, полностью освобожденный от твердых мыл.

С целью дальнейшего увеличения содержания бета-ситостерина в очищенном фитостерине и отделения от него лигноцеринового спирта нами были поставлены опыты по фракционной раскристаллизации фитостерина из бензина «галоша».

Очищенный фитостерин растворяли в бензине при температуре 70—75°С, при которой он растворяется [1]. Затем раствор охлаждали до 60°С и выдерживали при этой температуре в течение 2 *час.* Выпавшие кристаллы отфильтровывали, а фильтрат выдерживали каждый раз в течение 2 *час* сначала при 50°С, затем при

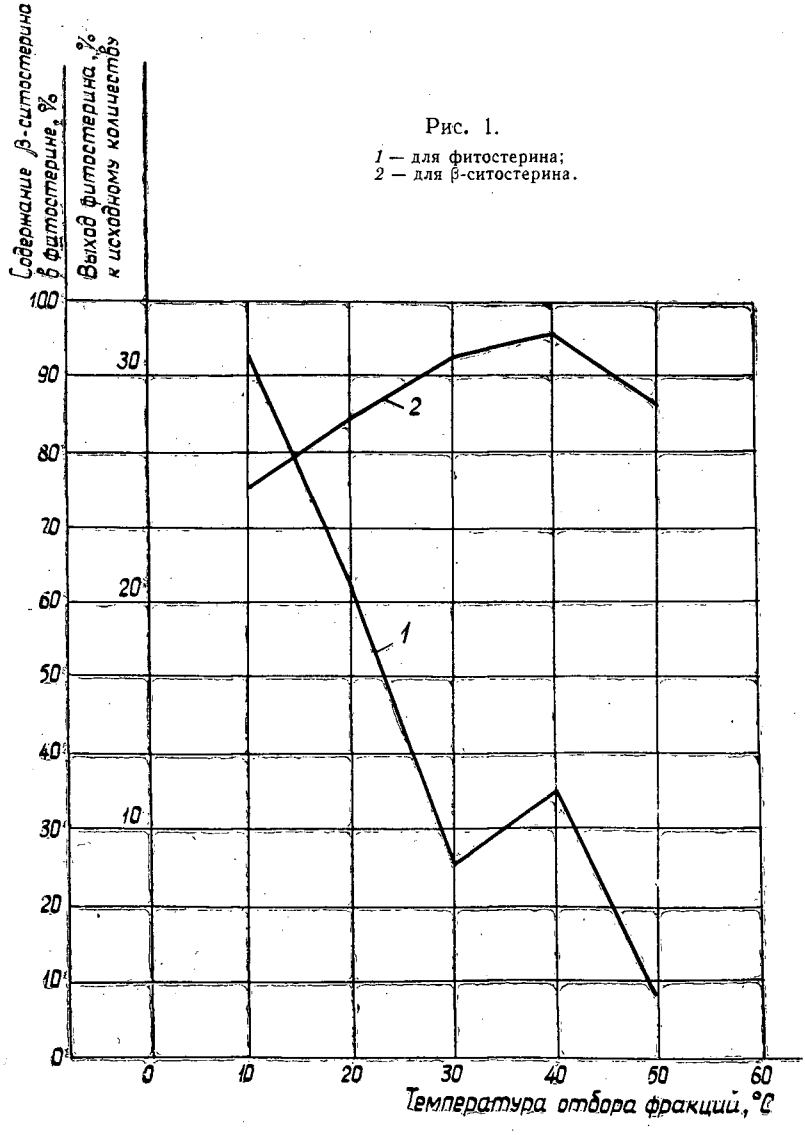


Рис. 1.

1 — для фитостерина;
2 — для β-ситостерина.

40, 30 и 20°С. Выпавший фитостерин каждый раз отфильтровывали при температурах кристаллизации и высушивали в токе теплого воздуха при температуре не выше 50°С. Маточник упаривали наполовину и охлаждали до 20°С. Выпавший фитостерин отфильтровывали. От последнего маточника бензин отгоняли полностью. Для каждой фракции определяли ее количество; летучие; содержание бета-ситостерина бромид-броматным методом; реакцию Либермана — Бурхардта. Характеристика исходного продукта — летучие 6,7%, содержание бета-ситостерина 79,6%.

На рис. 1 и 2 представлены данные выхода фитостерина и содержания β-ситостерина в нем при фракционной раскристаллизации. Опыты проводили при постоянном перемешивании (рис. 1) и без перемешивания (рис. 2).

На основании результатов опытов № 1 и 2 можно сделать следующие предварительные выводы: при охлаждении бензинового раствора фитостерина от 75 до 30°С (фракции 1+2+3) выпадает в виде кристаллов около 50% продукта с особо высоким содержанием бета-ситостерина (1 фр. — 86,2%; 2 фр. — 94,5%; 3 фр. — 91,2%). Поэтому в следую-

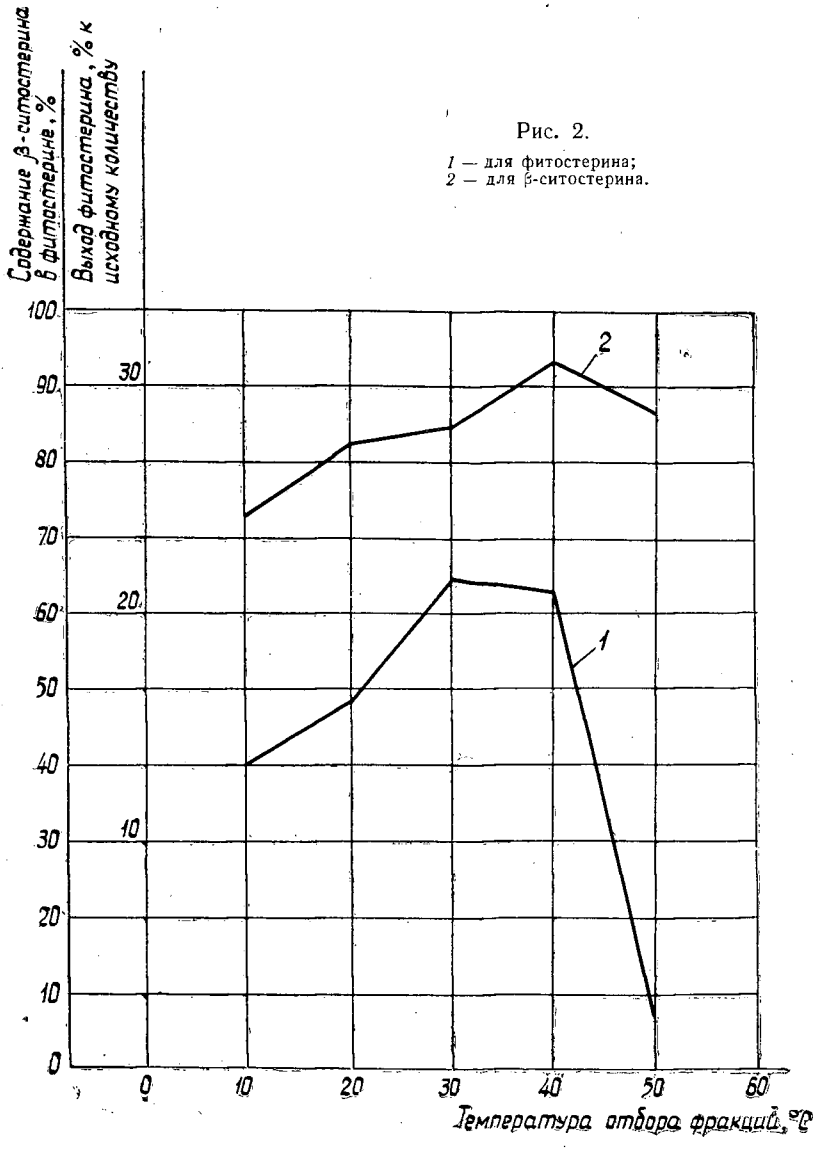


Рис. 2.

1 — для фитостерина;
2 — для β-ситостерина.

щем опыте из бензинового раствора отбирали только три фракции: 1 фр. — при охлаждении бензинового раствора от 75 до 30°С; 2 фр. — при упаривании маточника от первой фракции наполовину и при охлаждении раствора до 30°С; 3 фр. — остаток после упаривания всего раствора.

Учитывая сказанное выше, было решено соединить в один цикл операции очистки фитостерина-сырца от твердых мыл и получения фитостерина с более высоким содержанием бета-ситостерина и выполнять их последовательно.

Для проведения опыта был взят фитостерин-сырец с содержанием твердых мыл 18,6%, который растворяли в бензине при 60°С. Бензиновый раствор был окрашен в темно-коричневый цвет. Для обесцвечивания его промывали 60%-ным этиловым спиртом в следующем соотношении: спирт — 1 часть, раствор — 5 частей. Эмульсии при промывке не образовалось. Осветленный бензиновый раствор охлаждали до 30°С и выдерживали в течение 2 *час* при данной температуре. Выпавший фитостерин отфильтровывали, а маточник упаривали наполовину и охлаждали опять до 30°С. После выдержки бензинового раствора в течение 2 *час* при этой температуре фитостерин отфильтровывался, а бензин от маточника отгонялся полностью.

Для каждой фракции проводили те же самые определения, что и в предыдущих опытах.

Характеристика исходного продукта — твердых мыл 18,6%, бета-ситостерина 73,5%, лигноцеринового спирта 7,9%.

Результаты (средние из двух определений) опыта № 3 представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ фракций	Количество полученного фитостерина, % к исходному количеству	Содержание в фитостерине бета-ситостерина, %	Содержание бета-ситостерина, % к исходному количеству	Температура отбора фракций, °С
1	38,5	95,1	50,5	30
2	27,2	64,9	24,0	30
3	33,3	52,8	24,3	20

Выводы

1. Бензиновая очистка фитостерина-сырца дает возможность получать стерины, полностью освобожденные от твердых мыл.

2. При промывке бензиновых растворов фитостерина оводненным спиртом полностью удаляются частично растворимые в бензине твердые мыла и темноокрашенные продукты.

3. Ступенчатая кристаллизация бензинового раствора фитостерина дает возможность получить примерно половину продукта с содержанием бета-ситостерина до 95%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Л. Агранат. Труды ЛТА № 85, 1960, 64—77. [2]. Патент США. 2905677. 22.09.59. [3]. Патент США. 2963494. 6.12.60. [4]. Arthur Poulos. Industr. and Engin. Chem., 949—962, 1961.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 547.992.3

О ПРИРОДЕ КАРБОКСИЛЬНЫХ ГРУПП ЩЕЛОЧНЫХ ЛИГНИНОВ

Г. Б. ШТРЕЙС, В. М. НИКИТИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Вопрос о природе карбоксильных групп щелочных лигнинов — один из спорных в химии лигнина. Решение этого вопроса важно для понимания химии щелочных варок, поскольку в процессе варок образуется довольно большое количество карбоксильных групп [4]. Предлагались различные гипотезы их образования.

Микава и его сотрудники предполагали, что карбоксильные группы при сульфатной варке образуются через моно- и дисульфидные группы, которые под действием щелочи расщепляются до α-карбонильных. Последующее окисление, как полагают авторы этой гипотезы, приводило к образованию карбоксильных групп, непосредственно связанных с бензольным кольцом [7]. Аналогичные взгляды на природу образования карбоксильных групп при щелочных варках высказывает Экман [4]. Энквисту удалось выделить из черных щелоков кислоты как ароматической природы (ванилиновая), так и неароматической (гомованилиновая и дигидроферуловая) [5]. Мартон и Адлер [6], изучая метилирование модельных соединений лигнина метанол-соляной кислотой, пришли к выводу, что метилироваться могут карбоксильные группы, нециклические бензиловые эфиры, кетолы, бензилспиртовые гидроксилы и их винилоги. Из этого следует, что после восстановления карбоксильных групп алюмогидридом лития сохраняют способность метилироваться лишь группы, непосредственно связанные с бензольным кольцом. В результате эксперимента Мартону и Адлеру не удалось обнаружить таких групп, что дало возможность этим авторам сделать вывод об отсутствии карбоксильных групп ароматической природы в крафт-лигнине. Но они не делают окончательного заключения о полном отсутствии в черном щелоке кислот ароматической природы.

Действительно, поскольку этот метод применим только к высаженным из щелока и тщательно очищенным препаратам лигнина, то не исключено, что при высаживании и очистке теряются кислоты ароматической природы. Для полного решения вопроса о природе карбоксильных групп лигнина необходим метод, позволяющий исследовать лигнин без высаживания его из черного щелока.

В качестве теоретической предпосылки метода обнаружения ароматических кислот мы применили исследование Дауба и Ванденбелта о влиянии различных видов ионизации на спектры моно- и дизамещенных производных бензола [3]. Эти авторы подчеркивают, что смещение бензольной полосы обусловлено отдачей или притяжением электронов. Как следствие этого положения, какое-либо влияние, которое явно увеличивает эти тенденции, должно выражаться в возрастании смещения полосы. Кислотная ионизация — идеальный пример этих явлений, где ионизация сопровождается потерей единственного протона и группа остается с изолированным отрицательным зарядом. Остаточный заряд на группе, притягивающей электроны, уменьшает ее акцепторное дей-

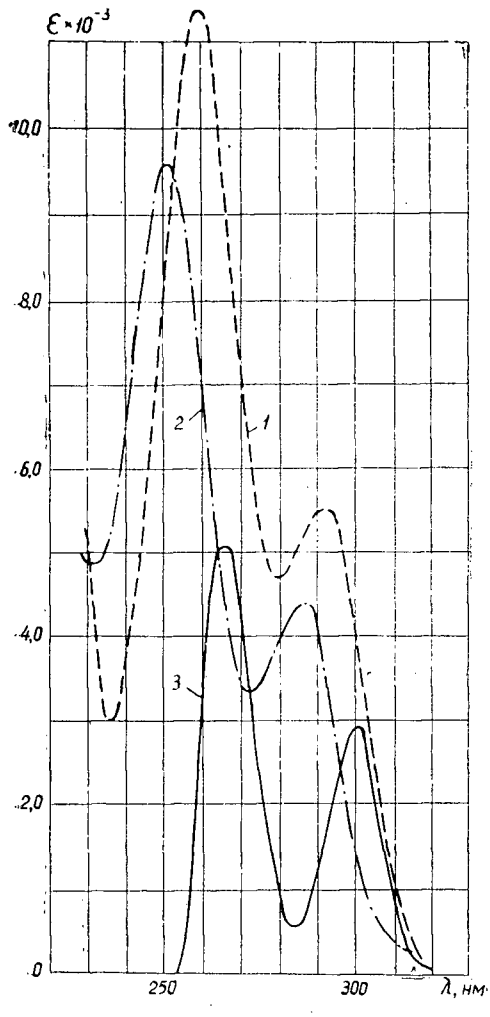


Рис. 1.

1 — спектр ванилиновой кислоты; *2* — спектр ванилиновой кислоты с ионизированной карбоксильной группой; *3* — дифференциальный спектр ионизации карбоксильной группы ванилиновой кислоты.

ствие, в то же время заряд на группе, отдающей электроны, усиливает уже существующее ее действие. Дауб и Ванденбелт вывели следующее правило, позволяющее предвидеть изменение поглощения света моно- и дизамещенными производными бензола при ионизации: «Там, где ионизация группы, присоединенной к бензольному кольцу, увеличивает уже существующую тенденцию передачи электронов к кольцу или из кольца, максимум бензольной полосы поглощения смещается в длинноволновую область, там, где ионизация уменьшает эту тенденцию, наблюдается смещение в коротковолновую область спектра».

При одновременном присутствии групп обоих видов можно раздельно проследить эти эффекты, если pK этих групп отличается, по крайней мере, на 3 единицы. Щелочные лигнины представляют как раз этот случай — одновременного присутствия обоих видов ионизирующихся групп — карбоксильных и фенольных гидроксилов. У ароматических кислот pK карбоксильной группы находится в пределах от 3 до 4,5 [4]. У ванилиновой и феруловой кислот pK фенольного гидроксила, определенное нами спектрофотометрическим методом [2], составили 9,55 и 9,47 соответственно, то есть разность между значениями pK фенольного гидроксила и карбоксильной группы в этих соединениях больше трех.

Однако для лигнина следует учитывать не только те фенольные гидроксилы, которые присоединены к тому же кольцу, что и карбоксильная группа, но и те, которые не имеют прямой связи через кольцо и обладают повышенной кислотностью. Такими фенольными элементами в лигнине могут быть элементы типа 4-пропиогваякона (pK=7,95) и дегидродиванилинового спирта (pK=7,47). Хотя в этом случае разница приближается к трем, но проследить раздельно ионизацию карбоксильных групп и фенольных гидроксилов представляется возможным.

В качестве соединений, моделирующих возможные элементы карбоновых кислот ароматической природы, мы выбрали салициловую, ванилиновую и феруловую кислоты. На рис. 1, 2, и 3 представлены спектры этих соединений. Из спектров ионизации карбоксильных групп видно, что коэффициенты молярного поглощения ванилиновой и феруловой кислот достаточно велики, чтобы не только обнаружить, но и количественно определить эти кислоты.

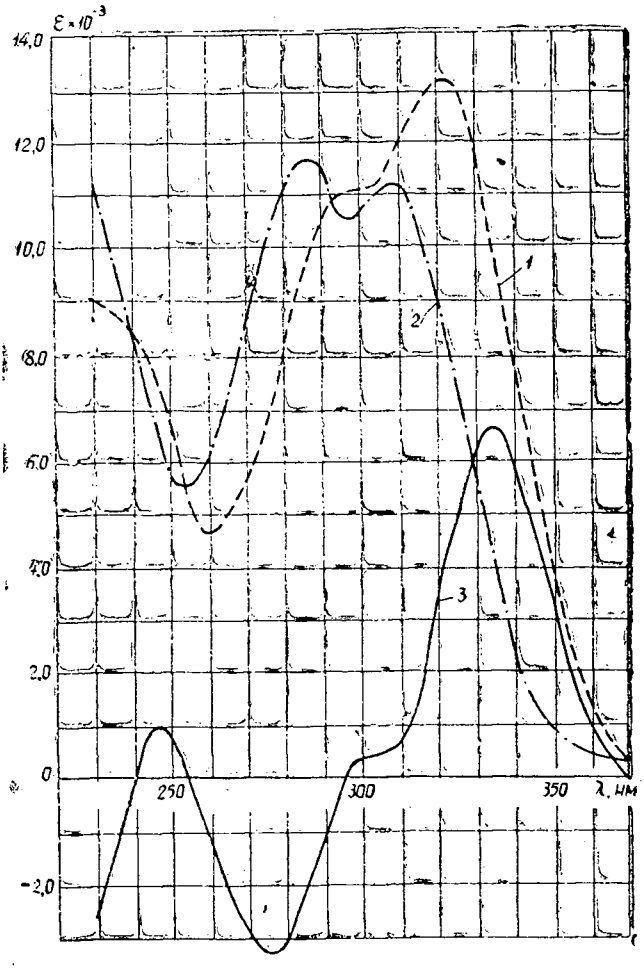


Рис. 2.

1 — спектр феруловой кислоты; *2* — спектр феруловой кислоты с ионизированной карбоксильной группой; *3* — дифференциальный спектр ионизации карбоксильной группы феруловой кислоты.

Ввиду меньшей растворимости лигнина его раствор в кислой среде давал слабую опалесценцию, несмотря на большое разбавление, поэтому для приготовления растворов лигнина пришлось применить водно-спиртовую среду. Спектры модельных соединений были повторно сняты в водно-спиртовой среде и оказались достаточно идентичными спектрам, снятым в водной среде. В этих же условиях были получены спектры натронного и сульфатного лигнинов. Спектр ионизации карбоксильной группы снимался дифференциальным методом, что позволяло обнаружить весьма малые различия в спектрах препаратов лигнина. Однако никаких различий обнаружить не удалось, то есть спектр ионизации карбоксильных групп ароматической природы представлял собой нулевую линию. Этот факт показывает, что, во-первых, не происходит коагуляции лигнина в водно-спиртовой среде, так как в противном случае оптические свойства растворов при pH = 6,0 и 2,0 были бы различны. Во-вторых, нулевая линия спектра ионизации карбоксильных групп препаратов лигнина указывает на отсутствие карбоксильных групп ароматической природы в щелочных препаратах лигнина в количестве, большем чувствительности метода.

В спектрофотометрии чувствительность метода определяется коэффициентом молярного поглощения исследуемого вещества и точностью прибора. Однако в дифференциальной спектрофотометрии следует учи-

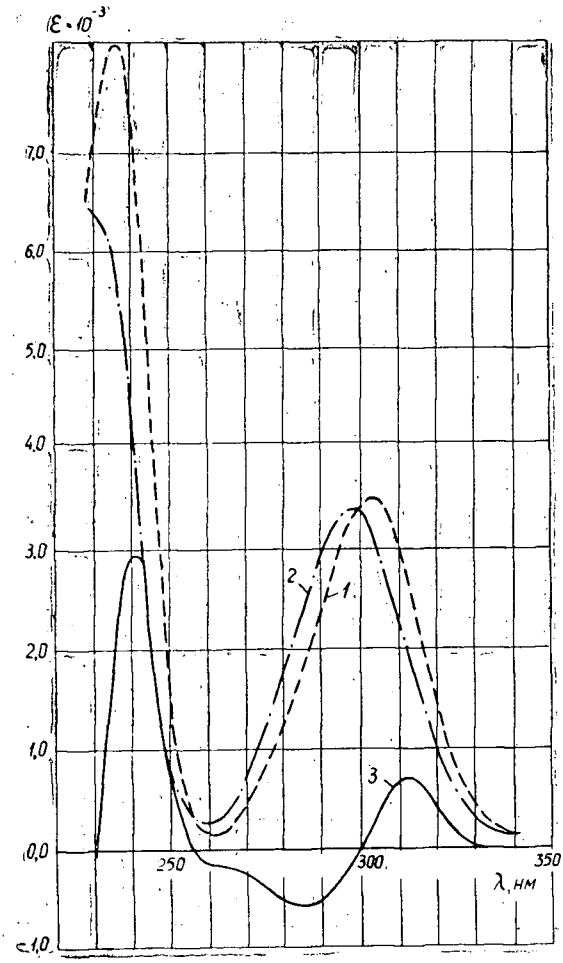


Рис. 3.

1 — спектр салициловой кислоты; *2* — спектр салициловой кислоты с ионизированной карбоксильной группой; *3* — дифференциальный спектр ионизации карбоксильной салициловой кислоты.

тывать не только эти факторы, но также и поглощение вещества, спектр которого снимался. При больших значениях оптической плотности раствора в кювете сравнения световая энергия ослабляется настолько, что детектор прибора не может ее фиксировать. На современных приборах можно фиксировать поглощение с оптической плотностью, равной 0,02 единицы. Детектор спектрофотометров типа СФ-4а может фиксировать излучение с длиной волны 300 *нм*, которое проходит через раствор с оптической плотностью 1,5 единицы. Таким образом, в случае ванилиновой кислоты, имеющей коэффициент молярного поглощения в максимуме спектра ионизации карбоксильной группы при 300 *нм*, приблизительно равный коэффициенту молярного поглощения лигнина при 280 *нм*, можно обнаружить один элемент ванилиновой кислоты в 100 фенилпропановых единицах лигнина. Эта цифра получена из расчета, что спектр лигнина при 280 *нм* имеет оптическую плотность на 30% больше плотности при 300 *нм* и, следовательно, если оптическая плотность раствора лигнина при 280 *нм* равна 2 единицам ($1{,}5 \cdot 1{,}3 = 2{,}0$) и по дифференциальному спектру ионизации карбоксильных групп фиксируется величина 0,02 единицы оптической плотности, то соотношение числа фенилпропановых единиц лигнина к элементам ванилиновой кислоты $\frac{2{,}0}{0{,}02} = 100$. Чувствительность определе-

ния салициловой кислоты в четыре раза ниже, а феруловой — на порядок выше, чем при определении ванилиновой кислоты.

Поскольку в препаратах щелочных лигнинов содержание карбоксильных групп в 16—20 раз больше, чем чувствительность метода по ванилиновой кислоте, то их можно было бы четко определить, если бы эти группы были ароматическими.

Как мы отмечали выше, после высаживания и очистки удается выделить лишь 50—60% лигнина от лигнина в черном щелоке. По этой фракции еще нельзя сделать вывода о щелочном лигнине в целом.

Для исследования всего лигнина, содержащегося в щелоке, получили черные щелока при натронных и сульфатных варках лигнина Пеппера и древесной муки. Однако и в этом случае не удалось обнаружить ароматических кислот. Такой же результат получен при варке модельного соединения — β-гваяцилового эфира гваяцилглицерина.

Таким образом, карбоновые кислоты щелочных лигнинов (по крайней мере 99% из кислот) имеют алифатическую природу.

Экспериментальная часть

Щелочной сульфатный лигнин осажден серной кислотой из черного щелока промышленной варки; содержание метоксилов 12,3%, общее содержание кислых групп 4,4 *мг-экв/г*, содержание карбоксильных групп 0,96 *мг-экв/г*. Натронный лигнин получен лабораторной варкой при 170°С; содержание метоксилов 14,7%, общее содержание кислых групп 3,9 *мг-экв/г*, содержание карбоксильных групп 1,0 *мг-экв/г*. Лигнин Пеппера выделен из еловой древесины согласно методике [8]; содержание метоксилов 15,0%. Проф. Э. Адлер предоставил нам β-гваяциловый эфир гваяцилглицерина, температура плавления 90—92°С. Древесная мука получена размолом еловых опилок на шаровой мельнице. Опилки предварительно экстрагировали спирто-бензольной смесью (1 : 1) в течение 48 *час* и высушивали на воздухе. Для работы использовали муку, проходящую через сито № 0,25.

Проведение варок. Навеску лигнина 15 *мг* вносили в автоклав из нержавеющей стали (емкостью 5 *см*^{3}) и заливали 1,5 *мл* щелока. Для натронных варок использовали щелок концентрации 2 *г-экв/л* едкого натра, для сульфатных варок — 1,4 *г-экв/л* едкого натра и 0,6 *г-экв/л* сульфида натрия. Воздух вытесняли аргоном и автоклав погружали в предварительно нагретую глицериновую баню, которая термостатировалась при 170°С с точностью ±0,2°С. Через 2 *часа* автоклав быстро вынимали из бани и охлаждали в токе холодной воды.

Варки древесной муки и модельного соединения проводили, в основном, так же, но муки брали 50 *мг*, а модельного соединения — 5—7 *мг*. Черный щелок количественно переносили из автоклава в мерную колбу на 25 *мл* (в случае варок древесной муки остаток отфильтровывали). Объем колбы доводили до метки дистиллированной водой. Полученный основной раствор анализировали по методике, описанной ниже.

Спектрофотометрирование. В мерной колбе на 25 *мл* растворяли 15—16 *мг* вещества в 5 *мл* 0,1 н. едкого натра. Объем колбы доводили до метки дистиллированной водой. По 2 *мл* основного раствора переносили в 2 мерные колбы на 25 *мл* и добавляли по 10 *мл* спирта. Объем одной доводили до метки буферным раствором с pH = 2,0, другой — с pH = 6,0 [1]. Таким образом, при pH = 2,0 получали раствор соединения с неионизированной карбоксильной группой, а при pH = 6,0 — с ионизированной группой. Полученные растворы заливали в односантиметровые кварцевые кюветы и фотометрировали от 250 до 400 *нм*. При снятии прямых спектров в качестве сравнения использовали кювету с растворителем. Дифференциальный спектр неионизированной формы снимали относительно ионизированной.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. Госхимиздат, стр. 176, 1962. [2]. Г. Б. Штрейс, В. М. Никитин, ЖПХ, **XL**, 8, 1814, 1967. [3]. Z. Doub, I. M. Vandenbelt. J. Amer. Chem. Soc. **89**, 2714, 1947. [4]. K. Ekman. Soc. Sci. Fenni. Comm. Phys. Math. **XXIII**, 1, 1958. [5]. T. Enkvist. Paper and Timber, (Finland), **11**, 657, 1961. [6]. J. Marton, E. Adler. Tappi, **46**, 92, 1963. [7]. H. Mikawa, K. Sato, E. Takasaki. K. Ebisawa. Bull. Chem. Soc. Japan, **29**, 265, 1956. [8]. J. M. Pepper, P. E. T. Baylis, E. Adler. Can. J. Chem, **37**, 1241, 1959.

Поступила 3 февраля 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 547.992.3

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНИЛЬНЫХ ГРУПП ЛИГНИНА В ПРОЦЕССЕ ЩЕЛОЧНЫХ ВАРОК

Б. Д. БОГОМОЛОВ, С. Б. ПАЛЬМОВА, Г. И. ПОПОВА

(Архангельский лесотехнический институт)

Разработке теории делигнификации древесины щелочными методами могут способствовать данные о характере изменения карбонильных групп лигнина в процессе натронной и сульфатной варок, так как протекающие при этом реакции прямо или косвенно связаны с указанными группами лигнина.

Имеющиеся в литературе сведения касаются преимущественно содержания карбонильных групп в щелочных лигнинах, выделенных из щелока после завершения варки, и не дают представления об изменении количества их по ходу варки. Так, В. Поуэлл и А. Уиттекер [11] вычислили содержание альдегидных групп для натронных лигнинов сосны, ели и березы на основании их медных чисел. К. Экман [8] привел данные количества карбонильных групп для образцов сульфатного и натронного лигнинов.

В. П. Карливан и П. Н. Одинцов [4] исследовали лигнины фракционных сульфатных и гидросульфидных варок сосновых опилок при 150 и 170°С. Они нашли, что по мере углубления варки содержание карбонильных групп в лигнине постепенно уменьшается; спирторастворимая часть лигнина не содержит карбонильных групп. Поэтому авторы отнесли карбонилы к примесям углеводов и продуктов их разрушения. И. Мартон [10] определил количество карбонильных групп в еловом сульфатном лигнине методом оксимирования в кислой среде.

Б. Д. Богомолов и А. А. Соколова [1] привели данные о содержании карбонильных групп в техническом сульфатном лигнине, в его спирторастворимой фракции и в образце, выделенном из черного щелока. А. А. Соколова и Е. В. Назарьева [5], [6] определили содержание карбонильных групп в сульфатном техническом лигнине от варки хвойной древесины и в лигнине, выделенном из щелоков сульфатных лабораторных варок сосновых опилок. При определении карбонильных групп К. Экман, В. П. Карливан и П. Н. Одинцов, Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова и Е. В. Назарьева использовали метод с применением солянокислого 2,4-динитрофенилгидразина.

По данным перечисленных работ содержание карбонильных групп в щелочных лигнинах колеблется в зависимости от условий выделения исследуемых лигнинов и реагентов, применяемых для анализа.

Мы изучали изменение содержания карбонильных групп лигнина в ходе щелочных варок при разных сульфидностях в зависимости от температуры. Поскольку некоторые типы карбонильных групп в лигнине в силу их лабильности могут быть лишь промежуточными в ходе варки, нами была применена методика получения образцов щелочных лигнинов, которая позволяет фиксировать изменение карбонильных групп по ходу варки. Мы использовали как варки по однотипным графикам (разогрев до заданной температуры 1 *час*, варка 3 *часа*) с раз-

личными конечными температурами, так и полунепрерывные ступенчатые в атмосфере азота [2] с полной заменой черного щелока белым на каждой ступени.

Концентрация активной щелочи в белом щелоке 50 *г/л* в единицах NaOH, жидкостный модуль 5; концентрация активной щелочи для полунепрерывных ступенчатых варок 40 *г/л*, жидкостный модуль 6.

Для варок использовали сосновые опилки (размером 0,5—3 *мм*), содержащие золы 0,15%; смол и жиров 3,10%; веществ, растворимых в горячей воде, 3,9%; лигнина (по Комарову) 26,6%; целлюлозы (азотно-кислотным методом) 49,10%.

Лигнины из щелока осаждали 0,1 н. соляной кислотой до pH = 4 и очищали по Браунсу [7]*. Содержание CO-групп найдено оксимированием по модифицированной нами методике [3], позволяющей определить карбонильные группы с относительной максимальной ошибкой результата ≈ 1,8%. Полученные данные характеризуют изменение CO-групп в ходе варок в образцах лигнинов, выделенных в сопоставимых условиях.

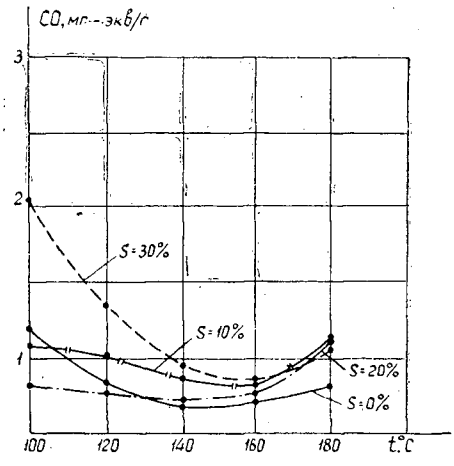


Рис. 1.

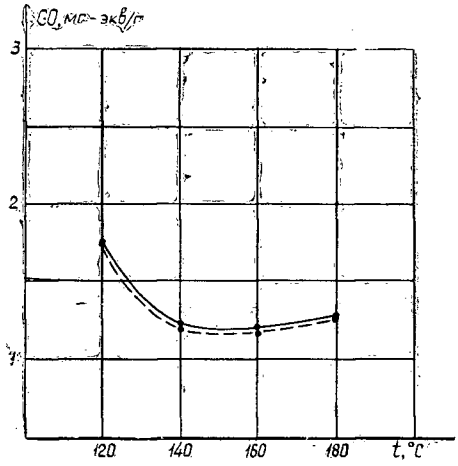


Рис. 2. Изменение содержания карбонильных групп лигнина при натронных полунепрерывных ступенчатых варках.

На рис. 1 приведены кривые изменения содержания карбонильных групп в лигнине при щелочных варках по однотипным графикам в зависимости от конечной температуры при различной сульфидности варочного щелока. Эти кривые не выявляют существенных изменений содержания CO-групп в лигнине в ходе варки, за исключением варки с сульфидностью 30%, при которой их количество увеличивается более чем в 2 раза; однако и при данных сульфидностях можно заметить ее влияние на величину содержания CO-групп в лигнине.

На рис. 2, 3, 4, и 5 представлены кривые, характеризующие изменения CO-групп в лигнинах, выделенных на различных температурных ступенях контрольных полунепрерывных щелочных ступенчатых варок соответственно при сульфидностях 0, 10, 20 и 30%.

Из рисунков видно, что в ходе ступенчатых варок при любой сульфидности наблюдаются более резкие колебания в содержании карбонильных групп лигнина, чем при варках по однотипным графикам.

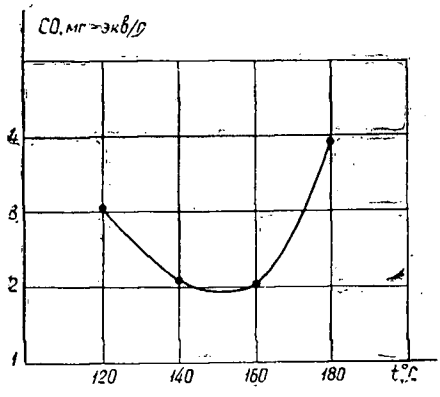


Рис. 3. Изменение содержания карбонильных групп лигнина при полунепрерывных ступенчатых сульфатных варках с сульфидностью 10%.

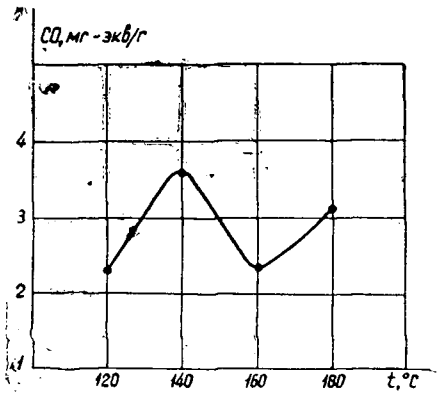


Рис. 4. Изменение содержания карбонильных групп лигнина при полунепрерывных ступенчатых сульфатных варках с сульфидностью 20%.

Возможно, в последних варках эти колебания нивелируются в результате смешения фракций лигнина как с высоким, так и с низким содержанием CO-групп. Второй, не менее важной причиной указанных различий может быть лабильность некоторых CO-групп, возникающих в ходе варки. Известно, например, что очень нестойки в щелочной среде β-кетонные CO-группы лигнина [9], высоко лабильны также α-, β-кетонные структуры и хинонные CO-группы.

Следует отметить, что воспроизводимость содержания CO-групп в образцах лигнина параллельных серий варок была не всегда хорошей, хотя соблюдались одинаковые условия варок, выделения образцов и их очистки. Однако, учитывая, что во всех сериях очень хорошо воспроизводится тенденция изменения количества CO-групп по ходу варки, можно считать выявленные закономерности правильными.

Из сравнения кривых, приведенных на рис. 2 для натронной варки, с кривыми, данными на рис. 3, 4 и 5 для сульфатных варок, видно, что наличие сульфида натрия в варочном щелоке приводит к резким изменениям кривой содержания CO-групп как функции температуры. Характерно более высокое содержание карбонильных групп в лигнинах сульфатных варок по сравнению с натронными. Так, в ряде образцов сульфатных лигнинов содержание CO-групп превышает 3 *мг-экв/г* (рис. 3). Указанная особенность заставляет предполагать, что CO-группы играют важную роль в химических реакциях лигнина при щелочных, в особенности сульфатных варках. Для выявления этой роли целесообразно было дифференцировать CO-группы по наиболее характерным структурным типам и выявить зависимости, подобные приведенным выше, для каждого из типов карбонильных групп. Мы сочли целесообразным дифференцировать CO-группы лигнина на три типа: α-кетонные, β-кетонные и хинонные.

Результаты изучения хинонных карбонилов лигнинов, полученных от полунепрерывных ступенчатых щелочных варок*, показывают, что хинонные группы в натронных лигнинах отсутствуют, тогда как в лигнинах от сульфатных варок они содержатся в значительном количестве и с увеличением сульфидности варочного щелока содержание этих групп возрастает, что показано на рис. 6. Найденная функциональная

* Об изучении α- и β-кетонных групп будет сообщено дополнительно. ХК определяли по убыли общего содержания карбонильных групп в результате восстановления образца гидросульфитом натрия.

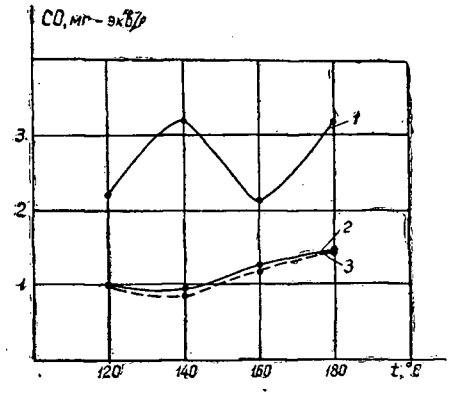


Рис. 5. Изменение содержания карбонильных групп лигнина при полунепрерывных ступенчатых варках с сульфидностью 30%.

1 — для лигнинов, очищенных по Браунсу; *2* и *3* — для лигнинов дважды переосажденных из щелочного раствора.

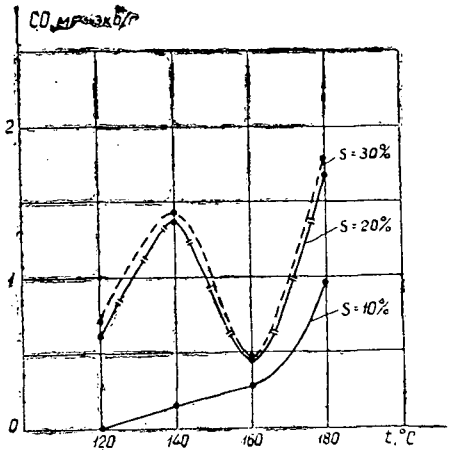


Рис. 6. Изменение содержания хинонных карбонильных групп лигнина в ходе полунепрерывных ступенчатых сульфатных варок с различной сульфидностью.

зависимость хинонные $CO = f(t)$ для варок при сульфидности 20 и 30% на рис. 6 аналогична зависимости $CO = f(t)$, приведенной на рис. 4 и 5. Таким образом, обсуждаемые результаты подтверждают друг друга.

Если сопоставить кривые, приведенные на рис. 3, 4, 5, с соответствующими кривыми, представленными на рис. 6, то можно заключить, что характер изменения общего содержания карбонильных групп в лигнинах при варках с сульфидностью 20 и 30% в значительной мере обусловлен изменениями хинонных групп. Лигнины, выделенные на температурных ступенях 140 и 180°С, имеют особенно высокое содержание карбонильных групп. Максимумы кривых *2* и *3* на рис. 5 сглажены, так как лигнины переосаждены дважды из щелочного раствора, а хинонные карбонилы очень чувствительны к щелочи. Это обстоятельство подтверждает наше предположение, что максимумы в содержании карбонилов образцов лигнина, выделенных при 140 и 180°С, обусловлены именно их хинонными группами.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. ГЛБИ, 60, 1962. [2]. Б. Д. Богомолов. Сб. «Химия древесины» № 1, Рига. 1968. [3]. Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова, Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 139—142, 1968. [4]. В. П. Карливан, П. Н. Одинцов. Труды Института лесохозяйственных проблем. 12, 113, 1957. [5]. А. А. Соколова, Е. В. Назарьева, А. А. Семакова. ЖПХ, XXXIV, 2084, 1961. [6]. А. А. Соколова, Е. В. Назарьева. ЖПХ, XXXVII, 2545—2547, 1964. [7]. F. Brauns. «The Chemistry of lignin», 1952, p. 742. [8]. K. Ekman. Papper ach Trä, 37, 8, 369, 1955. [9]. H. L. Hergert. J. Org. Chem., 25, 3, 405—413, 1960. [10]. J. Marton. Tappi, 47, 1, 713—719, 1964. [11]. W. J. Powell, A. Whittaker. J. Chem. Soc., 127, 132, 1925.

Поступила 28 января 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПИЛЬНОГО БЛОКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАСКРЯЖЕВКИ БРЕВЕН

В. Г. БАУМ

(Томский инженерно-строительный институт)

С программированием автоматической раскряжевки бревен на рудстойку тесно связан вопрос определения необходимого количества пил и их расположение в пильном блоке автоматических агрегатов или линий с поперечной подачей бревен под раскрой. Решению этого вопроса и посвящается данная работа.

Представим себе схему (рис. 1) рационально раскроенного бревна длиной L_m и диаметром в комле и вершине соответственно d_k и d_n. При раскрое этого бревна без отходов на n смежных размеров по диаметру так, чтобы с возрастанием на ступень размера по диаметру увеличивалась длина рудстойки, на длине бревна, начиная от комля, можно выделить n участков

$$L_1,\ L_2,\ L_3,\ \ldots\ldots,\ L_{n-1} \text{ и } L_n.$$

Каждый такой участок имеет наименьший диаметр сечения d_1, d_2, d_3, $\ldots$ d_{n-1} и d_n и наибольший d_k, d_1, d_2, $\ldots$ d_{n-2} и d_{n-1}. Каждый из участков раскраивается на целое число рудстоек длиной

$$l_1,\ l_2,\ l_3,\ \ldots\ldots,\ l_{n-1} \text{ и } l_n.$$

Общее количество резов или пил, одновременно участвующих в раскрое бревна, на единицу больше общего числа рудстоек, выпиливаемых из бревна

$$m = \frac{L_1}{l_1} + \frac{L_2}{l_2} + \frac{L_3}{l_3} + \ldots\ldots + \frac{L_{n-1}}{l_{n-1}} + \frac{L_n}{l_n} + 1$$

или

$$m = \frac{d_k - d_1}{s_1 l_1} + \frac{d_1 - d_2}{s_2 l_2} + \frac{d_2 - d_3}{s_3 l_3} + \cdots + \frac{d_{n-2} d_{n-1}}{s_{n-1}\, l_{n-1}} + \frac{d_{n-1} d_n}{s_n l_n} + 1,$$

где s_1, s_2, s_3, $\ldots$, s_{n-1} и s_n — средняя величина сбега соответственно на участках бревна.

Приняв среднюю величину сбега неизменной по длине бревна

$$s = \frac{d_k - d_n}{L_m},$$

имеем

$$m = \frac{L_m}{d_k - d_n}\left(\frac{d_k - d_1}{l_1} + \frac{d_1 - d_2}{l_2} + \cdots + \frac{d_{n-1} - d_n}{l_n}\right) + 1. \qquad (1)$$

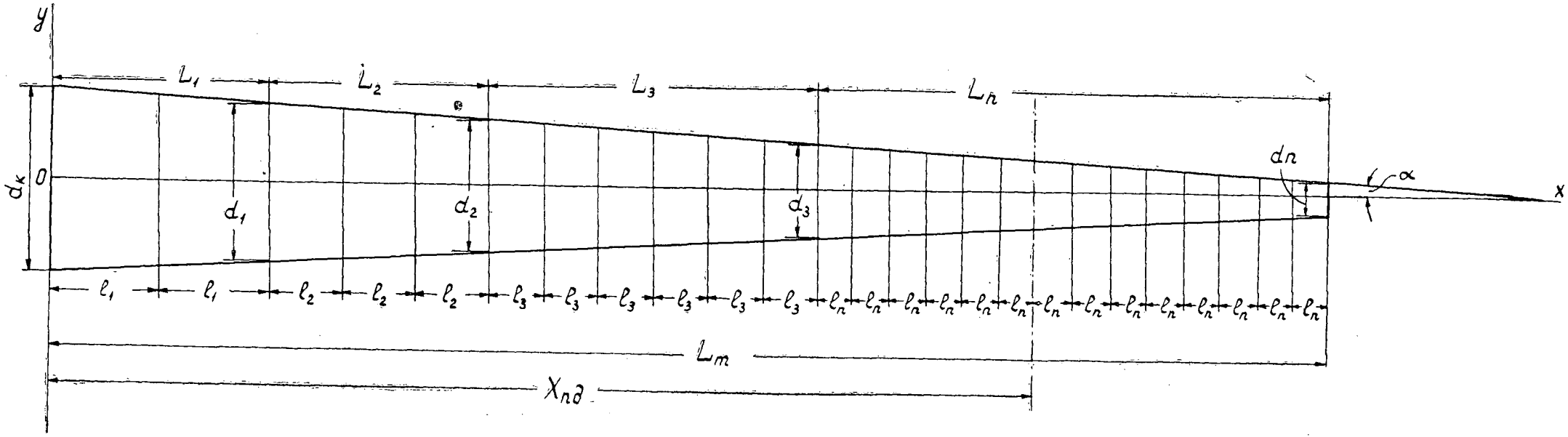

y
L1
L2
L3
Ln
dк
0
d1
d2
d3
dn
α
x
l1 l1 l2 l2 l2 l3 l3 l3 l3 l3 l3 ln ln ln ln ln ln ln ln ln ln ln ln ln ln
Lm
Xпд

Рис. 1.

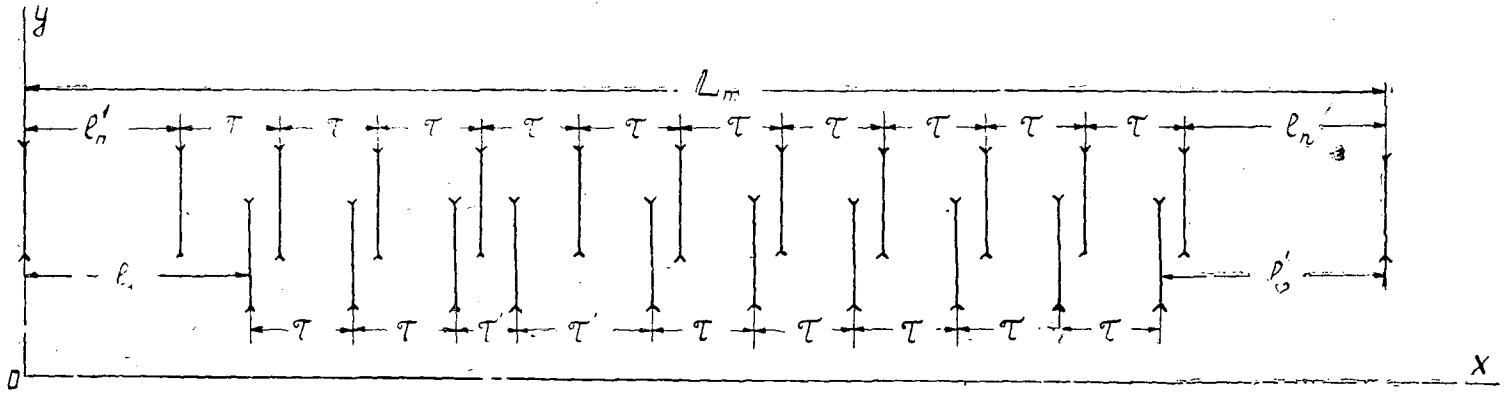

y
Lm
l'n
τ τ τ τ τ τ τ τ τ τ τ τ
ln
l1
l'n
τ τ τ τ τ τ τ τ τ τ τ
0
x

Рис. 2.

Можно показать, что расстояние до пилы, отпиливающей на n-м участке ν рудстоек, считая последние от комля, выразится в виде

$$x_{n\nu} = 0{,}5[L_m + (d_c - d_{n-1})\operatorname{ctg}\alpha] \pm \nu l_n, \qquad (2)$$

где d_c — диаметр серединного сечения бревна

$$d_c = \frac{d_k + d_n}{2};$$

α — угол направления сбега бревна

$$\alpha = \operatorname{arc\,tg}\frac{d_k - d_n}{2L_m}.$$

Минус перед последним членом в формуле (2) соответствует отрицательному значению угла α, когда бревно расположено вершиной в начале отсчета.

Расстояние между смежной парой пил в общем случае уменьшается при обходе участков в направлении от комля к вершине, что следует из условия увеличения длины рудстоек с возрастанием их диаметра. Это условие встречается наиболее часто, однако спецификацией могут быть обусловлены и отступления от него.

Расстояние между пилами может быть постоянным. Если в формуле (1) положить

$$d_1 = d_2 = d_3 = \cdots = d_{n-1} = d_n$$

и

$$l_1 = l_2 = l_3 = \cdots = l_{n-1} = l_n = l,$$

то

$$m = \frac{L_m}{l} + 1.$$

Это соответствует тому случаю, когда размеры по толщине бревна находятся в пределах толщины рудстойки какой-либо одной длины.

Из формул (1) и (2) видно, что количество пил, одновременно участвующих в программе раскряжевки, и их расположение по длине бревна зависят от геометрических размеров и направления комлей раскраиваемых бревен и спецификации заготовляемой рудстойки. По этим формулам определяют число пил, необходимых для раскроя бревна по одной программе, и их расстановку по длине бревна.

При раскряжевке бревен по одной фиксированной программе требуется предварительная их сортировка по геометрическим размерам, а в некоторых случаях — и разворот комлей, что составляет неудобство для пильных блоков. Более удобны блоки, позволяющие вести многопрограммный раскрой при разных сочетаниях пил, входящих в работу.

В этих блоках число пил $m_б$ определяется количеством всевозможных расстояний $x_{i\nu}$ для обеспечения заготовки необходимых длин рудстойки. Если длины бревен и заготавливаемой рудстойки кратны какой-либо величине τ, то все расстояния представляют собой длину рудстойки или сумму длин.

Всевозможные длины бревна, очевидно, можно получить путем прибавления к наименьшей длине бревна рудстойки целого количества длин

$$x_{i\nu} = l_1 + k\tau,$$

где $k = 1, 2, 3, 4, \ldots, \frac{L_m - l_1}{\tau} - 1$ и $\frac{L_m - l_1}{\tau}$.

Вторая пила должна быть расположена на расстоянии l_1 от первой, а остальные на расстоянии

$$l_1 + \tau,\ l_1 + 2\tau,\ l_1 + 3\tau, \ldots,\ L_m - \tau \text{ и } L_m,$$

то есть все последующие пилы после второй должны располагаться друг от друга на расстоянии пильного шага τ.

Если учесть, что предпоследний рез бревна, определяясь наименьшей длиной рудстойки l_n (заготовляемой при положении бревна комлем в начале отсчета), расположен на расстоянии $L_m - l_n$ от последнего, то необходимое число пил в пильном блоке

$$m_б = \frac{L_m - (l_n + l'_n)}{\tau} + 3, \qquad (3)$$

где l_n и l'_n — наименьшие длины рудстоек, выпиливаемых из вершинной части при положении бревен в начале отсчета соответственно комлем и вершиной.

Формулой (3) можно пользоваться, когда раскраивают бревна одной длины или когда наименьшая разность длин бревен равна длине рудстойки l_n или больше ее

$$l_n \leqslant L_m - L_i,$$

где L_i — длина бревна следующая после L_m в сторону ее уменьшения.

Если среди раскраиваемых бревен будет p длин бревен, для которых разность между максимальной длиной и их длиной будет меньше l_n, то количество пил в пильном блоке увеличится на величину p

$$m_б = \frac{L_m - (l_n + l'_n)}{\tau} + p + 3. \qquad (4)$$

Как видно из формул (3) и (4), чем больше величина τ, тем меньше число пил в блоке.

Чтобы пильный блок обеспечивал заготовку рудстойки в полном объеме длин ГОСТа, начиная с $l_n = l'_n = 0{,}5$ *м*, очевидно, необходимо, чтобы

$$m_б = \frac{6{,}5 - 2 \cdot 0{,}5}{0{,}1} + 3 = 58.$$

Число пил в блоке можно уменьшить, если не все размеры длин ГОСТа заготовлять одновременно, тогда представляется возможным увеличить пильный шаг τ. Например, при $\tau = 0{,}5$ *м* пильный блок будет иметь максимальное число пил, равное 14, и обеспечит заготовку спецификации кратных 0,5 *м* длин рудстойки. Остальные длины по ГОСТу можно рассматривать, как состоящие из частей, кратных $\tau = 0{,}5$ *м*, и из частей, кратных $\tau_1 = 0{,}1$ *м*. При этом всегда можно найти две длины l_1 и l_2, части которых, кратные $\tau_1 = 0{,}1$ *м*, взаимно дополняют друг друга до $\tau = 0{,}5$ *м*.

$$l_1 = k_1\tau \pm k_2\tau_1 \text{ и } l_2 = k_3\tau \pm k_4\tau_1,$$

где k_1, k_2, k_3 и k_4 — целые числа.

Если

$$k_2\tau_1 + k_4\tau_1 = \pm\tau,$$

то

$$k_2 + k_4 = \pm \frac{\tau}{\tau_1} = \pm 5,$$

когда

$$k_2 = \pm (5 \pm 1).$$

Отсюда видно, что k_4 и k_2 могут соответственно принимать значения ± 1 и ± 4, ± 2 и ± 3, ± 3 и ± 2, ± 4 и ± 1.

Сумма длин

$$l_i = l_1 + l_2 = (k_1 + k_3)\tau + (k_2 + k_4)\tau_1$$

или

$$l_i = (k_1 + k_3 \pm 1)\tau.$$

Такие длины ГОСТа можно получить из длин, кратных 0,5 *м*, либо путем сложения их с длинами 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 *м* включительно (или путем вычитания последних величин), либо делением величины l_i, кратной 0,5 *м*, на две части соответствующей длины. Практически это можно осуществить смещением вдоль бревна в пределах шага, установкой дополнительных пил или тем и другим способами одновременно. Наиболее экономично, очевидно, получение одной или нескольких длин, некратных 0,5 *м*, путем смещения пил в пределах пильного шага в ту или другую сторону на шаг, кратный 0,1 *м*.

Однако в этом случае мы теряем возможность иметь длины, кратные 0,5 *м*. Кроме того, рациональное смещение пилы для одной какой-либо программы раскроя может оказаться нерациональным для другой программы. Наибольшее затруднение в смещении, очевидно, будет для пил, которые создают наибольшее число программ. К таким пилам следует отнести те, которые осуществляют резы внутри участка длины бревна $L_m - (l_1 + l'_1)$, здесь l_1 и l_1' — наименьшие длины рудстоек, выпиливаемых из комлевых частей при положении бревна соответственно комлем и вершиной к контрольному упору.

Если программы раскроя, осуществляемые пилами на этом участке при положении бревна соответственно комлем и вершиной в начале отсчета, равны между собой и равны N_n, то их количество будет равно $2N_n$. Однозначное смещение пил относительно начала отсчета на расстояние Δ_n равносильно смещению резов относительно бревна на расстояние $\Delta_б = \pm \Delta_n$, то есть в общем случае для одних и тех же схем раскроя бревен независимо от положения комлей необходимо двойное число пил. Аналогичное положение будет и тогда, когда требуется при одном положении комлей относительно отсчета заготовлять всевозможные размеры, кратные 0,5 *м*, а при обратном — кратные 0,1 *м*. Следовательно, количество пил в блоке, допускающем все размеры ГОСТа путем фиксированной настройки его на какую-либо спецификацию,

$$m_{бу} = m_б + m_{бд},$$

где дополнительное число пил

$$m_{бд} = \frac{L_m - (l_1 + l'_1)}{0{,}5} + 1;$$

отсюда

$$m_{бу} = \frac{L_m - (l_n + l'_n)}{0{,}5} + \frac{L_m - (l_1 + l'_1)}{0{,}5}$$

или

$$m_{бу} = 4(1 + L_m) - 2(l_1 + l'_1 + l_n + l'_n). \quad (5)$$

Если $L_m = 6{,}5$ *м*, $l_1 = l'_1 = 1$ *м*, $l_n = 0{,}7$ *м* и $l'_n = 0{,}8$ *м*, то в пильном блоке

$$m_{бу} = 4(1 + 6{,}5) - 2(1 + 1 + 0{,}7 + 0{,}8) = 23 \text{ пилы}.$$

Для удобства смещения пил их выгоднее расположить в два ряда (рис. 2), установив дополнительные пилы в шахматном порядке в ряд с основными.

Если пильный блок предназначен для раскроя p длин, то количество неподвижных пил, служащих для снятия припусков,

$$m_н = p + 1.$$

Необходимость в этом, а также в дополнительных пилах, количество которых найдено по формуле (3), отпадает, если раскряжевку бревен вести без снятия припусков. Припуск, остающийся при этом на рудстойке, можно использовать в процессе креплений на шахтах, так как уменьшается необходимость подрезки более длинных ГОСТированных стоек. Если иметь в виду, что крайние пилы блока не участвуют в изменении программы, то количество всевозможных сочетаний пил (программ)

$$N = 2^{m_{бу}-2}.$$

Из большого числа $N = 2^{21}$ сочетаний для программирования выбирают не более 15—20, так как заготовка одновременно большого количества пил длин рудстойки усложняет и удорожает сортировочно-штабелевочные и отгрузочные работы.

Фиксированную перестройку программ на другие размеры удобнее всего производить с помощью перфокарт и только тогда прибегать к механическим смещениям пил, когда в цепях управления недостаточно одних электрических переключений. Все это касается блоков с неподвижными пилами. В блоках, в которых пилы смещаются после каждого исполнения программы, количество пил может быть значительно уменьшено. Однако это усложняет агрегат вследствие применения устройств, перемещающих пилы.

Поступила 22 января 1969 г.

УДК 65.011.56

САМОКОМПЕНСИРОВАННЫЙ ПО КОЛЕБАНИЯМ ТОЛЩИНЫ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ ШПОНА

В. И. МУЗАЛЕВСКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Трудность создания влагомера высокой точности для лущеного шпона заключается не только в принципиальных недостатках существующих методов измерения влажности, но и в технологических особенностях самого шпона, например, в колебании его толщины в пределах одного номинала. При существующем способе лущения эти колебания могут достигать 10—15% (особенно для тонкого шпона) и существенно увеличивать погрешность электрических способов измерения влаж-

ности. Компенсация этой погрешности обычно связана со значительным усложнением влагомера.

В зависимости от применяемого способа измерения методы компенсации колебания толщины шпона различны. В настоящее время для непрерывного измерения влажности шпона наиболее целесообразно использовать три способа: потерь, емкостный и комбинированный (в последнем на результат измерения влияют как емкость датчика, так и угол его диэлектрических потерь φ). В соответствии с этими способами влажность шпона определяют обычно по экспериментально полученной для данного датчика корреляционной зависимости $f(W, \delta)$ диэлектрической проницаемости ε или угла потерь φ от влажности W и толщины шпона δ. Принцип самокомпенсации заключается в искусственном создании такой дополнительной зависимости $\operatorname{tg}\varphi(\delta)$ или $\varepsilon(\delta)$, при которой выполняется соотношение

$$\frac{\partial f(W, \delta)}{\partial \delta} d\delta = 0. \qquad (1)$$

Рассмотрим для примера работу комбинированного влагомера на половине резонансной кривой контура с контактным емкостным датчиком. Действие схемы основано на изменении напряжения на контуре в зависимости от влажности заключенного в датчик шпона. На рис. 1

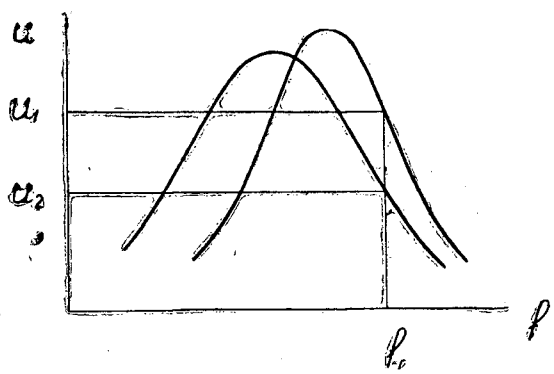


Рис. 1. Изменение резонансной кривой контура при изменении влажности шпона.

показано понижение напряжения на контуре от U_1 до U_2 при уменьшении влажности. Характер резонансной кривой меняется также от изменения $\operatorname{tg}\varphi$ и толщины шпона δ. Если конструктивно датчик выполнить так, чтобы изменение толщины вызывало дополнительное изменение добротности или частотный сдвиг резонансной характеристики контура, то при определенных условиях общий эффект изменения толщины будет равен нулю.

Для двустороннего конденсатора тангенс угла потерь $\operatorname{tg}\varphi$ увеличивается с уменьшением толщины шпона вследствие возрастания активной проводимости. Если ферритовый сердечник контура расположить в одной плоскости с верхней пластиной датчика, а нижнюю пластину выполнить из латуни, то при уменьшении толщины шпона резонансная частота контура сдвинется вправо и колебание толщины шпона скомпенсируется. Если частота генератора расположена на левой половине резонансной характеристики, то можно применить стальную нижнюю пластину. Здесь увеличение напряжения при уменьшении толщины компенсируется снижением добротности контура.

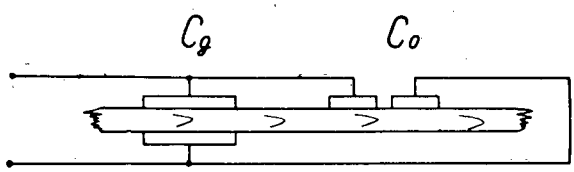


Рис. 2.

Эти методы позволяют только частично скомпенсировать погрешность по колебанию толщины шпона. При использовании емкостного метода измерения влажности можно добиться полной самокомпенсации с помощью емкостного датчика, схема которого изображена на рис. 2. Емкость его равна сумме емкостей двустороннего $C_д$ и одностороннего C_0 датчиков

$$C = C_д + C_0 = \varepsilon \frac{S}{\delta} + \frac{\varepsilon B \delta}{\delta + A}, \tag{2}$$

где S — площадь пластины двустороннего датчика;

A, B — коэффициенты, зависящие от конструкции одностороннего датчика.

(Выражение для C_0 получено эмпирически.)

При колебании толщины шпона δ емкость C получает приращение

$$\Delta C = \left[\frac{\varepsilon \cdot B \cdot A}{(\delta + A)^2} - \frac{\varepsilon \cdot S}{\delta^2} \right] \Delta\delta. \tag{3}$$

Из выражения (3) видно, что погрешность ΔC может быть скомпенсирована при выполнении условия

$$BA\delta^2 = S(\delta + A)^2. \tag{4}$$

Выражение (4) может служить руководством при проектировании самокомпенсированных емкостных датчиков для малых колебаний толщины шпона.

При разработке датчиков, самокомпенсированных в большом диапазоне толщины, можно определить оптимальные соотношения между параметрами одностороннего и двустороннего конденсаторов, пользуясь интегральными оценками погрешностей.

Согласно методу наименьших квадратов должно выполняться соотношение

$$\int_{\delta_1}^{\delta_2} \left[C_к - (C_д + C_0) \right]^2 d\delta = \min, \tag{5}$$

где $C_к$ — среднее значение емкости датчика в диапазоне толщин от δ_1 до δ_2;

$$C_к = \frac{1}{\delta_2 - \delta_1} \int_{\delta_1}^{\delta_2} (C_0 + C_д)\, d\delta. \tag{6}$$

Подставляя в формулу (5) значения $C_д$, C_0, $C_к$ из равенств (2) и (6), получим выражение

$$\int_{\delta_1}^{\delta_2} \left[\frac{1}{\delta_2 - \delta_1} \int_{\delta_1}^{\delta_2} \left(\frac{\varepsilon S}{\delta} + \frac{\varepsilon \delta B}{A + \delta} \right) d\delta - \left(\frac{\varepsilon S}{\delta} + \frac{\varepsilon B \delta}{\delta + A} \right) \right]^2 d\delta = \min. \tag{7}$$

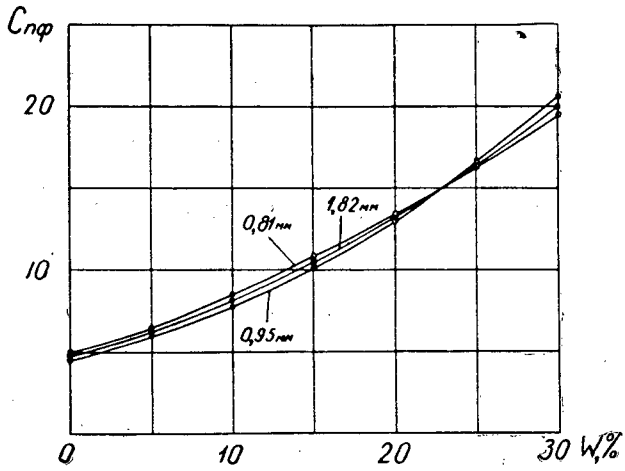


Рис. 3. Градуировочные кривые самокомпенсированного емкостного датчика.

Приравняв первую производную от решения этого интеграла нулю, найдем выражение для оптимальной площади пластин двустороннего датчика

$$S = \frac{\varepsilon^2 B \ln\left|\frac{\delta_2 + A}{\delta_1 + A}\right| - \gamma\lambda(\delta_2 - \delta_1)}{(\delta_2 - \delta_1)\left(\gamma^2 - \frac{\varepsilon^2}{\delta_1 \cdot \delta_2}\right)}, \qquad (8)$$

где

$$\gamma = \frac{\varepsilon}{\delta_2 - \delta_1} \ln \frac{\delta_2}{\delta_1}; \qquad (9)$$

$$\lambda = \frac{\varepsilon B}{\delta_2 - \delta_1}\left(\delta_2 - \delta_1 - A \ln\left|\frac{\delta_2 + A}{\delta_1 + A}\right|\right). \qquad (10)$$

Как видно из формулы (8), оптимальная площадь пластины зависит от влажности шпона, поэтому в большом диапазоне толщины и влажности компенсация погрешности не идеально полная. Эксперименты, однако, показывают, что при колебаниях толщины от 0,81 до 1,82 *мм* и влажности от 0 до 30% остаточная погрешность очень незначительна.

На рис. 3 представлены кривые корреляционных зависимостей емкости датчика от влажности шпона для толщин 0,81; 0,95 и 1,82 *мм*. Уравнения кривых получены по 80 точкам методом Чебышева на электронной вычислительной машине.

Поступила 4 апреля 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.791

НОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ*

Е. С. РОМАНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Повышение эффективности использования основных фондов — важнейшее условие ускоренного поступательного развития всех отраслей социалистического народного хозяйства. Переход промышленности на новую систему планирования и экономического стимулирования уже приносит свои плоды: преодолевается наблюдавшаяся длительное время тенденция падения фондоотдачи. В то же время первый опыт хозяйственной реформы показал, что нужны дальнейшие усилия для повышения действенности новой системы. Нам представляется, что одним из таких шагов могло бы явиться нормирование основных фондов.

Основные фонды — чуть ли не единственная экономическая категория, которой (как целого) почти не коснулось нормирование. Известно, что нормативы удельных капиталовложений устанавливаются на единицу проектной мощности строящегося предприятия. Если проектная мощность освоена и за это время не было сделано каких-либо дополнительных капитальных затрат, то удельные капиталовложения на какой-то момент становятся нормативной фондоемкостью продукции. Но затем следуют приросты объема производства, пополнение и обновление оборудования и других объектов, и всякая нормативная база основных фондов утрачивается. Показатели съема продукции с 1 $м^2$ производственной площади, с 1 $м^3$ объема варочного котла (в целлюлозной промышленности), выработки на один списочный и установленный агрегат и тому подобные частные показатели не являются нормативами, играют второстепенную роль в планировании, не отражаются в годовой отчетности.

Предложения планировать фондоотдачу или другие обобщающие показатели использования основных фондов выдвигались давно, но до последнего времени не получали поддержки. В связи с этим по существу не ставилась и задача нормирования основных фондов.

«Методическими указаниями к составлению народнохозяйственного плана» предусмотрено в плановых расчетах применять показатель использования основных фондов — фондоотдачу. Это, естественно, предполагает подготовку соответствующей нормативной базы.

Установить нормативы — это значит выявить действительную потребность в основных фондах на предприятиях, работающих нередко уже десятки лет, где состав и структура средств труда во многом отличаются от запроектированных ранее и часто не обеспечивают должной пропорциональности мощностей по стадиям производства.

Нормативы предназначаются для объективного контроля за уровнем использования основных фондов и для обоснования потребности в капиталовложениях. Так, в лесозаготовительной промышленности в те-

* Печатается в порядке обсуждения.

чение ряда лет отмечается недостаточность средств, выделяемых для капитального строительства и прежде всего для поддержания мощностей. В то же время лесная промышленность не может выдвинуть перед государственными плановыми органами глубоко обоснованных аргументов по увеличению капиталовложений. Различные ссылки на специфику отрасли, разрозненные показатели и факты, по-видимому, недостаточно убедительны. Можно надеяться, что располагая нормативами фондоемкости, отражающими влияние всех важнейших производственных и природных факторов, предприятия и объединения лесозаготовительной промышленности смогут по-новому, на научной основе, ставить перед государством вопрос о выделении им капиталовложений.

Как и все другие, нормативы основных фондов должны быть прогрессивными. Но этого мало: чтобы усилить активное воздействие нормативов основных фондов на их эффективность, необходимо связать нормирование с системой экономического стимулирования. Связь эта могла быть следующей. Плата за основные фонды устанавливается дифференцированно: основной процент отчислений за фонды в пределах норматива и повышенный процент — за сверхнормативные фонды. Повышение это должно быть значительным, чтобы через расчетный уровень рентабельности повышенная плата за сверхнормативные фонды влияла на отчисления во все фонды экономического стимулирования.

Сумма отчислений от прибыли в фонд развития производства определяется в процентах не к фактической, а к нормативной стоимости основных фондов. Это в равной мере относится ко всем предприятиям, независимо от того, больше или меньше нормативной фактическая стоимость их основных фондов. Благодаря этому лучшие (по уровню использования основных фондов) предприятия не будут ущемлены в размерах отчислений от прибыли в фонд развития, а предприятия, в которых имеется излишек основных фондов, не будут, как теперь, иметь преимуществ в этих отчислениях по сравнению с теми, где основных фондов меньше.

Установленная часть амортизации на полное восстановление (например, 40% всей суммы) направляется в фонд развития полностью, если основные фонды не превышают норматива, и корректируется на

Таблица 1

Показатели	Леспромхозы	
	Дмитриевский	Вельский
Стоимость основных фондов, тыс. руб.		
фактическая	5761	4695
нормативная	4679	5117
отклонение (фактическая минус нормативная)	+1082	—422
Норматив отчислений от прибыли в фонд развития производства (ФРП), %	1,019	1,923
Сумма отчислений от прибыли в ФРП, тыс. руб.	$\frac{4679 \cdot 1{,}019}{100} = 47{,}6$	$\frac{5117 \cdot 1{,}923}{100} = 98{,}3$
Фактическая средняя норма амортизационных отчислений на полное восстановление, %	16,6	17,4
Сумма реновации (40%), направляемая в ФРП, тыс. руб.	$4679 \cdot 16{,}6 \cdot 0{,}4 = 311$	$4695 \cdot 0{,}174 \cdot 0{,}4 = 327$

соотношение нормативной и фактической стоимости, если наличие фондов превышает норматив. (Последнее можно рассматривать как применение средней нормы реновации к нормативной стоимости фондов.)

Изложенная методика отчислений в фонд развития иллюстрируется условным примером (табл. 1). В примере использованы показатели двух леспромхозов объединения «Архангельсклеспром». Нормативная стоимость основных фондов принята по проекту нормативов, подготовленному кафедрой экономики Архангельского лесотехнического института.

Если принять, что основная ставка платы за фонды установлена, как обычно, 6%, а за сверхнормативные основные фонды — 10%, то Дмитриевскому ЛПХ придется внести в бюджет на $\frac{1082\,(10-6)}{100} = 43{,}3$ тыс. руб. больше, чем при действующем сейчас порядке. Можно подсчитать, что это понизит его расчетный уровень рентабельности на 0,6%, что повлечет за собою уменьшение отчислений от прибыли: в фонд развития производства — на 1,7; в фонд материального поощрения — на 7,4; в фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства — на 1,7 тыс. руб. (всего на 10,8 тыс. руб.).

Определение суммы амортизации, поступающей в фонд развития, по нормативной стоимости основных фондов вызовет уменьшение фонда развития еще на 72 тыс. руб. Здесь, однако, не будет несправедливости, так как эта сумма предназначалась бы на «развитие» излишней части основных фондов. Перспектива сокращения отчислений в фонды экономического стимулирования при наличии излишних (по отношению к выполняемому объему производства) основных фондов заставит предприятие искать выход либо в реализации излишков, либо в увеличении выпуска продукции.

В предприятии, где основные фонды не превышают норматива, увеличится сумма отчислений от прибыли в фонд развития производства (в нашем примере на $\frac{422 \cdot 1{,}923}{100} = 8{,}1$ тыс. руб.), а остальные отчисления останутся без изменений, в том числе и сумма амортизации, направляемая в фонд развития.

Таким образом, рекомендуемая методика отчислений направлена прежде всего на стимулирование предприятий с низким уровнем использования основных фондов, но предусматривает также поощрение лучших *.

В «Методических указаниях» Госплана говорится, что в качестве показателя планирования эффективности основных фондов предполагается применять фондоотдачу. С точки зрения нормирования более удобен обратный фондоотдаче показатель удельной фондоемкости.

Общую фондоемкость (по предприятию в целом) можно легко разложить на составные части: по зданиям, по сооружениям, по активной части и т. д. Общая фондоемкость равна простой сумме этих составных частей, тогда как для определения фондоотдачи надо находить и суммировать обратные величины. Фондоемкость соответствует другому нормативному показателю — трудоемкости, а также проектному показателю удельных капиталовложений. В расчетах экономической эффективности применяется фондоемкость, а не фондоотдача. Коэффициенты фондоемкости используются в народнохозяйственном планировании при построении межотраслевого баланса.

Наиболее подходящим показателем продукции для нормативов фондоемкости является, по нашему мнению, валовая продукция. Нормативы фондоемкости должны быть стабильны в течение ряда лет, и потому для этой цели малопригодны товарная и реализованная продук-

* Здесь уместно напомнить, что средства фонда развития предназначаются и для внедрения НОТ, что означает улучшение условий труда, рост производительности и заработка рабочих, улучшение условий труда ИТР и служащих.

ция, подверженные изменениям цен. Что касается большего стимулирующего влияния показателей товарной и особенно реализованной продукции, то это свое назначение они выполняют сами по себе. Стимулирование качества продукции и прибыли через фондоотдачу (или фондоемкость), выраженную по реализованной продукции, было бы «повторным счетом». В то же время, в условиях, когда работа предприятия оценивается по объему реализации и уровню рентабельности, соответственно (а не как-то особо, в противовес) формируется и валовая продукция *. Выраженная в сопоставимых ценах, она более всего отвечает требованиям, предъявляемым к нормативам длительного действия. В производствах с однородной продукцией, в том числе и на лесозаготовках, фондоемкость может устанавливаться на натуральный измеритель продукции.

Количество объектов основных фондов в одном предприятии исчисляется сотнями. Поэтому нормировать фондоемкость прямым счетом (или иначе методом «набора»), то есть устанавливая нормативную потребность в каждом объекте, было бы чрезвычайно громоздко. К тому же в разных предприятиях объекты числятся в разных ценах. Наиболее подходящим для установления нормативов является метод множественной корреляции.

Имеющийся уже опыт корреляционного моделирования фондоотдачи и фондоемкости можно считать обнадеживающим. Однако предстоит большая работа по выявлению факторов, наиболее характерных для каждой отрасли и для типов предприятий, и по выбору наилучших форм связи. По-видимому, в ряде случаев представится возможность установить нормативную фондоемкость не только в целом для предприятия, но и по категориям основных фондов (по зданиям, сооружениям, рабочим машинам и т. д.). Это открывает дополнительные возможности для совершенствования структуры основных фондов, поможет вскрыть резервы. Но все же главным должен быть норматив по промышленно-производственным фондам в целом, ибо нередко успех достигается разными путями, в том числе и без повышения доли активной части. Например, в лесозаготовительной промышленности равный эффект может быть получен постройкой более совершенной лесовозной дороги при сокращении транспортных средств и, наоборот, — с бóльшими вложениями в подвижной состав и с меньшими дорожно-строительными затратами.

Нормативы фондоемкости лучше всего было бы разработать после переоценки основных фондов. Но было бы неправильно откладывать эту работу. Приступить к разработке нормативов нужно сейчас же с таким расчетом, чтобы уточнить их в соответствии с результатами переоценки.

---

* Мы находили коэффициент корреляции для фондоотдачи по валовой и по товарной продукции. Он оказался равным 0,91, что указывает на высокую степень соответствия.

Поступила 4 февраля 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 658.52:62—493

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ ИЗ НИЗКОСОРТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

А. П. ПЕТРОВ, К. И. ЩЕТИНИНА

(Ленинградская лесотехническая академия)

Сотрудники Ленинградской лесотехнической академии разработали методику определения стоимости производства технологической щепы, по которой были вычислены экономические показатели производства последней с учетом влияния различных факторов.

Для того чтобы сравнить все возможные формы и варианты производства технологической щепы, ее стоимость определяли как сумму затрат по всем стадиям работ, начиная от первичной обработки древесины и кончая подачей щепы в производство (включая расходы на погрузочно-разгрузочные работы).

В указанную величину стоимости не включены транспортные затраты по доставке низкосортной древесины или щепы до пункта переработки. Они должны быть рассмотрены в качестве особого фактора, оказывающего важное влияние на выбор той или иной формы организации переработки низкосортной древесины и отходов. Себестоимость производства технологической щепы определена в номенклатуре статей затрат, предусмотренных проектом инструкции ЦНИИМОДа по калькулированию себестоимости щепы.

Особому рассмотрению были подвергнуты вопросы формирования затрат на производство щепы в зависимости от исходной стоимости сырья, качества сырья и его породного состава, масштаба, места и технологии производства щепы.

С учетом влияния указанных факторов себестоимость производства 1 $м^3$ технологической щепы C для всех возможных вариантов его организации может быть выражена формулой

$$C = b_0 n + q + f, \qquad (1)$$

где b_0 — исходная оценка стоимости 1 $м^3$ сырья (низкосортной древесины, отходов);

n — норма расхода сырья на производство 1 $м^3$ щепы;

q — затраты на производство 1 $м^3$ щепы без стоимости сырья;

f — стоимость погрузочно-разгрузочных работ, включая расходы по подаче щепы в производство.

Исходная стоимость сырья принята: а) для низкосортной древесины (дров) — по ценам прейскуранта 07—03 в зависимости от ее породного состава и степени разделки; б) для древесных отходов лесопиления и деревообработки — по твердым ценам, предложенным ЦНИИМОДом (кусковые отходы хвойных пород — 5,80 руб. за 1 *пл.* $м^3$, лиственных — 5,00 руб. за 1 *пл.* $м^3$).

Для определения цен на окоренные кусковые отходы необходимо к приведенным выше оценкам добавить затраты на окорку, которые по рекомендации ЦНИИМОДа распределяются в следующем отношении:

60% — на себестоимость щепы, 40% — на себестоимость пиломатериалов. Приведенные значения цен на кусковые отходы были установлены ЦНИИМОДом как разность между существующими оптовыми ценами на щепу и нормативным уровнем затрат на ее производство.

Однако, как показал опыт применения существующих цен, последние не отражают общественно-необходимых затрат на производство щепы, так как построены в отрыве от потребительской стоимости щепы, без учета условий ее переработки на конечные продукты *.

Влияние качества исходного сырья на величину затрат по производству щепы учитывается в формуле (1) через величину параметра n; чем ниже качество сырья, тем выше норма его расхода.

Влияние породного состава древесины характеризовали величиной параметра b. Низкосортная древесина хвойных пород, в соответствии с прейскурантом 07—03, реализуется по более высоким ценам, чем древесина лиственных пород; аналогично обстоит дело с оценками на кусковые отходы. Затраты на переработку сырья зависят от объема вырабатываемой щепы и могут быть удовлетворительно выражены гиперболической функцией вида

$$q = S + \frac{r}{M}, \qquad (2)$$

где M — объем выработки щепы, тыс. *пл. м*^{3};

S *и* r — числовые параметры, устанавливаемые расчетным путем на основании статистической обработки фактических и проектных данных об объемах вырабатываемой щепы и затратах на ее производство.

Величина параметра S определяет прямые затраты на производство 1 *пл. м*^{3} щепы, r — условно постоянные расходы, независимые от объема выработки щепы.

Расходы на окорку сырья учитываются при производстве щепы из низкосортной древесины в леспромхозах и на биржах целлюлозно-бумажных предприятий в составе затрат на переработку q; в случае производства щепы из кусковых отходов лесопиления затраты на окорку находят отражение в величине исходной оценки кусковых отходов.

Затраты на погрузочно-разгрузочные работы и подачу щепы в производство приняты на основании фактических данных предприятий и по данным проектов.

Согласно изложенным методическим положениям были определены экономические показатели производства технологической щепы для трех основных форм его организации: 1 — из низкосортной (дровяной) древесины на нижних складах леспромхозов **, 2 — из кусковых отходов на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях; 3 — из низкосортной древесины на целлюлозно-бумажных предприятиях. Рассмотрим эти показатели.

Производство щепы на биржах целлюлозно-бумажных предприятий

Экономические показатели производства технологической щепы рассмотрены по материалам 22 целлюлозно-бумажных предприятий, различающихся технологией работ и видом перерабатываемого сырья.

---

* В Ленинградской лесотехнической академии разработана методика построения лимитных цен на технологическую щепу, исходя из условий ее эффективной переработки на конечные продукты. Расчет лимитных цен на щепу по указанной методике осуществлен в 1968 г.

** Экономические показатели производства технологической щепы из лесосечных отходов мы не рассматриваем, так как до сих пор практически не найдены возможные пути их промышленного использования.

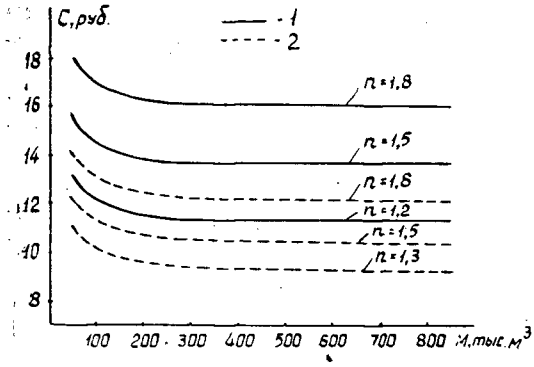


Рис. 1. Влияние качества исходного сырья и масштабов производства на себестоимость 1 *пл.* $м^3$ технологической щепы на целлюлозно-бумажных предприятиях.

1 — щепа из технологических дров; *2* — щепа из топливных дров.

Стоимость рейдовых работ и затраты на погрузку, сортировку и укладку древесины установлены для средних условий ее переработки и равны соответственно 0,58 и 0,34 руб. в расчете на 1 $м^3$ сырья.

Величина биржевых расходов с учетом затрат на подачу щепы в зависимости от масштаба выработки щепы определилась уравнением

$$q = 1{,}5 + \frac{92{,}0}{M} \qquad (3)$$

(равенство справедливо при M от 50 до 1500 тыс. $м^3$).

С учетом принятых нормативов себестоимость производства 1 *пл.* $м^3$ технологической щепы франко-цех ее переработки на конечные продукты выражается формулой

$$C = (b_0 + 0{,}5)\,n + 1{,}50 + \frac{92{,}0}{M}. \qquad (4)$$

Подставляя в формулу (4) значения удельных расходов сырья и возможных объемов выработки щепы в указанных выше пределах, исследуем влияние качества и масштаба переработки сырья на себестоимость производства щепы. Результаты расчетов приведены на рис. 1.

Производство щепы из кусковых отходов лесопиления на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях

Экономические показатели производства технологической щепы рассмотрены по материалам 25 предприятий с объемом вырабатываемой щепы в 1967 г. 840 тыс. $м^3$ (включая 338,0 тыс. $м^3$ окоренной щепы).

Средний объем производства по рассматриваемой совокупности предприятий составил 40 тыс. $м^3$; полная себестоимость 1 *пл.* $м^3$ щепы — 6,35 руб., в том числе себестоимость сырья — 4,13 руб. при удельной норме расхода 1,25 *пл.* $м^3$, а затраты на переработку — 2,22 руб. Средняя цена реализации 1 $м^3$ щепы во втором полугодии 1967 г. составила 8,62 руб., что обусловило уровень рентабельности в размере 36% к себестоимости.

Зависимость затрат на переработку кусковых отходов от объема производства щепы выражается формулой

$$q = 1{,}0 + \frac{13{,}0}{M} \qquad (5)$$

(равенство справедливо при M от 10 до 80 тыс. $м^3$).

Как видно из формулы, изменение масштабов производства щепы на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях лишь в незначительной мере влияет на величину затрат по переработке сырья.

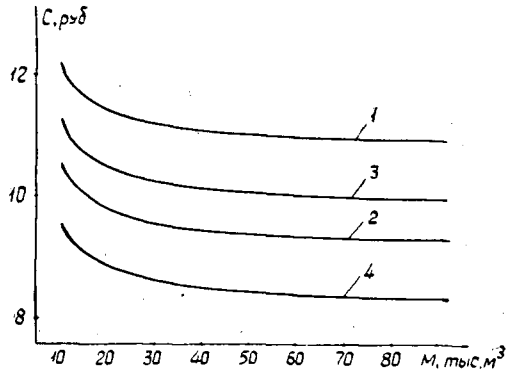


Рис. 2. Влияние качества исходного сырья и масштабов производства на себестоимость 1 *пл.* $м^3$ технологической щепы из отходов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий.

1 и *2* — окоренная и неокоренная щепа из хвойных пород; *3* и *4* — окоренная и неокоренная щепа из лиственных пород.

Особого рассмотрения заслуживают вопросы определения затрат на окорку пиловочника, что необходимо для производства высококачественной технологической щепы. Величина расходов на окорку, установленная на основании проектов, принята в размере 1,62 руб. на 1 $м^3$ щепы. Расходы по разгрузке, хранению и подаче 1 $м^3$ щепы в производство составили 0,90 руб.

С учетом установленных нормативов себестоимость производства 1 *пл.* $м^3$ щепы, вырабатываемой из кусковых отходов, может быть выражена формулой:

для неокоренной щепы

$$C = b_0 n + 2{,}2 + \frac{13{,}0}{M}; \qquad (6)$$

для окоренной щепы

$$C = b_0 n + 3{,}8 + \frac{13{,}0}{M}. \qquad (7)$$

Зависимость себестоимости щепы от объема производства и качества сырья приведена на рис. 2.

Зависимость удельных капитальных вложений на производство щепы от объемов перерабатываемого сырья выражена формулой

$$K = 8{,}8 + \frac{74{,}0}{M}. \qquad (8)$$

Производство щепы на нижних складах леспромхозов

В настоящее время производство щепы в леспромхозах носит полуопытный характер и осуществляется на малопроизводительном оборудовании; качество получаемой щепы не удовлетворяет техническим требованиям.

Пользуясь проектами цехов, разработанными Гипролестрансом и ЦНИИМЭ на базе импортного оборудования и новых моделей отечественных рубительных машин, мы определяли экономические показатели производства щепы в леспромхозах.

На основе проектных данных с помощью метода математического моделирования была установлена зависимость затрат на переработку низкосортной древесины от объема вырабатываемой щепы, которая удовлетворительно выражается формулой

$$q = 2{,}0 + \frac{46{,}0}{M} \qquad (9)$$

(равенство справедливо при M от 10 до 50 тыс. $м^3$).

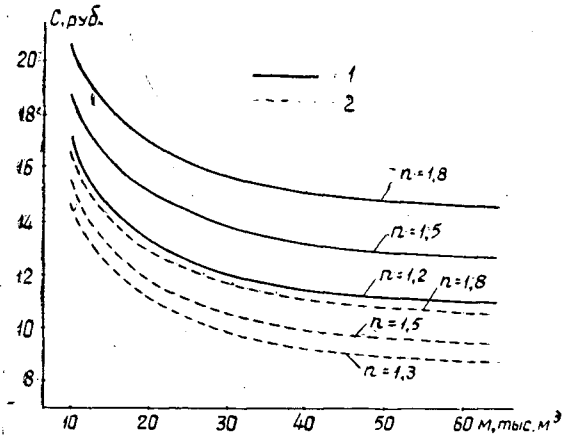


Рис. 3. Влияние качества исходного сырья и масштабов производства на себестоимость 1 *пл. м*³ технологической щепы в леспромхозах.

1 — щепа из технологических дров;
2 — щепа из топливных дров.

Как видно из формулы, объем переработки сырья значительно влияет на величину затрат по производству щепы.

Себестоимость производства щепы в леспромхозах в зависимости от качества и концентрации ресурсов может быть представлена формулой

$$C = b_0 n + 3{,}1 + \frac{46{,}0}{M} \qquad (10)$$

(в формуле учтены затраты по погрузке, хранению, разгрузке и подаче щепы в производство в размере 1,20 руб.).

Подставляя значения удельного расхода сырья и объемов производства щепы в формулу (10), исследуем влияние указанных факторов на величину себестоимости производства щепы; результаты расчетов приведены на рис. 3.

Как показали расчеты, удельные капитальные вложения (аналогично себестоимости) также зависят от объема производимой щепы; эта связь выражается формулой

$$K = 1{,}3 + \frac{254}{M}. \qquad (11)$$

Рассмотренные экономические показатели производства щепы при разных вариантах его организации с учетом транспортных расходов могут служить основанием для выбора форм промышленного использования низкосортной древесины и древесных отходов.

Поступила 14 февраля 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 631.531.13

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОЖАЯ СЕМЯН ЕЛИ СЕМЕННОГО И МАЛОУРОЖАЙНОГО ГОДА В УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ АЛТИ

А. И. БАРАБИН

(Вельский лесхоз Архангельской области)

В практике лесного и охотничьего хозяйств весьма важно знать урожай семян всего древостоя, для суждения о предполагаемом сборе семян — также количественные соотношения между урожаями разных лет.

С 1965 г. в учебно-опытном лесхозе АЛТИ (ст. Емца Архангельской обл.) и ближайших пунктах проводятся работы в этом направлении*. Плодоношение ели в 1965 г. оценивалось баллом 5 (по В. Г. Капперу), в 1966 — 0, а в 1967 г. — 2.

Мы заложили пробные площади размером 0,5 *га* каждая в различных типах леса, в насаждениях различной полноты. Подсчет шишек в кроне даже одного дерева в насаждении затруднителен, поэтому для выявления зависимости между числом шишек определенных мутовок и всей кроной дерева в 1965 г. мы подсчитали шишки на пяти верхних мутовках (считая от вершины) и по всей кроне на 100 деревьях в ельнике-черничнике с полнотой 0,5. Полученные зависимости [1] подтверждаются также и для малоурожайного года.

Общее количество шишек на пробных площадях определяли путем их подсчета на первых пяти мутовках (считая от вершины) каждого дерева и последующего экстраполирования на всю крону. Учет вели при помощи бинокля и обязательно в солнечный день. К видимому количеству шишек прибавляли еще одну треть. Поправка была установлена нами при подсчете шишек на первых пяти мутовках (считая от вершины) на лесосеках до и после повала дерева. О такой же зависимости сообщает М. И. Виликайнен [3]. Данные о плодоношении ели на пробных площадях в разные годы показаны в табл. 1. Они подтверждают вывод о наибольшем проценте плодоношения деревьев, имеющих максимальный диаметр в насаждении, то есть высших классов Крафта. Несмотря на утвердившееся мнение о типологических различиях в плодоношении еловых насаждений, нам в 1965 г. не удалось установить их по группе ельников-зеленомошников. По нашим исследованиям, как и по данным многих ученых, решающее значение имела полнота насаждения. Так, например, ельник-кисличник с полнотой 0,9 (табл. 1, проба 4) плодоносил даже хуже ельника-брусничника с полнотой 0,4 и средним диаметром ели 16 *см* (проба 3). По-видимому, обильный урожай 1965 г. сгладил различия в плодоношении близких по своим лесорастительным условиям типов леса.

В малоурожайный год тот же ельник-кисличник плодоносил в 2—3 раза лучше, чем другие типы леса (исключая ельник-черничник, проба 2), а ельники-зеленомошники и ельник-лог много лучше, чем малопроизводительные типы леса. Отсюда можно сделать вывод, что в год малого урожая решающее значение имеет тип леса. Из табл. 1 видно, что в ельнике-черничнике свежем (проба № 2) число шишек на дереве и процент плодоносящих деревьев для каждой ступени толщины больше, чем в кисличнике (проба № 4). Меньшее число шишек на 1 *га* объясняется меньшим количеством деревьев, имеющих диаметр 28 *см* и выше. Так, на пробе № 4 их число равно 64, тогда как на пробе № 2 всего лишь 26. Следовательно, при равных полнотах и среднем диаметре ели в насаждении в год малого урожая ельник-черничник должен плодоносить так же, а возможно и лучше, чем ельник-кисличник. Сходные данные получены А. С. Сахаровой [4].

Из табл. 1 видно, что класс бонитета не оказал существенного влияния на плодоношение различных насаждений в 1965 г. Наименьшее плодоношение в 1967 г. наблюдалось в ельниках IV—V классов бонитета, а в ельнике-долгомошнике урожай практически отсутствовал (проба 14).

* Работа выполнена под руководством доц. Л. И. Красовского, которому автор приносит благодарность.

Число шишек на деревьях диаметром 12 и 16 *см* одинаково в различные по обилию плодоношения годы и не превышает в основном 10 шт. В год обильного урожая увеличивается лишь процент плодоносящих деревьев данных ступеней толщины. Общий процент плодоносящих деревьев в насаждении в малоурожайный год по нашим исследованиям достигал 42%. С. П. Усков [5] сообщает о меньшем проценте плодоносящих деревьев при слабом урожае (6—9%).

В год обильного урожая плодоносило до 89% деревьев ели в насаждении. Данные совпадают с наблюдениями А. С. Сахаровой [4] и несколько ниже данных И. Б. Белецкого [2], ввиду того, что при подсчете шишек были взяты в учет и угнетенные деревья.

На основании изложенного можно сделать вывод, что при уменьшении балла плодоношения от 5 до 2 единиц по В. Г. Капперу процент плодоносящих деревьев уменьшается в 2—3 раза, общее же количество шишек в 2—6 и более раз.

Результаты наших исследований носят предварительный характер и требуют дальнейшей проверки.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. И. Барабин. О лесотаксационных особенностях семеношения в связи с прогнозированием урожая семян ели. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968. [2]. И. Б. Белецкий. Особенности плодоношения сосны и ели на Кольском полуострове. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1961. [3]. М. И. Виликайнен. О фенологии древесных пород в Карелии и методе учета интенсивности цветения и плодоношения сосны и ели. Сб. «Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии». АН СССР, М.—Л., 1962. [4]. А. С. Сахарова. Плодоношение ели на Уфимском плато. Сборник трудов по лесному хозяйству. Башкирская лесная опытная станция, вып. 7, 1964. [5]. С. П. Усков. К вопросу плодоношения еловых древостоев. Труды Института леса и древесины СО АН СССР, 53, 1962.

Поступила 23 мая 1968 г.

УДК 634.0.443.3

НЕКОТОРЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ОСИНЫ В ЛЕСАХ СЕВЕРА

И. В. СУХАНОВА

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Лесопатологическое обследование осины мы провели в Мезенском лесхозе Архангельской области в осиннике-черничнике и в других типах леса, где осина входила иногда в состав древостоя (сосняк-черничник), а чаще — подроста (сосняк вересковый, ельник-черничник, еловая вырубка и пр.), а также в Фетининском лесничестве, Бабушкинского леспромхоза, Вологодской области, на вырубках, возобновившихся осиной и березой и в некоторых исходных типах леса, где осина встречалась среди подроста (ельник-кисличник и ельник травяно-кисличный) и в качестве недоруба.

Основным заболеванием ствола осины во всех обследованных нами типах леса Мезенского лесхоза была гниль, вызванная грибом *Fomes igniarius* f. *tremulae* Bondarz. В осиннике-черничнике уже в возрасте 20—25 лет осина поражена гнилью на 80%. На высоте 0,5 *м* от поверхности почвы отношение диаметра гнили к диаметру ствола варьирует в пределах 0,09—0,87 (в среднем 0,26); распространение гнили по высоте незначительно.

В сосняке-черничнике, где осина в возрасте 70—80 лет составляла около 10% запаса древостоя, до 90% деревьев были поражены гнилью. Около 30% пораженных деревьев имели плодовые тела гриба, в большинстве случаев очень небольших размеров, полураспростертые, обволакивающие сучья. На дереве обычно было не более одного, редко двух-трех плодовых тел. По данным анализа двух модельных деревьев гниль распространяется на 17,9—18,2% высоты ствола. Отношение диаметра гнили к диаметру ствола на высоте 1,3 *м* — 0,32—0,26, объем гнилой древесины — 1,52 и 1,35% объема ствола. Таким образом, в обследованных нами типах леса Мезенского лесхоза значительное распространение гнили осины от *F. igniarius* больших потерь деловой древесины не повлекло.

Таблица 1

№ проб	Типы ельников	Состав насаждений	Класс возраста	$\overline{D_E}$	Полнота	Класс бонитета	Число деревьев ели на 0,5 га	Урожай 1965 г. для деревьев D, см 12	16	22	28	34	средний	Урожай 1965 г. число шишек на 1 га	Урожай 1967 г. для деревьев, D. см 12	16	22	28	34	средний	Урожай 1967 г. число шишек на 1 га
1	Лог	7Е2С1Б	VIII	28	0,6	III	170	0,8 / 0	6 / 44,5	26,6 / 78	110 / 100	151,7 / 100	43 / 82	14600	0,8 / 0	2 / 0	4,4 / 35	10 / 59	14,4 / 69	7,4 / 35	2420
2	Черничник свежий	6Е3С1Б	V	20	0,8	IV	209	0 / 2,6	2,8 / 48	19,8 / 92	78,3 / 100	126,8 / 100	22 / 67	9300	2 / 8,8	6,4 / 35	14,7 / 60	27,2 / 77	28,7 / 98	6,8 / 30	2720
3	Брусничник	8Е1С1Лц	V	16	0,4	IV	223	1,3 / 74	19 / 98	40 / 100	—	—	19 / 89	8470	1 / 1,8	6,8 / 45	13,2 / 58	—	—	4,1 / 25	1820
4	Кисличник	10Е,ед.С	VI	24	0,9	III	260	0 / 6,8	1 / 21	9,5 / 23	38,5 / 74	82 / 69	16 / 45	8320	0 / 0	1 / 11	4,5 / 21	14 / 35	24 / 70	8,9 / 22	4680
5	Черничник	6Е4Лц+С	VII	28	0,5	III	118	0,5 / 10	10 / 64	23 / 89	100 / 96	156 / 100	61 / 77	14500	—	—	—	—	—	—	—
6	»	7Е2Лц1С	VI	24	0,5	III	156	0,3 / 10,5	13 / 87	28 / 89	106 / 97	163 / 100	38 / 67	11850	—	—	—	—	—	—	—
7	»	9Е1С	VI	28	0,8	IV	199	0 / 0	0,7 / 20	18 / 40	64 / 78	96 / 97	34 / 74	13530	—	—	—	—	—	—	—
8	Кисличник	9Е1С	VIII	24	0,6	III	135	0,2 / 0	3 / 10,5	32 / 100	110 / 100	160 / 100	53 / 70	14310	—	—	—	—	—	—	—
9	Брусничник	8Е1С1Лц	VI	20	0,5	IV	185	0,7 / 35	7 / 75	35 / 100	155 / 100	164 / 100	31 / 80	11470	—	—	—	—	—	—	—
10	»	8Е1С1Б	VII	24	0,7	IV	181	0,3 / 23	10 / 73	32 / 100	114 / 100	159 / 100	40 / 70	14480	—	—	—	—	—	—	—
11	Черничник сырой	9Е1С,ед.Б	VI	20	0,5	IV	210	—	—	—	—	—	—	—	0,8 / 11	2,2 / 9,5	9,8 / 47,5	14 / 66	—	2,5 / 25	1050
12	Сфагновый	9Е1Б	V	16	0,5	V	151	—	—	—	—	—	—	—	2,6 / 16	4 / 24	2,7 / 17	7,2 / 36	—	4,9 / 21	1500
13	Разнотравный	9Е1Лц,ед.Б	VI	20	0,8	III	118	—	—	—	—	—	—	—	0 / 0	8 / 45	4,8 / 18	18,5 / 23	26,8 / 10	10 / 42	2360
14	Долгомошник	10Е,ед.С,Б	V	16	0,4	V	162	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0

Примечание. В числителе — число шишек на одном дереве; в знаменателе — процент плодоносящих деревьев данного диаметра.

В период исследований мы отмечали заболевание молодой осины (высотой до 1,0—1,2 *м*) во всех типах леса, вызванное сумчатым грибом *Venturia tremulae* Aderh.

Из энтомовредителей особенно часто нам встречались ивовый листоед (*Phyllodecta vitellinae* L.) и осиновый войлочный клещик (*Eriophyes varius* Nal.). Первый наиболее широко распространен в осиннике-черничнике, где им поражено около 28% (0,5—80%) ассимилирующей поверхности почти 65% молодых деревьев. Листоед наблюдался также на многих других участках, но поражения были единичными и ощутимого вреда деревьям не причиняли. В подавляющем большинстве случаев ивовый листоед заселял молодые растения высотой до 1,5 *м*.

Осиновый войлочный клещик, так же как и ивовый листоед, был отмечен во многих лесорастительных условиях. Он повреждал главным образом деревья высотой более 1,5—2 *м*. На различных участках войлочный клещик повреждал от 30 до 50% деревьев; процент поражения в среднем составлял 25—30, доходя в некоторых случаях до 60—70. Однако этот вредитель особой опасности для осины не представлял, так как его галлы занимали лишь небольшую поверхность листа и процесс ассимиляции при этом не прекращался.

В сосняке вересковом состав энтомовредителей несколько иной. Здесь совершенно отсутствует распространенный повсеместно осиновый войлочный клещик и появляется новый вредитель — осиновая черешковая галлица (*Syndiplosis petioli* Kieff.), поражающая около 15% молодых деревьев (преимущественно подроста).

В Вологодской области стволовой гнилью от *Fomes igniarius* единичные деревца осины поражены уже с 3—5 лет. С возрастом зараженность гнилью усиливается. На 9-летней вейниковой вырубке, возобновившейся лиственными, осина поражена гнилью на 33%; в осиннике-черничнике (в возрасте 12 лет) — на 39,5%. Уже в раннем возрасте гниль в стволе осины распространяется на большую высоту, достигая 80 и даже 99% высоты ствола.

Во многих случаях заражению спорами гриба способствовало, по-видимому, повреждение молодняка осины большим осиновым усачом (*Saperda carcharias* L.).

Иногда нам приходилось наблюдать ярусное поражение осины сердцевинной гнилью — в том случае, если споры гриба проникали в ствол осины в нескольких местах на разных высотах; в дальнейшем эти очаги распространения гнили в стволе сливались.

В обследованных нами массивах Фетининского лесничества 50—70-летняя осина была поражена сердцевинной гнилью на 80—100%. На больных деревьях в большом количестве встречались плодовые тела ложного трутовика. В недорубе осины 70—80-летнего возраста в среднем на дереве насчитывалось 7 плодовых тел гриба диаметром 12—30 *см*. Эти тела выделяют ежегодно огромное количество спор, постоянно создавая опасность заражения новых растений.

Количество и размеры плодовых тел *Fomes igniarius* L. на осине в Бабушкинском леспромхозе значительно выше, чем в Мезенском лесхозе, поэтому и опасность заражения в первом гораздо выше.

Грибными заболеваниями в обследованном нами районе Вологодской области в сильной степени была поражена и ассимилирующая поверхность осины (пятнистость листьев). Возбудителем заболевания является несовершенный гриб *Gloeosporium tremulae* Pass. Вместе с тем отмечено засыхание ветвей от сумчатого гриба *Venturia tremulae* Aderh. Оба заболевания, по-видимому, могут ослаблять осину и способствовать заражению ее с ранних лет сердцевинной гнилью от гриба *F. igniarius*.

Грибные заболевания имели широкое распространение по всей обследованной территории Фетининского лесничества, в особенности серая пятнистость листьев, вызванная грибом *Gloeosporium tremulae* Pass. Степень поражения во многих случаях была сильной, что нередко вызывало потерю прироста, а иногда и гибель молодняка осины.

Оба заболевания интенсивно поражали молодые растения высотой до 1—1,5 *м*, в особенности вершину и верхнюю часть кроны. На 9—11-летних деревьях, достигших высоты 2,5—5 *м*, нами была отмечена лишь серая пятнистость листьев. Заболевание не причиняло сколько-нибудь ощутимого вреда таким деревьям.

Листья осины в большой степени поражались и энтомовредителями, особенно осиновым листоедом (*Melasoma tremulae* F.). В огромных количествах он встречался на двух вырубках — потенциальной куртинно-разнотравной и вейниковой. В обоих случаях осина имела возраст два года и была поражена листоедом на 100%. Ассимилирующая поверхность на одном участке была поражена в среднем на 48%, на другом — на 30,5%. У некоторых растений было скелетировано и обгрызено 80—90% листьев; неповрежденными часто оставались лишь листовые жилки. Листоед встречался и на многих других обследованных участках, но там он был распространен гораздо меньше и сильного вреда растениям не причинял. В значительной степени листоед поражал молодые растения высотой до 1,2—1,5 *м*.

Большое распространение на подросте осины имели также осиновая черешковая галлица (*Syndiplosis petioli* Kieff.), тонкостенная галлица (*Harmandia populi* Rübs.) и узорчатая моль (*Phyllocnistis suffusella* L.), несколько меньшее — красная галлица

(*Harmandia loewi* Rübs.). Иногда повреждение подроста было сильным. Так, на некоторых листьях насчитывалось до 22 галлов тонкостенной галлицы и до 8—9 галлов красной галлицы; были отмечены растения, у которых около 40% листьев имели галлы на черешках. В большинстве случаев эти насекомые не причиняли большого вреда подросту осины.

Осиковый войлочный клещик (*Eriophyes varius* Nal.) в Бабушкинском леспромхозе имел меньшее распространение, чем в Мезенском лесхозе. Он повреждал преимущественно 9—15-летние деревья высотой более 2 *м*, с высоким прикреплением кроны. Гибели деревьев он не вызывал.

Поступила 30 марта 1967 г.

УДК 634.0.2

КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ УСЛОВИЙ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ ВДОЛЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ ДЕЛЬТЫ р. ТЕРЕК

А. М. КОЖЕВНИКОВ

(БелНИИЛХ)

Проведенные нами исследования [1], [2], [3] показывают, что лесорастительные условия и рост древесных и кустарниковых пород вдоль магистральных каналов (протоков) дельты р. Терек весьма различны, поэтому для правильного решения вопроса о создании ирригационных насаждений необходимо классифицировать все их разнообразие.

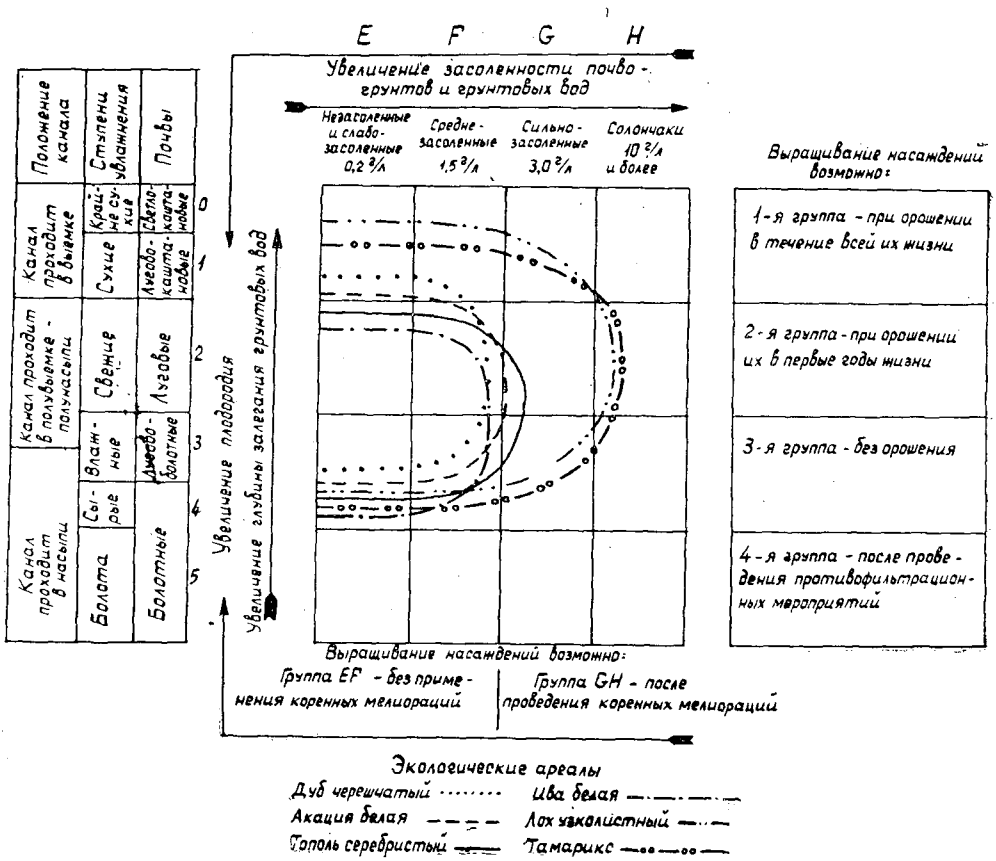


Рис. 1.

В основу своей классификации мы положили известный принцип — эдафическую сетку Е. В. Алексеева — П. С. Погребняка, несколько видоизменив ее применительно к конкретным почвенно-грунтовым условиям исследуемого района. По вертикали, как обычно, разместили гигрогенный ряд, а по горизонтали, вместо трофогенного, построили ряд по степени нарастания засоленности почв и грунтовых вод, определяющей лесопригодность почв.

Построенная таким образом классификация типов условий местопроизрастания для территорий, расположенных вдоль магистральных каналов дельты р. Терек, изображена на рис. 1.

На основании данной классификации рекомендуются ассортимент древесных и кустарниковых пород (табл. 1), назначение, ширина, конструкции ирригационных насаждений и основные лесохозяйственные мероприятия в них.

Таблица 1

Название пород	Условия местопроизрастания			
	E_2	E_{0-1} F_{0-1}	F_2	E_{3-4} F_{3-4}
Главные породы				
Дуб черешчатый	+	—	—	—
Акация белая	+	+	—	—
Берест	—	—	+	—
Гледичия	—	—	+	—
Ясень зеленый	—	+	—	—
Тополь канадский	—	—	—	+
Тополь серебристый	—	—	—	+
Сопутствующие породы				
Клен полевой	+	—	—	—
Шелковица	+	+	+	—
Айва	+	+	—	—
Кустарники				
Лещина (фундук)	+	—	—	—
Клен татарский	+	+	—	—
Свидина красная	—	+	+	—
Жимолость татарская	+	—	—	—
Лох узколистный	—	+	+	—
Ива каспийская	—	—	—	+
Тамарикс	—	—	+	+

В местах, где каналы проходят в выемке (1-я группа лесорастительных условий), ирригационные насаждения должны обеспечивать защиту прилегающих сельскохозяйственных территорий от неблагоприятных климатических факторов, а сам канал — от заносов (снегом, пылью, кураем), зарастания травой и разрушения. В этом случае достаточна ширина обычных полезащитных полос, рекомендуемая для данного района.

На тех участках, где каналы проходят в полувыемке — полунасыпи (2-я группа лесорастительных условий) и, тем более, в насыпи (3-я группа), лесопосадки призваны выполнять роль биологического дренажа. Ширина полосы ирригационных насаждений в этих случаях должна соответствовать величине и дальности фильтрации воды из канала, а созданные насаждения — теоретически полностью транспирировать установившиеся потери воды на фильтрацию. Лесохозяйственные мероприятия обязаны обеспечить максимальную транспирационную способность древостоев. Насаждения здесь нужно постоянно омолаживать с тем, чтобы они имели высокую производительность.

При прохождении канала в насыпи огромная фильтрация воды может вызывать заболачивание прилегающих территорий и при наличии насаждений (4-я группа лесорастительных условий). В условиях дельты, когда на небольшом расстоянии друг от друга начинаются четыре крупных магистральных канала, в межканальных пространствах образуются болота. В таких местах необходимо проводить специальные технические мероприятия по борьбе с фильтрацией (применение противофильтрационных облицовок). При прохождении канала в плохо фильтрующих почвогрунтах ирригационные насаждения могут выполнять основное назначение — транспирации фильтрационного потока воды.

Рекомендуемая классификация типов условий местопроизрастания позволяет дифференцированно подойти к разрешению ряда практических вопросов, связанных с созданием и выращиванием ирригационных насаждений вдоль магистральных каналов дельты р. Терек и в других близких условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. М. Кожевников. Лесорастительные условия и рост ирригационных насаждений вдоль магистральных каналов дельты р. Терек. Сборник аспирантских работ Брянского лесохозяйственного института, № 1, 1957. [2]. А. М. Кожевников. Транспирация ирригационных насаждений и влияние их на фильтрационно-грунтовые воды. Сборник аспирантских работ Брянского лесохозяйственного института, № 2, 1957. [3]. А. М. Кожевников. Классификация типов условий местопроизрастания вдоль магистральных каналов дельты р. Терек. Украинское совещание по лесной типологии, тезисы докладов, Харьков, 1961.

Поступила 23 февраля 1966 г.

УДК 631.582

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧИСТЫХ, СИДЕРАЛЬНЫХ И ЗАНЯТЫХ ПАРОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

М. А. ДУДОРЕВ, Б. И. КОСНИКОВ

(Саратовский сельскохозяйственный институт)

Изучение влияния различных предшественников на плодородие почвы и рост сеянцев в лесных питомниках имеет важное значение при построении севооборотов. Работники кафедры лесомелиорации Саратовского сельскохозяйственного института в 1966—1967 гг. выполняли специальные исследования в неорошаемом лесном питомнике Новобурасского лесхоза Саратовской области на обыкновенных черноземах, условия которого типичны для черноземных почв Правобережья Нижней Волги.

В качестве предшественников сеянцев исследовали чистый пар удобренный (30 *т* навоза + $N_{30}P_{60}K_{30}$) и неудобренный (контроль), сидеральный пар, занятый тригонеллой, горохом, вико-овсяной смесью, фацелией; занятый пар с посевом гороха на зерно, вико-овсяной смеси, суданской травы, чумизы, смеси суданской травы с тригонеллой, могара на сено, сорго на веники. Размер опытных делянок 300—500 $м^2$ (повторность трехкратная).

После основной вспашки сидеральных и занятых паров почву до осеннего посева семян древесных и кустарниковых пород обрабатывали по системе черного пара (полупар).

Наблюдениями за динамикой влаги в почве под различными предшественниками установлена существенная разница в увлажнении почвы в различные периоды вегетации.

В первой половине лета при усиленном росте культур на занятых и сидеральных парах влажность почвы была ниже, чем на чистом (в среднем за два года 13—15% против 19—21% в начале июня на глубине 10—20 *см*). При этом более сухой почва была под сорго, суданской травой и чумизой.

К осеннему посеву семян древесных пород (начало октября) в занятом пару после сорго, чумизы и суданской травы разница во влажности по сравнению с чистым паром оставалась значительной (5—6%). В пахотном же горизонте на чистом и сидеральном парах влажность почвы почти выравнялась благодаря летне-осенним осадкам. Это дало возможность хорошо разработать почву, разравнять и осуществить высококачественный механизированный посев. Глыбистость поверхностного слоя почвы составила 0,9—1,2%, коэффициент гребнистости — 1,1—1,28.

Весной 1967 г. влажность по всем предшественникам на глубине метрового слоя не только выравнялась, но стала даже выше, чем на чистом пару (рис. 1). Это объясняется хорошей водопроницаемостью более структурных почв, а также занятых и сидеральных паров по сравнению с чистым.

Значительный интерес представляют данные о накоплении органического вещества под различными предшественниками и количестве основных питательных веществ

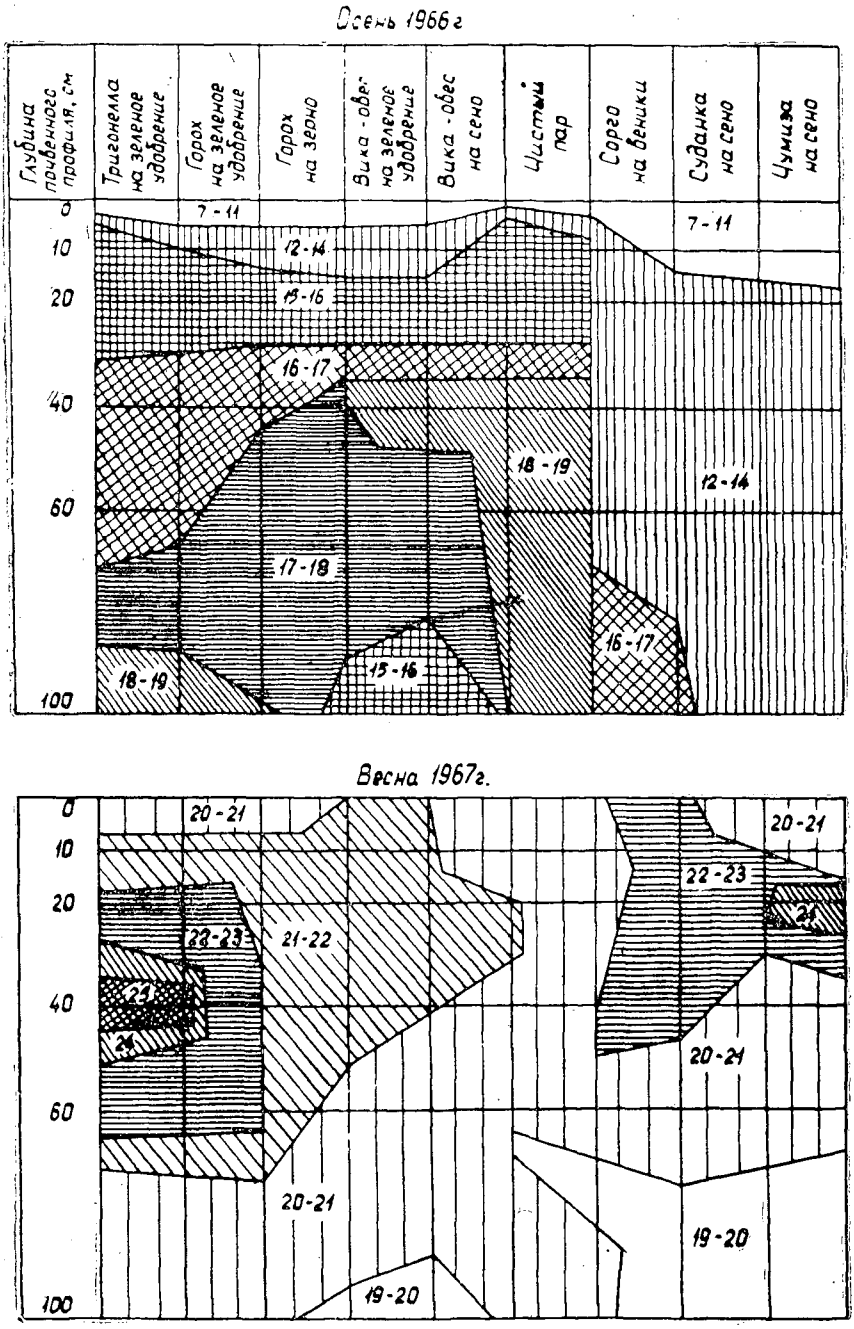


Рис. 1. Содержание почвенной влаги (%) под различными предшественниками.

(*кг* на 1 *га*), получаемых в результате минерализации растительных остатков в почве (табл. 1).

В прямой зависимости от накопления органических остатков и свежего гумуса находится процесс структурообразования. К концу второго года вегетации на сидеральных парах в слое почвы 0—20 *см* водопрочных агрегатов размером более 0,25 *мм* оказалось на 8—11% больше, чем на чистых парах. На занятом пару их было больше

Таблица 1

Предшественник	Запахиваемая масса (воздушно сухое состояние)	Общий азот	P_2O_5	K_2O
Сидераты				
Тригонелла	4080	73	16	41
Горох	5600	112	17	62
Вико-овсяная смесь	5690	85	28	85
Фацелия	7320	110	37	110
Занятые пары				
Горох на зерно	2580	39	5	22
Вико-овес на сено	2920	38	9	38
Могар на сено	2250	34	11	34
Суданка на сено	3300	46	26	63
Суданка с тригонеллой на сено	2570	39	21	38
Сорго на веники	3790	49	11	76
Чумиза на сено	3420	51	27	51

на 7—8%. На водопрочность агрегатов наибольшее влияние оказали бобовые растения. Это можно объяснить значительно большей скоростью разложения бобовых по сравнению со злаковыми. Выход стандартного посадочного материала с единицы площади (тыс. шт. с 1 *га*) для различных предшественников приведен в табл. 2.

Таблица 2

Предшественник	Ясень зеленый	Вяз мелколистный	Яблоня китайка	Смородина золотистая
Сидеральный пар				
Тригонелла	572	1025	514	572
Горох	657	987	572	543
Вико-овес	600	1125	515	515
Чистый пар				
Пар чистый удобренный	686	1200	543	629
Пар чистый неудобренный	543	950	486	486
Занятый пар				
Сорго на веники	429	925	372	372
Суданка на сено	486	862	400	429
Чумиза на сено	514	825	457	457
Горох на зерно	543	887	457	400
Вико-овес на сено	486	800	429	429

Из таблицы видно, что лучшие показатели дал пар удобренный. Выход стандартных сеянцев по сидеральному пару, занятому горохом, тригонеллой и вико-овсяной смесью, оказался даже выше, чем по чистому неудобренному.

Наши исследования позволяют сделать вывод о том, что из испытанных предшественников в условиях обыкновенных черноземов Правобережья Нижней Волги лучшими являются чистый пар удобренный и сидеральный.

Для крупных лесных питомников в посевном отделении целесообразно строить севообороты с этими предшественниками по следующей примерной схеме: I поле — чистый удобренный пар; II — однолетние сеянцы; III — двухлетние сеянцы + однолетние сеянцы; IV — сидеральный пар; V — однолетние сеянцы; VI — двухлетние сеянцы + однолетние сеянцы.

Поступила 10 июня 1968 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 581.44

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА РОСТА ТЕРМИНАЛЬНЫХ ПОБЕГОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В. Н. НЕНЮХИН

(Лисинский учебно-опытный лесхоз)

Исследование динамики суточного роста побегов сосны обыкновенной в течение вегетационного периода имеет большое практическое значение для разработки мер, способствующих усилению роста. Изучением суточного роста занимались А. П. Тольский [5], И. С. Илик [9], В. Н. Вехов [1] и др. Все они в качестве измерительного прибора в полевых условиях применяли линейку (в некоторых случаях штангенциркуль).

В наших наблюдениях были использованы ауксанографы, оборудованные на базе приборов-гидрографов, а также термографы и барографы (рис. 1, *а* и *б*).

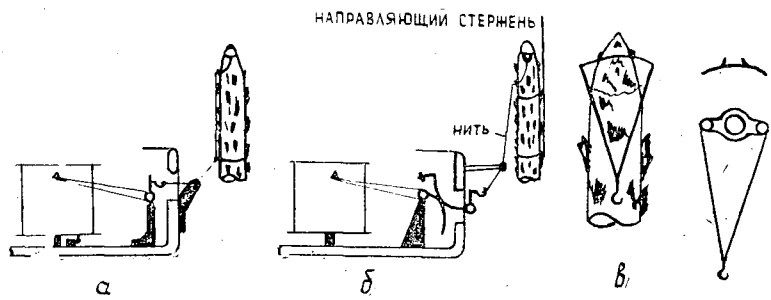


Рис. 1.

Рабочее положение прибора показано на схеме (рис. 1, *б*). Терминальную почку растущего побега соединяют с прибором посредством тяги (нити). Рост побега записывают пером на ленту, надетую на барабан, вращение которого осуществляется часовым механизмом.

Одновременно с наблюдениями за ростом побегов проводили запись температуры воздуха суточным термографом М-16с непосредственно на опытном участке.

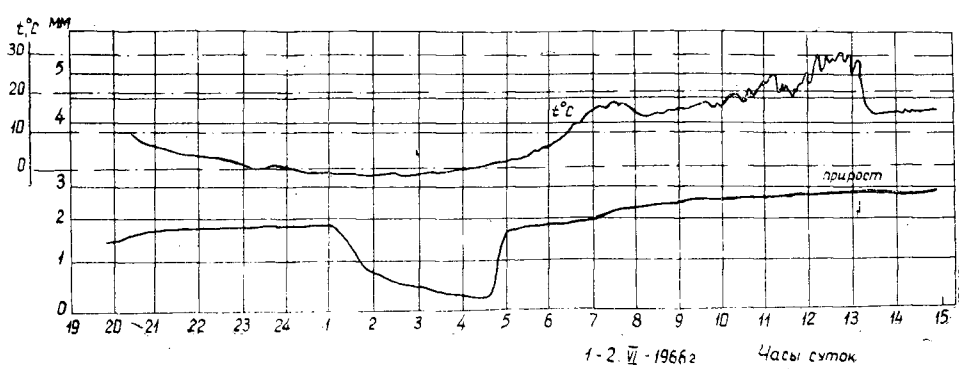


Рис. 2.

Таблица 1

Время суток	Скорость роста побега сосны, *мм/час*, при различных интервалах температуры воздуха, °С								
	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	21—24	24—27
Днем	—	0,05 — 0,20	0,05 — 0,56	0,15 — 0,55	0,30 — 0,93	0,52 — 0,95	0,72 — 1,43	0,96 — 1,67	0,95 — 1,36
Ночью	0,12 — 0,20	0,05 — 0,30	0,05 — 0,39	0,25 — 0,62	—	—	—	—	—

Приборы для записи роста побегов устанавливали на столик, две ножки которого вкапывали в створе с растением на расстоянии 1,5 *м* от корневой шейки каждая. Раскачивание побега ветром исключается, так как стволик сосенки прикрепляют к столику. Ауксанографы на столиках устанавливают неподвижно. Побег в период интенсивного роста очень гибок, его подвязывают к направляющему стержню, для того чтобы он рос вертикально.

Цифровую расшифровку кривых роста ели на лентах (в случае, если ленты не имеют масштабной сетки) производят при помощи штангенциркуля, укрепленного на штативе; точность измерений кривых 0,05 *мм*.

Исследования проводили в Лисинском учебно-опытном лесхозе Ленинградской области на селекционном участке с 24 мая по 8 августа 1966 г. Объектом наблюдений служили 6—8-летние деревья сосны обыкновенной естественного происхождения и 3-летние прививки. Черенки для прививок были взяты с 50—60-летних деревьев.

При анализе графиков роста и температуры воздуха было установлено, что решающее действие на рост побегов оказывает температура воздуха, при условии, если другие факторы среды находятся в пределах средних величин. Впервые этот факт был отмечен А. П. Тольским [5]. Позднее такой же вывод сделали Х. Бургер [7], В. В. Смирнов [4], Д. И. Ивановский [2], Р. Ф. Даубенмайер [8] и др. Температура воздуха в Ленинградской области в течение суток за период интенсивного роста (27.V—14.VII) значительно колебалась: от минусовой — ночью до +25°С и выше — днем. Из графика (рис. 2) видно, что резкие изменения температуры являются сильным фактором, влияющим на скорость роста. Очевидно, резкие колебания температуры стимулируют рост. Как замечает Б. А. Рубин [3], причиной следует считать, по-видимому, раздражающее действие смены температуры на протоплазму. Наилучший рост сосны обыкновенной наблюдается при температурах от +18° до+27°С (табл. 1).

Скорость роста достигает максимального значения при температуре от +21°С до +24°С. Она находится в синхронной связи с изменениями температуры. Например, Е. Мок [11] нашел, что между ростом в высоту скандинавской сосны и разницей между температурами дня и ночи имеется тесная корреляционная связь.

Наибольшее понижение температуры наблюдается в ночные и предутренние часы, апогей падения температуры, как правило, приходится на 2—3 часа ночи. Кратковременные понижения температуры в течение 1—2 *час* с +15-18°С до +9°С сильного влияния на скорость роста не оказывали. При падении температуры ночью до +1°-2°С скорость роста резко понижается, однако рост не прекращается. В этих случаях он колеблется в пределах от 0,05 до 0,20 *мм/час*. Понижение температуры воздуха в период интенсивного роста ниже 0°С является причиной депрессии роста (рис. 2)— резкого уменьшения прироста неодревеснев шего побега, которое, по-видимому, происходит в результате падения тургора в растущих клетках при отрицательной температуре. На более поздних стадиях роста (14.VI) депрессии роста не отмечалось.

В Ленинградской области в июле день в 2,4 раза продолжительнее ночи, поэтому вряд ли можно обсуждать вопрос о суммарном приросте за день и ночь. Дневной прирост побегов сосны обыкновенной всегда значительно превосходит ночной. Д. И. Ивановский [2] и Р. Ф. Даубенмайер [8] отмечали, что весной и в начале лета рост происходит главным образом днем, вследствие понижения температуры в ночное время. По мнению Ланера Рональда [10], ритм роста определяется дневным температурным циклом, а не соотношением светового режима дня и ночи. В связи с этим Ю. Л. Цельникер [6] отмечала, что повышение дневных температур для побегов, начинающих фотосинтезировать, обычно благоприятствует накоплению сухого вещества и росту.

Исследованные растения сосны обыкновенной естественного происхождения, а также и прививки характеризуются общими свойствами ответных ростовых реакций на изменение температуры воздуха. Однако скорость роста побегов строго индивидуальна.

Прививки закончили рост на 4—6 дней раньше. Средняя продолжительность периода роста побегов сосны обыкновенной естественного происхождения в 1966 г. составила 57 суток. Закончился рост 1—4 июля.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Н. Вехов. Особенности роста некоторых видов сосен в условиях лесостепи. «Научные доклады высшей школы» № 2, 1958. [2]. Д. И. Ивановский. Физиология растений. М.—Л., 1924. [3]. Б. А. Рубин. Курс физиологии растений. Изд-во «Высшая школа», М., 1963. [4]. В. В. Смирнов. Сезонный рост главнейших древесных пород. Изд-во «Наука», 1964. [5]. 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. [6]. Ю. Л. Цельникер. Влияние ночных температур на рост и накопление нуклеиновых кислот в распускающихся почках бузины и липы. Физиология древесных растений, изд. АН СССР, 1962. [7]. H. Burger. Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener. Mitteil., Schweiz, Aust., först. Vers., 14, 1926. [8]. R. F. Daubenmier. Relation of temperature and daylength to the inception of tree growth Bot. gaz. v. 110, № 3, 1949. [9]. J. S. Illick. When trees grow. Am. Forestry, 25, 1919. [10]. Ronald M. Lanner. Temperature and the diurnal rhythm of height growth in pines. J. For. v. 62, № 7, 1964. [11]. E. Mork. Om sambandet mellom temperature ag venst. Medd. Norske skogrorsöksvesen, № 2, B. VIII, H. 1, Oslo, 1941.

УДК 634.0.232.42

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЯДОВЫХ И ГНЕЗДОВЫХ КУЛЬТУР ДУБА В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В. Е. УДОД

(Мариупольская лесная опытная станция)

Для исследования роста и продуктивности рядовых и гнездовых культур дуба было подобрано шесть участков искусственных дубовых насаждений, характеристика которых приведена ниже.

Участок № 1 — 30-летние гнездовые культуры дуба Чечерского лесничества, Чечерского лесхоза, Гомельской области, созданные посевом под мотыгу по 30 желудей в площадку размером 1,0×1,5 *м*, по схеме 5×5 *м*; на 1 *га* 400 площадок.

Участок № 2 — 30-летние рядовые культуры дуба Чечерского лесничества, Чечерского лесхоза, Гомельской области, произведенные посевом желудей в плужные борозды по схеме 1,5×0,75 *м*.

Почвы участков № 1 и 2 супесчаные дерново-среднеподзолистые, развивающиеся на мелкозернистых флювиогляциальных супесях, подстилаемых суглинком. Тип леса дубняк злаково-орляковый, тип условий местопроизрастания — C_2.

Участок № 3 — 23-летние гнездовые культуры дуба Буда-Кошелевского лесничества, Буда-Кошелевского лесхоза, Гомельской области. Культуры созданы посадкой под меч Колесова 2-летних сеянцев по три экземпляра в площадку, размером 0,5×0,5 *м*, по схеме 1,7×1,8 *м*; на 1 *га* 3300 площадок.

Участок № 4 — 23-летние рядовые культуры дуба Буда-Кошелевского лесничества Буда-Кошелевского лесхоза, Гомельской области. Культуры созданы посадкой 2-летних сеянцев в плужные борозды под меч Колесова, по схеме 0,7 × 0,8 *м*; на 1 *га* — 800 посадочных мест.

Почвы участков № 3 и 4 дерново-подзолистые среднеоподзоленные пылевато-суглинистые, сформировавшиеся на маломощных лёссовидных суглинках. Тип леса дубняк кисличный, тип условий местопроизрастания — D_2.

Участок № 5 — 33-летние гнездовые культуры дуба Короватичского лесничества, Василевичского лесхоза, Гомельской области, произведенные посевом по 30—50 желудей в площадку размером 1×1 *м*, на 1 *га* 450 площадок.

Участок № 6 — 33-летние рядовые культуры дуба Короватичского лесничества, Василевичского лесхоза, Гомельской области, созданные посевом желудей в плужные борозды по схеме 3,0×0,5 *м*.

Почвы участков № 5 и 6 дерново-подзолистые сильноподзоленные пылеватосуглинистые, образовавшиеся на лёссовидных суглинках. Тип леса дубняк снытьевый, тип условий местопроизрастания D_{2-3}.

Изучаемые культуры созданы на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования. На каждом участке в 3-кратной повторности закладывали пробные площади. Основные таксационные элементы вычисляли методом вариационной статистики. Сравнительная оценка культур дана в табл. 1.

Таблица 1

№ участков	Исходная густота, шт.	Количество сохранившихся дубков, шт.	Процент сохранности	Процент сохранившихся площадок	Количество деревьев I—II классов роста на 1 га, шт.	Расстояние до начала крон, м	Площадь проекции кроны одного дерева, м²	Площадь проекций крон на 1 га, м²
1	12000	2290	25	83	970	2,43	1,86	5560
2	9000	3380	37,5	—	1234	2,64	1,28	4320
3	10000	6240	62	73	3800	2,3	1,99	12450
4	8000	6036	75	—	4040	3,05	1,69	10200
5	7200	792	11	88	667	4,38	9,43	7453
6	6650	1653	25	—	1330	7,2	4,52	7466

Групповое распределение деревьев по площади способствует развитию травянистой растительности. Площадки с большим количеством растений лучше выдерживают конкуренцию с травами.

В культурах возраста прочисток и прореживаний, при меньшем количестве растений в площадке (2—3 экземпляра), дифференциация деревьев менее ощутима. С увеличением числа дубков в биогруппе (до 6—8 растений) дифференциация резко усиливается.

Рядовые культуры имеют значительное преимущество перед гнездовыми в распределении деревьев по классам роста. В последних после смыкания корневых систем индивидуумы получают неодинаковое количество необходимых минеральных веществ из почвы. Вследствие этого в площадке раньше и в большей степени проявляется дифференциация деревьев, которая после смыкания крон резко увеличивается. Отставшие в росте деревья постепенно переходят в низшие классы Крафта. У деревьев, расположенных по краям площадок, искривленные стволы, чего нельзя сказать о дубках, находящихся в центре. Последние характеризуются лучшим ростом по диаметру и в высоту, имеют более развитую крону и относятся к деревьям

Таблица 2

№ участков	$D \pm m$, см	Точность опыта, %	$H \pm m$, см	Точность опыта, %
1	$\frac{4,18 \pm 0,11}{7,66 \pm 0,17}$	$\frac{2,6}{2,2}$	$\frac{5,29 \pm 0,10}{8,35 \pm 0,09}$	$\frac{1,9}{1,0}$
2	$\frac{4,00 \pm 0,09}{6,27 \pm 0,11}$	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{5,90 \pm 0,08}{7,27 \pm 0,08}$	$\frac{1,6}{1,1}$
3	$\frac{4,41 \pm 0,09}{5,53 \pm 0,09}$	$\frac{2,0}{1,6}$	$\frac{5,27 \pm 0,08}{6,37 \pm 0,05}$	$\frac{1,5}{0,8}$
4	$\frac{5,00 \pm 0,09}{6,18 \pm 0,09}$	$\frac{1,8}{1,4}$	$\frac{6,43 \pm 0,09}{7,21 \pm 0,05}$	$\frac{1,4}{0,7}$
5	$\frac{14,1 \pm 0,19}{14,5 \pm 0,18}$	$\frac{1,4}{1,0}$	$\frac{13,4 \pm 0,13}{13,8 \pm 0,10}$	$\frac{1,0}{0,7}$
6	$\frac{12,1 \pm 0,17}{12,9 \pm 0,18}$	$\frac{1,4}{1,4}$	$\frac{12,6 \pm 0,11}{13,4 \pm 0,08}$	$\frac{0,9}{0,6}$

Примечание. В числителе — средние значения; в знаменателе — средние для деревьев I—II классов роста.

I—II классов роста. В гнездовых культурах наблюдается сильное перекрытие крон в биогруппе, дубки характеризуются развитой асимметрией крон и их проекций.

Рост культур дуба по диаметру и высоте показан в табл. 2.

Рядовые и гнездовые 30-летние культуры в типе условий местопроизрастания C_{2-3} имеют одинаковые средние диаметры и высоты. Рядовые культуры 23-летнего возраста в типе D_2 отличаются лучшим ростом по диаметру и высоте. У деревьев I—II классов Крафта диаметр выше на 12%, высота на 21%. Гнездовые культуры 33-летнего возраста на дерново-подзолистых сильнооподзоленных пылевато-суглинистых почвах имеют больший диаметр как всего древостоя, так и деревьев I—II классов роста. Разница в их высотах находится на грани существенности различий. По максимальному диаметру и высоте преимущество за рядовыми культурами.

Таблица 3

№ участков	Количество деревьев на 1 *га*, шт.	Сумма площадей сечения, $м^2$	Полнота	Запас стволовой древесины на 1 *га*, $м^3$	Объем сортиментов на 1 *га*, $м^3$	Прирост на 1 *га*, $м^3$	
						текущий	средний
1	2290	4,00	0,30	25,5	8,1	1,08	0,85
2	3380	4,39	0,33	28,4	9,7	1,53	0,95
3	6240	9,80	0,58	37,7	20,8	2,75	1,64
4	6036	12,07	0,71	55,5	31,0	5,00	2,41
5	792	13,2	0,55	65,0	25,5	3,48	1,97
6	1653	18,9	0,79	128,0	62,1	7,11	3,88

Рядовые культуры дуба в типе условий местопроизрастания C_{2-3} отличаются большей суммой площадей сечения, полнотой насаждения, запасом стволовой древесины, средним и текущим приростом. Однако таксационные показатели участков № 1 и 2 весьма низки. Рядовые 23- и 33-летние культуры имеют более высокие таксационные показатели. Их запас на 1 *га* на 47% больше запаса культур, созданных по способу В. Д. Огиевского. Они отличаются более высоким средним и текущим приростом, лучшим качественным состоянием насаждений. Искривление стволиков и плохая очищаемость от сучьев намного снижают качество гнездовых культур.

На наших пробных площадях мы проводили учет степени развития листового аппарата, так как продуктивность насаждений тесно связана с листовой массой растений (табл. 4).

Таблица 4

№ участков	Средний диаметр насаждения, *см*	Вес сухого вещества листьев на 1 *га*, *кг*	Листовая поверхность 1 *га* насаждения, $м^2$	Текущий прирост стволовой древесины, $м^3$	Текущий прирост, $м^3$	
					на 1000 $м^2$ поверхности листьев	на 1 *т* листьев
1	4,2	696	9070	1,08	0,12	1,55
2	4,0	674	8920	1,53	0,17	2,27
3	4,4	2072	32700	2,75	0,08	1,33
4	5,0	3133	45450	5,00	0,11	1,60
5	14,1	3290	58070	3,48	0,06	1,05
6	12,1	6180	97800	7,11	0,073	1,15

Рядовые культуры в типах условий местопроизрастания C_{2-3}, D_2 и D'_{2-3} характеризуются лучшей сезонной продуктивностью работы листовой поверхности. На единицу веса сухого вещества их листьев приходится больший текущий прирост стволовой древесины. Высокая продуктивность фотосинтеза рядовых культур объясняет повышение их текущего прироста и общей продуктивности насаждений.

Деревья I класса роста рядовых культур также отличаются более высокой сезонной продуктивностью фотосинтеза. Лучшая освещенность их значительно повышает продуктивность работы листовой поверхности. Так, в рядовых 30-летних культурах продуктивность их фотосинтеза выше в 2,1 раза, а в гнездовых — в 1,6 раза. Аналогичное явление наблюдается в остальных культурах.

Поступила 11 октября 1967 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 634.0.385.1

ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Л. В. ДЕМЕНТЬЕВА

(ЛенНИИЛХ)

Изучение изменений роста хвои под влиянием осушения имеет большое теоретическое и практическое значение, ибо надземная ассимилирующая часть играет определяющую роль в продуктивности древостоев. Высказанное положение и послужило основанием для проведения наших исследований.

Работа эта была выполнена автором под руководством доктора биологических наук, проф. Д. А. Комиссарова в 1965—1966 гг. на территории Орлинского лесничества, Сиверского лесхоза, Ленинградской области. В задачу исследований входило изучить влияние осушения на формирование ассимиляционного аппарата сосны в сосняке кустарничково-сфагновом и на верховом болоте с угнетенной сосной. Осушение выбранных объектов сетью открытых глубоких канав было проведено в 1962 г.

В указанных типах леса на осушенном участке болота было заложено по одной пробной площади в непосредственной близости к осушительной канаве. Одновременно были заложены контрольные пробные площади в тех же типах леса: для сосняка кустарничково-сфагнового — на неосушенном участке болота, а для верхового болота с угнетенной сосной — в средней части межканавной полосы. Дополнительно для контроля была взята пробная площадь на суходоле — в условиях, где рост сосны соответствует II классу бонитета. Основные таксационные показатели сосны по пробным площадям приведены в табл. 1.

Таблица 1

Типы сосняков	№ пробной площади	Месторасположение пробной площади	Состав древостоя	Средний возраст, лет	Средняя высота, *см*	Класс бонитета
По верховому болоту	1	Приканавная полоса шириною 20 *м*	10С	19±0,8	57,7±1,8	Ниже Va
	2	Средняя часть межканавной полосы (контроль)	10С	19	54,0±2,2	
Кустарничково-сфагновый	3	Приканавная полоса шириною 20 *м*	10С	23±1,0	209,8±3,2	V
	4	Неосушенный участок болота (контроль)	10С	23	131,5±2,9	»
На суходоле	5	Вдоль придорожной канавы по бровке	10С	12	245,5±5,1	—

На каждой пробной площади у 100 деревьев сосны замеряли общую высоту ствола, приросты за последние четыре года, длину хвои на осевом побеге, устанавливали возрастную структуру ассимиляционного аппарата. Для определения массы хвои, приходящейся на одно дерево, с каждой пробной площади брали по три модельных дерева в конце сентября, когда трехлетняя хвоя уже опала, поэтому учитывали только однолетнюю и двухлетнюю хвою.

Для установления начала и продолжительности роста хвои в зависимости от условий местопроизрастания ежедекадно определяли абс. сухой вес 1000 хвоинок, взятых с определенных однолетних боковых побегов. Для сопоставления периода роста хвои и прироста деревьев по высоте последний (также ежедекадно) замеряли у 10 деревьев на каждой пробной площади.

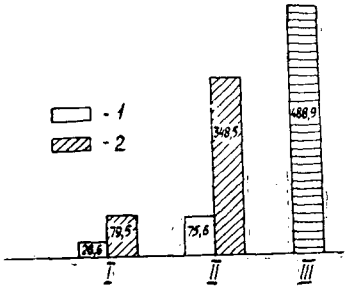


Рис. 1. Воздушно сухой вес хвои, *г*, на одном дереве в зависимости от условий местопроизрастания.

I — сосна по верховому болоту; *II* — сосняк кустарничково-сфагновый; *III* — суходол; *1* — контроль; *2* — осушенный участок.

Полученные в результате исследований основные данные были обработаны методом вариационной статистики.

Влияние осушения сказывается как на повышении размеров хвоинок (табл. 2 и 3), так и на увеличении общей массы хвои на дереве (рис. 1).

Таблица 2

Год образования хвои	Длина хвои, *мм*, в сосняках				На суходоле
	по верховому болоту		кустарничково-сфагновом		
	контрольном	осушенном	контрольном	осушенном	
1963	17±0,8	18±0,8	21±0,7	32±0,7	45±1,0
1964	21±0,5	23±0,6	29±0,5	41±0,7	53±0,8
1965	21±0,5	24±0,7	27±0,4	46±0,6	49±0,6
1966	31±0,7	39±0,7	35±0,7	63±0,7	63±0,8

Таблица 3

Возраст хвои	Абс. сухой вес 1000 хвоинок в 1966 г., *г*, в сосняках				На суходоле
	по верховому болоту		кустарничково-сфагновом		
	контрольном	осушенном	контрольном	осушенном	
Однолетняя . . .	9,92	14,74	11,36	32,00	25,32
Двухлетняя . . .	6,36	8,70	8,14	20,16	17,50

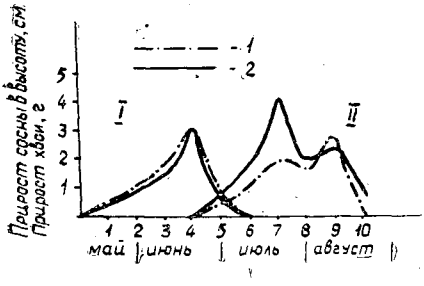


Рис. 2. Динамика прироста побегов *I* и абс. сухой массы хвои *II* на верховом болоте.

1 — контроль; *2* — осушенный участок.

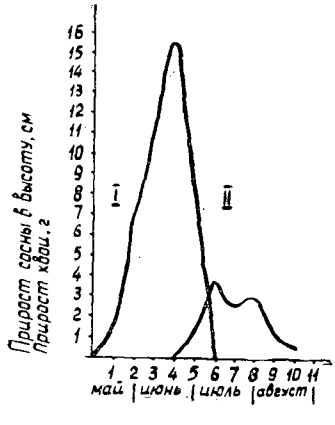


Рис. 3. Динамика прироста побегов *I* и абс. сухой массы хвои *II* сосны по суходолу.

В результате осушения уменьшается охвоенность однолетних побегов сосны и отношение веса однолетней хвои к годичному приросту стеблей (табл. 4), а следовательно, повышается продуктивность работы ассимиляционного аппарата.

Таблица 4

Типы сосняков	Среднее количество хвоинок на побеге	Средняя длина побега, *см*	Количество хвоинок на 1 *см* побега	Отношение веса однолетней хвои к весу однолетних стеблей
По верховому болоту				
контрольный	77	4,4	17,5	5,5
осушенный	115	7,1	16,2	4,8
Кустарничково-сфагновый				
контрольный	116	6,6	17,5	5,0
осушенный	190	11,7	16,2	4,0
По суходолу	312	22,1	14,1	4,0

Количественные показатели изменений в росте хвои, вызванных осушением, зависят от условий местопроизрастания сосны. Они тем больше, чем выше потенциальное плодородие почвы осушенного участка. Судя по характеристике ассимиляционного аппарата, энергия роста сосны на осушенном верховом болоте за 4 года повысилась лишь до уровня роста в условиях кустарничково-сфагнового неосушенного сосняка, а при осушении последнего — до энергии роста в сосняке высокого класса бонитета.

Начало и конец роста побегов сосны на всех пробных площадях по срокам совпадают (рис. 2 и 3). Рост хвои на всех пробных площадях начался в первой декаде июня и достиг максимума к моменту, когда рост побегов в высоту практически уже закончился. В первой декаде августа рост хвои резко снизился, но затем снова несколько активизировался и продолжался до начала сентября. Продолжительность периода роста хвои сосны на всех пробных площадях была одинакова, следовательно, она не зависит от условий местопроизрастания. Имеются существенные различия лишь в абсолютном значении приростов хвои на каждый данный период.

На длительности жизни сосны не сказывается влияние верхового болота. По нашим наблюдениям, в этих условиях хвоя сосны сохраняется 2—3 года. Длительность жизни хвои сосны на суходоле такая же, как и на верховом болоте.

Поступила 3 мая 1967 г.

УДК 674.031.632.22

О ФОРМИРОВАНИИ ГОДИЧНОГО СЛОЯ БУКА, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В МОЛДАВИИ*

Н. И. ПАНТЕЛЕЕВА, Г. Л. ТЫШКЕВИЧ

(Кишиневский сельскохозяйственный институт)

В Молдавии проходит восточная граница ареала бука, который по характеру околоцветника тычиночных цветков и по форме листьев близок к *Fagus silvatica* L.

Мы изучали деятельность камбия и формирование годичного слоя древесины бука в типе леса — свежая кодринская бучина. Для этого нами были заложены две пробные площади на территории Каларашского и Страшенского мехлесхозов в спелых буковых насаждениях (VI класс возраста) I—II классов бонитета, сомкнутостью 0,7—0,8. На каждой площади выбирали 4 дерева, с которых, начиная с апреля,

* В изготовлении препаратов и проведении измерений принимала участие мл. научный сотрудник Е. Г. Тинку.

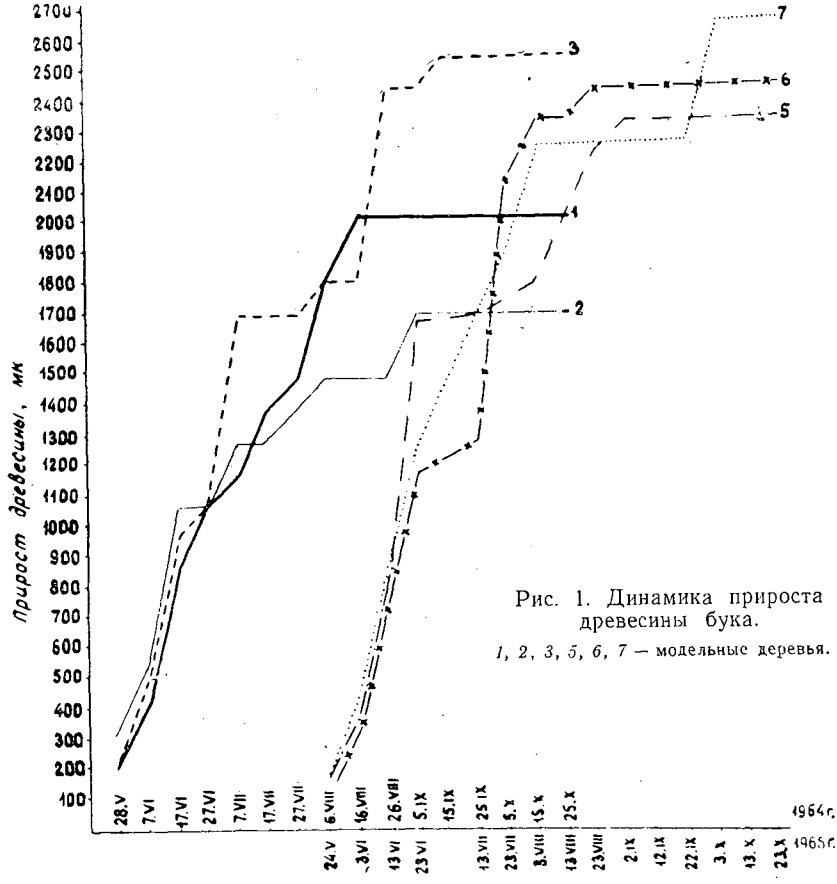


Рис. 1. Динамика прироста древесины бука.

1, 2, 3, 5, 6, 7 — модельные деревья.

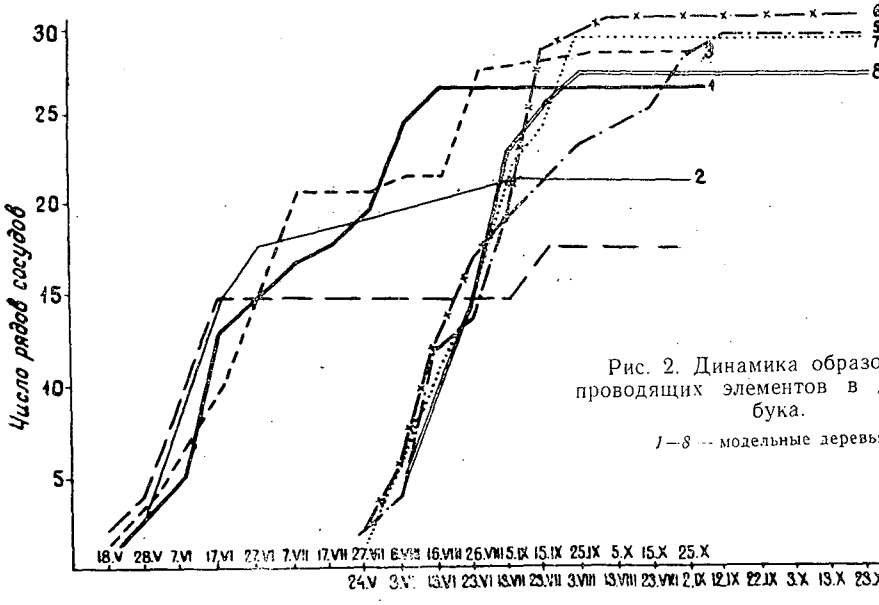


Рис. 2. Динамика образования проводящих элементов в древесине бука.

1—8 — модельные деревья.

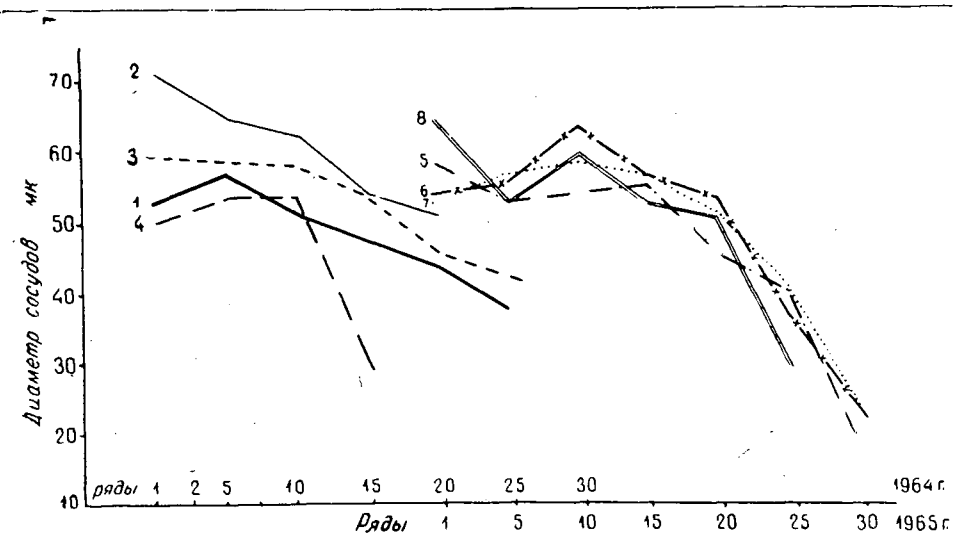


Рис. 3. Диаметр сосудов в сформировавшемся годичном слое древесины бука.
1—8 — модельные деревья.

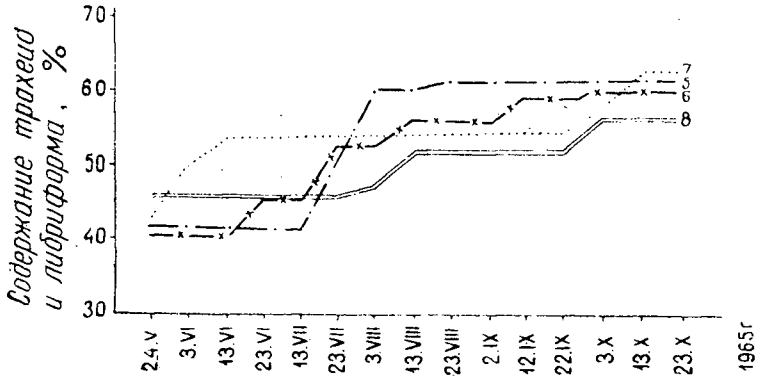


Рис. 4.
5—8 — модельные деревья.

в течение всего вегетационного периода ежедекадно брали пробы-высечки (с высоты 1,3 *м*): в Каларашском мехлесхозе — в 1964 г., в Страшенском — в 1965 г. Модельные деревья брали преимущественно II класса Крафта. Возраст их колебался от 100 до 117 лет, высота 25—28 *м*, диаметр на высоте груди 32—46 *см*. Высечки брали таким образом, чтобы полностью захватить годичные слои двух лет — прошлого и текущего. В течение нескольких месяцев пробы-высечки выдерживали в смеси спирта, глицерина и воды (1 : 1 : 1), после чего было изготовлено 1000 поперечных срезов.

Измерения производили с помощью биологического микроскопа МБИ-1 и барабанного окулярмикромера с точностью до 0,01 *мк*. Были определены следующие показатели: начало и окончание деятельности камбия; начало образования ранней и поздней древесины годичного слоя (для поздней древесины характерно значительное уменьшение диаметра сосудов); прирост древесины; число рядов и образовавшихся сосудов; средний тангентальный диаметр сосудов; процентное содержание трахеид и либриформа. Диаметры сосудов определяли в каждом 1; 5; 10; 15; 20; 25 и 30 рядах; при этом в каждом ряду измеряли по четыре сосуда. Процентное содержание трахеид и либриформа вычисляли линейным методом *.

* А. А. Яценко-Хмелевский. Основы и методы анатомического исследования древесины. Изд. АН СССР, М.—Л., 1954.

Проведенные нами исследования показали, что начало функционирования камбия у бука относится ко второй декаде мая, окончание — ко второй-третьей декадам августа. За этот период формируется годичный слой шириной 2,0—2,5 *мм* (рис. 1).

До середины июля формируется ранняя часть годичного слоя. В ранней древесине обильно развиваются элементы проводящей системы — сосуды с диаметром 50—60 *мк* (рис. 2 и 3). К 24—28 мая у всех модельных деревьев образуются 1—2 ряда сосудов. Через месяц число таких рядов увеличивается до 15—17 (рис. 3).

Отмечено более интенсивное образование проводящих элементов в древесине бука в 1965 г. по сравнению с 1964 г., что можно объяснить несколько лучшими лесорастительными условиями на пробной площади в Страшенском мехлесхозе, чем в Каларашском, и, в известной мере, бо́льшим количеством осадков. Так, в 1965 г. за период апрель — июнь выпало 102,7 *мм* осадков, а в 1964 г. за тот же период — всего 66 *мм* осадков при почти одинаковой средней температуре воздуха.

Начало образования поздней древесины относится к середине июля. До окончания деятельности камбия образуется 5 рядов сосудов этой древесины с диаметром 25—35 *мк* (рис. 2 и 3). Типичная поздняя древесина формируется с конца июля. Механические элементы древесины интенсивно формируются с середины июня до конца августа. Содержание трахеид и либриформа в годичном слое древесины бука составляет 60% (рис. 4).

Таким образом, в Молдавии бук формирует нормальную древесину; годичный прирост ее 2,0—2,5 *мм*. Эта древесина содержит значительное количество механических элементов, что определяет ее хорошие физико-механические свойства.

Поступила 15 июня 1968 г.

УДК 674.032.475.3

К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ПРИДАТОЧНЫХ КОРНЕЙ И ОТВОДКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Г. С. ВОЗЯКОВ

(Уральский лесотехнический институт)

В 1962—1965 гг. нами были проведены исследования на территории Нижнетагильского, Невьянского, учебно-опытного, Верхисетского, Билимбаевского и Полевского лесхозов, располагающихся на хребтовой части Среднего Урала. Общая площадь указанных лесхозов составляла около 551 тыс. *га*. Насаждения с лиственницей Сукачева обследовали маршрутными ходами с закладкой пробных площадок. Всего в различных типах леса их заложено 70 *.

На всех пробных площадках в местах избыточного увлажнения почвы обнаружены экземпляры лиственницы Сукачева с признаками образования придаточных корней. Исследования показали, что в этих условиях у 90% лиственниц корни располагаются в поверхностном горизонте почвы. Образование придаточных корней у лиственницы Сукачева в молодом возрасте в условиях переувлажнения при зарастании мхом — видимо, явление обычное. Произведенные раскопки молодых деревьев в возрасте до 20 лет показали, что у более сильных экземпляров есть придаточные корни. Угнетенные же и усохшие экземпляры лиственниц таких корней не имели. Придаточные корни образуются, как правило, на стволе ярусами около отмерших ветвей. Первоначально они имеют вид тонких шнуров и ветвятся слабо, в дальнейшем более сильные из них утолщаются, образуя якоревидные корни.

Мы обнаружили также два случая образования придаточных корней в результате засыпания нижних частей стволов землей. Возраст этих деревьев 70 лет, землей они были засыпаны примерно в сорокалетнем возрасте. Раскопки показали, что наиболее крупные ответвления корней располагаются на высоте 0,8—1,0 *м* от прежних корней при высоте засыпки около 1,2 *м*.

На вырубках (трассы высоковольтных линий электропередач и полосы отчуждения вдоль железных дорог) и на открытых местоположениях, главным образом, на бедных каменистых почвах в своеобразных световых условиях при отсутствии затенения образуются деревья с низко опущенной кроной. Некоторые нижние горизон-

* Г. С. Возяков. К биологии и экологии лиственницы Сукачева на Среднем Урале. Автореферат, Свердловск, 1967.

тальные ветви под действием тяжести и навала снега опускаются до поверхности земли. При засыпании таких ветвей лесным опадом и накоплении возле них мелкозема создаются условия для образования придаточных корней. Ветви укореняются сравнительно редко. Из обследованных в описанных условиях 500 растений только 30% имели ветви, так или иначе засыпанные почвенным субстратом. Хорошо окоренившиеся ветви были только у 1,5% от всего числа изученных растений. Несколько растений было с двумя и тремя хорошо окоренившимися отводками. Нарушения связи отводков с материнскими растениями обнаружено не было.

Опыты по окоренению нижних ветвей лиственницы Сукачева методом отводок проводили в учебно-опытном лесхозе. Установлено, что в первом году ветви не укореняются, только незначительная часть из них имела по несколько нитевидных корней. Образование придаточных корней на укореняющихся ветвях и превращение последних в самостоятельные растения возможно, по-видимому, не раньше чем через 3 года после засыпки их землей.

Малое количество отводков в естественных условиях объясняется тем, что лиственница Сукачева — светолюбивая порода и ветви у нее располагаются на значительном расстоянии от поверхности почвы. Нижние ветви даже в слабо затененных местах рано ослабевают и отмирают, поэтому в сомкнутых насаждениях отводки не образуются.

Поступила 21 ноября 1967 г.

УДК 634.0.232.322

О ВЛИЯНИИ АГРОТЕХНИКИ И ДАВНОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ НА ГРУНТОВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЕЛИ (*Picea excelsa* Link.)

В. Б. ЛАРИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Работы по изучению грунтовой всхожести семян ели на лесокультурной площади мы проводили в 1966 и 1967 гг. в учебно-опытном лесхозе АЛТИ (на четырех участках в кварталах 1, 4, 5, 6) и в Вельском лесничестве, Вельского лесхоза, Архангельской области (на шести участках в кварталах 75, 83, 86, 87, 125а). При подборе участков за основной показатель условий принимали механический состав почвы с подразделением на три категории: супесь, легкий суглинок, средний суглинок.

После стаивания снега почву в разные годы обрабатывали следующими орудиями: плугами ПКЛ-70 и ПЛП-135, якорным покровосдирателем ЯП, рыхлителем лесным РЛ-1,8, культиватором лесным бороздным КЛБ-1,7.

В каждом варианте опыта с 20 по 25 мая 1966 и 1967 гг. закладывали по 300 посевных мест. Семена с технической всхожестью 89% высевали по 50 шт. в посевное место и заделывали на глубину 1—1,5 *см*. Определяли физические свойства, влажность и температуру почвы при различных способах обработки путем взятия образцов и установки термометров Савинова на различной глубине от поверхности (0—25 *см*). При анализе полученных данных оказалось, что обработка почвы различными орудиями способствует изменению водных, воздушных и температурных условий.

Учет всходов начинали с момента их появления и повторяли в течение первых 30 дней через каждые 3—4 дня, затем — через 15 дней; последний в октябре. При учете подсчитывали все всходы и удаляли погибшие.

В табл. 1 приведены данные о грунтовой всхожести по 2-летним наблюдениям, когда посев семян производили сразу после подготовки почвы. Грунтовая всхожесть зависит от способа предпосевной обработки почвы при любом ее механическом составе.

Посев в пласты, приготовленные плугом ПКЛ-70, без последующей их прикатки, нецелесообразен, так как всхожесть семян низка. Самой высокой она была в бороздах плуга ПКЛ-70 на легких суглинках.

Некоторые данные о влиянии продолжительности периода (в годах) с момента обработки почвы до посева на грунтовую всхожесть семян ели представлены в табл. 2.

При обработке почвы якорным покровосдирателем, как видно из таблицы, наиболее высокой грунтовая всхожесть семян была в тех случаях, когда посев производили сразу после минерализации почвы. Заметное снижение ее отмечалось при посевах через год после подготовки почвы в полосы, минерализованные ЯП.

Таблица 1

Наименование почвообрабатывающих орудий	Грунтовая всхожесть, %		
	на супеси	на легком суглинке	на среднем суглинке (переходном к тяжелому)
Якорный покровосдиратель, ЯП, комплект	25,6	28,3	37,2
Культиватор лесной бороздной, КЛБ-1,7	14,2	28,2	30,4
Рыхлитель лесной, РЛ-1,8	18,6	32,9	36,5
Плуг комбинированный лесной			
ПКЛ-70, борозда	21,6	38,8	25,8
ПКЛ-70, пласт	6,3	4,9	8,6
Плуг лесной полосной			
ПЛП-135, борозда	30,5	—	30,8
ПЛП-135, пласт	17,8	—	31,6

Таблица 2

Год подготовки почвы	Год производства посевов	Грунтовая всхожесть, %		
		на супеси	на легком суглинке	на среднем суглинке (переходном к тяжелому)
Полосы, приготовленные ЯП				
1963	1967	—	—	25,3
1964	1967	—	—	34,6
1965	1967	—	—	30,7
1966	1967	4,5	18,5	15,3
1966	1966	29,8	33,7	38,4
1967	1967	21,4	22,9	36,0
Обработка плугом ПКЛ-70 (дно борозды / пласт)				
1966	1966	21,2 / 9,2	38,8 / 4,9	25,3 / 6,7
1967	1967	—	—	26,3 / 6,7
1966	1967	10,8 / 1,4	21,5 / 18,4	8,7 / 14,1
Обработка плугом ПЛП-135 (дно борозды / пласт)				
1966	1966	32,5 / 24,6	—	31,8 / 26,3
1967	1967	28,5 / 11,0	—	29,8 / 36,9
1966	1967	31,2 / 32,7	—	14,2 / 25,4

На средних и тяжелых суглинках с увеличением промежутка между обработкой почвы ЯП и посевом семян (до 2—3 лет) отмечается повышение грунтовой всхожести примерно до уровня ее в культурах, созданных сразу после подготовки почвы. Это является, видимо, следствием стабилизации водного, воздушного и температурного режимов в верхних слоях обработанной поверхности. Последнее достигается благодаря зарастанию полос травянистой растительностью и установлению капиллярной связи, частично нарушенной под воздействием орудия на почву. При частичном зарастании полос можно ожидать также уменьшения отпада сеянцев от выжимания

Рис. 1. Заливание борозд, приготовленных плугом ПЛП-135 на суглинистых почвах, через год после обработки.

морозом и вымокания по сравнению с теми посевами, где обработку и посев производили в один и тот же год. Снижение всхожести семян ели на суглинистых почвах в полосах, минерализованных ЯП, на второй год объясняется скоплением талой воды в неровностях обработанной поверхности. Через 4 года (обработка — 1963 г., посев — 1967 г.) условия прорастания ухудшились. Это, на наш взгляд, является отражением заглушающего влияния травянистой растительности.

На супесчаных почвах в полосах, подготовленных якорным покровосдирателем, уже через год наблюдалось интенсивное зарастание и, как показало исследование, снижение полевой влажности в верхних слоях обработанной поверхности.

Плуг ПКЛ-70 в условиях захламленных вырубок не обеспечивает плотного прилегания пласта к почве. Отсутствие капиллярной связи на стыке двух дернин препятствует поступлению влаги к дневной поверхности пластов, что приводит к их пересыханию уже в конце весеннего периода. На второй год на суглинистых почвах грунтовая всхожесть в пластах была в 2,1—3,7 раза больше, чем в первый. Это вызвано более плотным прилеганием пластов под воздействием снежного покрова и частичным разложением двойного слоя дернины. В бороздах оптимальными для прорастания ели оказались условия на легких суглинках, если посев проводили сразу после подготовки почвы. Через год на суглинистых почвах условия для прорастания семян в бороздах ухудшились из-за скопления талой воды.

Семена ели в пластах и бороздах, приготовленных плугом ПЛП-135, дали достаточно высокую всхожесть как на супесчаных, так и на суглинистых почвах. В бороздах на средних суглинках условия прорастания семян через год после обработки ухудшились. Приближение к дневной поверхности плотного водоупорного суглинистого горизонта в результате снятия гумусового и подзолистого горизонтов способствует скоплению влаги в бороздах, особенно после стаивания снега и в период дождей (рис. 1). В наших опытах грунтовая всхожесть в бороздах ПЛП-135 с 31,8% в первый год сократилась до 14,2% на второй год. При избытке влаги, как показали учеты, сеянцы сильно страдают после первой перезимовки от вымокания и выжимания морозом.

Опыты по определению оптимального промежутка времени между обработкой площадей под лесные культуры и посевом семян будут продолжены.

Поступила 8 января 1969 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

УДК 634.0.2

СТРУКТУРА ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПЛОЩАДЯХ ДАВНИХ СПЛОШНЫХ РУБОК

Н. Н. ДЕКАТОВ

(ЛенНИИЛХ)

Широкие исследования европейских таежных лесов нашей страны ведут работники отдела лесоводства ЛенНИИЛХа. Автор статьи выполнял работы в Сиверском, Гатчинском, Тосненском и Волосовском лесхозах Ленинградской области и установил, что спелые и приспевающие ельники в Ленинградской области, произрастающие на местах давних сплошных рубок, возникли из подроста. В северо-западных и центральных областях РСФСР, а также в республиках Прибалтики и в Белоруссии широко распространены двухъярусные лиственно-еловые древостои, образовавшиеся в результате применения узкополосных сплошных рубок в ельниках, произраставших на дренированных участках. Среди них преобладают древостои в возрасте от 40 до 100 лет. Возраст березы и осины колеблется в пределах одного класса (10 лет) или даже 5 лет. Ель второго яруса часто одновозрастна с лиственными породами (лет на 5 моложе или на 10—15 старше их). Она обычно почти в 2 раза мельче деревьев лиственных пород. Колебания в возрасте ели составляют от 10 до 40 лет. Но встречаются и такие двухъярусные древостои, в которых ель второго яруса лет на 40 моложе лиственных пород; она появляется в массе во время сильного изреживания лиственного полога. Во всех случаях на дренированных почвах ель второго яруса образует четко выраженный горизонтальный полог крон той или иной сомкнутости.

Иную структуру имеют лиственно-еловые древостои на избыточно увлажненных почвах в чернично-долгомошных и других близких к ним типах леса с застойной влагой. Ель не образует здесь четко выраженного яруса, она разновысотна и разновозрастна. Возрасты ее колеблются от 1 до 150 лет. Наиболее старые деревья ели вместе с лиственными породами составляют редкостойный верхний полог. Характерная для таких лесорастительных условий разомкнутость верхнего полога дает возможность поселения здесь большого количества ели последующего возобновления. При сильно выраженном микрорельефе условия для прорастания семян и выживаемости всходов мало благоприятны и сильно меняются в различные годы в зависимости от температуры, количества и времени выпадения осадков. Поэтому сроки поселения ели и заполнения ею имеющихся прогалин растягиваются на десятилетия. Этим объясняется абсолютная разновозрастность ее в таких условиях. Чем моложе ель, тем большим количеством экземпляров она представлена. Обильный еловый подрост различной величины отличается большой жизнеспособностью. Он имеет преимущественно крупную темно-зеленую хвою светового типа.

Из лиственных пород здесь преобладает береза, осина встречается в меньшем количестве. Эти породы часто тоже разновозрастны. Колебания в их возрасте достигают 50—60 лет. Нередко встречаются толстомерные экземпляры высокого возраста, возникшие, очевидно, из тонкомера, оставленного на корню при давних рубках.

Как и возраст, высоты ели разнообразны. Наибольшее количество подроста (не достигшего перечетного размера) имеет возраст до 50—60 лет, а ель низших ступеней толщины (8 и 12 *см*) — до 90—95 лет.

Выполненное нами изучение результатов рубок лиственно-еловых древостоев с сохранением второго яруса ели, проведенных 30 лет назад б. Удельным ведомством и 35 лет назад отделом лесоводства ЛенНИИЛХа, показало, что после осветления 35—50-летняя ель второго яруса в кисличниках и свежих черничниках начинает настолько быстро расти, что через 50 лет ликвидирует прежнее отставание в росте и становится равновеликой табличным данным «нормальных» древостоев ее действительного возраста. Путем применения в таких древостоях упрощенных постепенных рубок с сохранением второго елового яруса (в возрасте от 40 до 60 лет) можно сократить срок выращивания ели на 40—50 лет и получать дополнительный ежегодный прирост еловой древесины в течение 50 лет по 2—3 $м^3$ на 1 *га*.

Из этого следует, что в зависимости от условий можно отказаться от проведения в лиственно-еловых молодняках трудоемких работ по осветлениям и прочисткам, связанных со значительными денежными затратами, а осветлять ель, находящуюся под пологом лиственных пород, в то время, когда береза и осина будут давать нужную древесину (в возрасте от 20 до 40 лет).

Как показали исследования, при осветлении ели второго яруса в высокополнотных лиственных древостоях на дренированных почвах следует выбирать не менее 40% запаса верхнего лиственного полога в первый же прием, так как при меньшей выборке ель слабо реагирует на изреживание и незначительно увеличивает прирост в высоту и по диаметру.

В лиственно-еловых древостоях, произрастающих на избыточно увлажненных почвах с застойной влагой (в чернично-долгомошных типах леса), учитывая их абсолютную разновозрастность, можно рекомендовать для лесов первой группы применение выборочных рубок, наиболее полно отвечающих назначению этих лесов, в сочетании с осушительной мелиорацией. Исследования отдела лесоводства ЛенНИИЛХа показали, что при выборке за один прием не более 20% запаса в ельниках не возникает ветровала.

В аналогичных условиях в лесах второй группы, имеющих эксплуатационное значение, следует применять сплошные рубки с сохранением подроста и тонкомера толщиной 8 и 12 *см*. Обилие подроста с тонкомером и их большая жизнеспособность гарантируют восстановление ели без нежелательной смены пород. Особенно необходимо оставление молодняка на избыточно увлажненных почвах, чтобы не допустить заболачивания, происходящего обычно в результате сплошных рубок.

Поступила 15 февраля 1968 г.

УДК 634.0.231 (470.65)

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОЙ АССР

Л. Е. РЫЖИЛО

(Карпатский филиал Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации)

В 1962—1964 гг. нами проведены лесотипологические исследования лесов Северной Осетии на экологической основе (раньше такие работы здесь не проводились). В результате нами была разработана классификация типов лесного участка и типов леса [2].

Все работы выполняли по методике Д. В. Воробьева [1]. Всего на территории республики установлено 14 типов лесного участка (A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, C_4, D_1, D_2, D_3, D_4), в пределах которых выделен 51 тип леса.

В табл. 1 показаны преобладающие классы бонитета основных лесообразующих пород в различных типах лесного участка.

Таблица 1

Тип лесного участка	Преобладающие классы бонитета основных лесообразующих пород							
	бука	сосны	дуба	березы	ольхи	клена горного	тополя белого	ветлы
A_1	—	V-Vб	—	—	—	—	—	—
A_2	—	V	—	—	—	—	—	—
A_3	—	—	—	Va-Vб	—	—	—	—
B_1	—	IV-V	V-Vб	—	—	—	—	—
B_2	—	III-IV	V-Va	—	—	—	—	—
B_3	—	III-IV	—	V-Va	—	—	—	—
C_1	—	IV	V-Va	—	—	—	—	—
C_2	II-III	I-II	III-IV	—	—	—	—	—
C_3	II-III	I-II	III-IV	IV-V	—	—	—	—
C_4	—	—	—	—	III-IV	IV-V	—	—
D_1	—	—	IV	—	—	—	—	—
D_2	I-II	—	I-II	—	—	—	—	—
D_3	Iб-I	—	I-II	—	—	III-IV	Iб-I	I-II
D_4	I-II	—	—	—	Iб-II	III-IV	I-II	II

Из табл. 1 видно, что с переходом от грудов D к борам A снижается производительность древостоев.

Таблица 2

Тип лесного участка	Максимальные запасы древостоев, $м^3/га$, основных лесообразующих пород							
	бука	сосны	дуба	березы	ольхи	клена горного	тополя белого	ветлы
A_1	—	100	—	—	—	—	—	—
A_2	—	150	—	—	—	—	—	—
A_3	—	—	—	10	—	—	—	—
B_1	—	100	—	—	—	—	—	—
B_2	—	200	—	—	—	—	—	—
B_3	—	350	—	100	—	—	—	—
C_1	—	150	—	—	—	—	—	—
C_2	250	300	160	—	—	—	—	—
C_3	250	400	180	100	—	—	—	—
C_4	—	—	—	—	150	180	—	—
D_1	—	—	100	—	—	—	—	—
D_2	350	—	250	—	—	—	—	—
D_3	550	—	320	—	—	—	500	200
D_4	550	—	—	—	300	300	400	150

Аналогичное явление наблюдается и с запасами древостоев. Данные максимальных запасов коренных древостоев основных лесообразующих пород в различных типах лесного участка приведены в табл. 2.

Закономерные изменения наблюдаются и в характере естественного семенного возобновления в различных типах лесного участка и типах леса. Естественное семенное возобновление в борах очень слабое в A_1 и A_2, подрост приурочен к местам скопления мелкозема с меньшим задернением от злаков. В типе леса A_3 имеется только порослевое возобновление лиственных пород (преимущественно березы).

Семенное возобновление сосны в коренных древостоях в суборях лучшее, чем в борах; в производных древостоях оно почти отсутствует. Насаждения березовых и рододендроновых типов возобновляются порослевым путем. Меньшее возобновление сосны в типе леса B_3 объясняется сильным развитием второго яруса из березы и густого живого напочвенного покрова.

Естественное возобновление в сугрудках и грудах значительно лучшее, чем в борах и суборях, однако оно в сильной степени зависит от разрастания живого напочвенного покрова, задернения почвы, мощности подстилки, сомкнутости древостоев и подлеска, возраста насаждений и прочих факторов. В сугрудках, как и в суборях, сосна лучше всего возобновляется на свежих почвах, что объясняется плохим прорастанием семян на сухом субстрате. Худшее возобновление сосны наблюдается также в типе леса C_3, что связано с сильным развитием живого напочвенного покрова и подлеска. При отсутствии последних сосна возобновляется здесь очень хорошо. Во влажном березово-сосновом сугрудке возобновлению сосны мешает также сильное развитие яруса березы. Лиственные породы в сугрудках и грудах семенным путем возобновляются хорошо.

Особый интерес представляет возобновление бука, так как типы леса с его участием (бучины и субучины) являются преобладающими среди лесов Северной Осетии. Оптимальные условия для возобновления бука — влажные груды и сугрудки (бучины и субучины). Семенное возобновление других лесообразующих пород тоже зависит от типа леса. Так, в сухих грудах и сугрудках дуб возобновляется преимущественно порослевым путем. В свежих грудах и сугрудках наблюдается больше всего всходов подроста дуба.

Клен горный, семенное возобновление которого очень слабое, несколько лучше возобновляется в D_4, чем в C_4. Аналогичное явление наблюдается и в ольховых типах леса. Ольховые сугрудки (C_4) возобновляются преимущественно порослевым путем.

Таким образом, семенное естественное возобновление насаждений успешно происходит в более богатых типах лесного участка (груды и сугрудки). В пределах одного трофотопа каждая древесная порода имеет определенные оптимальные условия по увлажнению, при которых наблюдается ее наилучшее семенное возобновление.

Слабое семенное естественное возобновление насаждений в борах и суборях, а также приуроченность их к обрывистым, мало доступным склонам требуют особой охраны этих насаждений. В насаждениях грудов и сугрудков, а также боров и суборей следует содействовать (где возможно) естественному возобновлению основных лесообразующих пород.

Производные типы древостоев, где естественное семенное возобновление основных лесообразующих пород очень слабое или отсутствует, требуют введения этих пород искусственным путем.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. В. Воробьев. Методика лесотипологических исследований, Харьков, 1959. [2]. Л. Е. Рыжило. Классификация и основные лесотипологические закономерности формирования типов лесного участка и типов леса на территории Северо-Осетинской АССР. Материалы научной конференции ХСХИ, тезисы докладов, вып. 5, ботаника, лесоводство, агролесомелиорация, Харьков, 1965.

УДК 634.0.24

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ В ПРИМОРЬЕ

П. Г. ПЕТРОВ

(Биолого-почвенный институт Дальневосточного филиала СО АН СССР)

Лесорастительные условия, определяющие формирование, рост и развитие естественных молодняков в Приморье, очень своеобразны. Для этих лесов характерны куртинное размещение лучших и вспомогательных деревьев, значительные различия в размерах и возрастах, неравномерная сомкнутость и обилие кустарниковых, травянистых растений и лиан, угнетающих или способствующих росту главных пород. К таким молоднякам нельзя безоговорочно применять действующие наставления и инструкции по рубкам ухода, разработанные для других районов страны.

Теория и практика рубок ухода за лесом в Приморье были освещены ранее лишь частично. Теперь в лесхозах накопился известный практический опыт и выполнены новые научные исследования. В десяти лесхозах края автор обследовал 54 участка рубок ухода последних 3—8 лет на общей площади 1130 *га,* заложил 3 пробные площади и 4 опытных участка, провел ревизию 6 пробных площадей с опытными рубками ухода, заложенных В. А. Розенбергом в 1951 г. и Н. Г. Васильевым в 1954 г.

В настоящей статье сделана попытка на основании обобщения всех имеющихся материалов высказать соображения об особенностях рубок ухода в Приморье и наметить основные пути их совершенствования и дальнейшего развития.

Специфика лесорастительных условий Приморского края часто вызывает необходимость индивидуального подхода к каждому дереву. Поэтому более эффективны комплексные и частичные [2] рубки ухода. В некоторых куртинах особо сложных, смешанных, перегущенных молодняков для предотвращения возможных ошибок назначение деревьев в рубку необходимо проводить в два приема: в первый — намечают и вырубают часть деревьев и кустарников, в необходимости уборки которых не возникает сомнений; во второй — остальные деревья, подлежащие рубке (деревья будущего оставляют).

В открытых молодняках кедра уход необходимо начинать с раннего его возраста, несмотря на то, что большинство экземпляров кедра к этому времени еще не создали сомкнутого полога и имеют небольшую высоту (30—50 *см*).

К лучшим сопутствующим породам кедра следует отнести семенные экземпляры дуба монгольского, ясеня маньчжурского, березы белой и липы. Пихта белокорая, клен моно, клен зеленокорый, лещина разнолистная, орех маньчжурский и аралия маньчжурская — наиболее распространенные конкуренты кедра и поэтому должны вырубаться в первую очередь. Лианы актинидий, винограда и лимонника вырубают только на лучших деревьях толщиною до 20 *см,* а на остальных лучших деревьях — только лианы, не имеющие промыслового значения.

В результате неоднократных подневольно-выборочных рубок и лесных пожаров в лесах края образовались большие площади низкотоварных древостоев полнотою 0,4—0,6, в которых преобладают дровяные деревья хвойных и лиственных пород, не имеющие сбыта. Молодняки, развивающиеся под пологом этих древостоев, представляют собой особую группу насаждений, требующих своеобразных лесохозяйственных мероприятий.

Комплексный уход за кедром в этих молодняках следует проводить в два приема: в первый прием вырубают все или часть деревьев верхнего полога древостоя; во второй изреживают полог подроста и молодняка. Оба приема проводят в один год.

Молодняки, освободившиеся из-под влияния деревьев верхнего полога древостоев, по внешнему виду напоминают жердняки, хотя фактически обычно имеют возраст 50—55 лет. В целях предупреждения возможного ветровала, бурелома и снеголома их не следует сильно изреживать в первый прием.

Молодняки пихты цельнолистной также часто формируются под пологом малоценных древостоев, и рубки ухода в них аналогичны рубкам, проводившимся в кедровых молодняках. Следует лишь поддерживать более высокую сомкнутость древостоев (0,7—0,8). Дуб, орех, береза, липа, диморфант, ясень и кедр — лучшие сопутствующие породы для пихты цельнолистной, а клены, граб, аралия, лещина и сирень — наиболее распространенные конкуренты.

В естественных молодняках бархата амурского лучшие результаты дают рубки ухода, рекомендуемые Г. А. Трегубовым [3]. Следует создавать смешанные молодняки с участием в них бархата не более 5—6 единиц, с густым подлеском из шиповника, чубушника, жимолости, бересклета, элеутерококка, бузины и других медленно растущих кустарников. Из сопутствующих древесных пород лучшими для бархата являются орех маньчжурский, кедр корейский, дуб монгольский, ясень маньчжурский, яблоня сибирская, груша уссурийская, диморфант и липы.

Рубки ухода в предварительных лесных культурах в условиях Приморья в основном проводят в культурах кедра и ели, заложенных под пологом порослевых дубовых насаждений. Уход в этих культурах следует начинать через 3—4 года после посадки. В первый прием вырубают деревья и кустарники вокруг площадок, создавая окна диаметром 1,5—2,0 *м*, а на остальной площади применяют слабоинтенсивные рубки ухода. При повторных рубках (через 3—5 лет) повышается интенсивность изреживания лиственного молодняка, окна вокруг площадок увеличиваются до 2,5—3,5 *м*. Для формирования состава будущего древостоя из лиственных пород отбирают более молодые семенные экземпляры, а рубками ухода создают лучшие условия роста для них. Технология ухода за молодняками, развивающимися под пологом малоценных древостоев, более сложна и своеобразна. Обобщая опыт рубок ухода и учитывая технологию лесосечных работ, предложенную Ф. А. Ляшенко, Д. П. Галицким и др. [1], для этих молодняков можно рекомендовать следующее.

Участок, отведенный под рубки ухода, разбивают на более мелкие участки — грузопотоки, по которым начинается 1—3 магистральных волока шириною 3—4 *м*. Примыкающую к ним площадь делят на 20—25-метровые пасеки. Посередине пасек прокладывают волоки шириною 2—3 *м*. Крупномерные деревья валят кроной на волок под острым углом к его грузовому направлению. Порубочные остатки складывают на волоки и вминают трактором. После вырубки и трелевки деревьев верхнего полога производят разреживание полога молодняка и оправку подроста. Одновременно вырубают экземпляры, поврежденные при валке и подвозке деревьев. В целях сокращения площади, занятой волоками, и создания монолитности насаждения в дальнейшем для проведения лесохозяйственных работ используют только половину пасечных волоков (через один), а остальные, очень быстро зарастающие лиственными породами (береза, ивы, бархат и др.), создают защитные барьеры и образуют полосное смешение.

В отдаленных районах с ограниченным сбытом древесины вырубаемую тонкомерную древесину можно оставлять для перегнивания на месте рубок. Крупномерные деревья вырубают лишь в исключительных случаях для осветления больших куртин хвойного молодняка. После обрубки сучьев стволы этих деревьев плотно приземляют для ускорения перегнивания или раскряжевывают и складывают на месте рубок для последующей конной трелевки. Отдельные крупномерные деревья (9—10 шт. на 1 *га*) подсушивают на корню. Мелкие порубочные остатки складывают в мелкие кучи (0,5 *м*), а крупные измельчают и равномерно разбрасывают по лесосеке.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ф. А. Ляшенко, Д. П. Галицкий, В. А. Кравченко. Приморская технология лесосечных работ, обеспечивающая сохранение подроста и молодняка. Дальневосточное книжное изд-во, Владивосток, 1964. [2]. Наставление по рубкам ухода за лесом. Гослесбумиздат, М., 1963. [3]. Г. А. Трегубов. Об организации рубок ухода в естественных молодняках бархата амурского. Листок технической информации. Паронайск, 1958.

УДК 674.032.475.2

О ЗНАЧЕНИИ СВЕТА ДЛЯ ПОДРОСТА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

А. М. САВЧЕНКО

(СибНИИЛП)

Объектом наших исследований служили пихтовые леса междуречья Чулыма и Енисея с высокой сомкнутостью древесного полога. Наиболее распространены в этом районе пихтачи зеленомошные. Почвы под ними тяжелосуглинистые, подзолистые и

Рис. 1. Подрост пихты сибирской разной степени жизнеспособности: надежный (слева), менее надежный (в середине), ненадежный (справа).

слабо-дерново-подзолистые, плодородные, довольно мощные, нередко со вторым гумусовым горизонтом; они периодически переувлажняются.

Для выявления причин ухудшения состояния и гибели подроста в лесу и на вырубках мы изучили основные микроклиматические факторы, в том числе освещенность, пользуясь методикой В. А. Алексеева [1]. Всего выполнено более 2,5 тыс. измерений освещенности.

Неравномерная освещенность, вызванная неодинаковой плотностью древесного, кустарникового и травяного полога, способствует тому, что под пологом леса формируется разнокачественный подрост, различающийся по морфологическим признакам. Эти признаки положены в основу классификации подроста пихты сибирской с условным разделением его на три категории жизнеспособности (рис. 1): I — надежный подрост, II — менее надежный, III — ненадежный [3].

При недостатке света подрост I категории переходит во II в возрасте 10—15 лет, а в 20—25 лет формируется подрост III категории, но даже после длительного угнетения он способен начать интенсивно расти. Если древостой изреживается постепенно, то и самые угнетенные экземпляры в возрасте 70—80 лет имеют морфологическое строение, характерное для пихточек I категории. При достаточной светообеспеченности в течение первых 50—60 лет жизни подрост пихты входит в древостой при постоянном хорошем приросте в высоту.

До настоящего времени в литературе мы не встретили данных о минимальном количестве света, при котором пихта различной степени жизнеспособности продолжает рост без перехода в низшую категорию. В пихтаче разнотравно-зеленомошном мы подбирали типичные деревца разной степени жизнеспособности (около 90 экземпляров), встречающиеся в наиболее затененных местах, то есть пользующиеся минимальным количеством света. У подроста пихты сибирской с увеличением освещенности возрастает количество световой хвои. У жизнеспособных деревцев (кроме мелких, притеняемых еще и напочвенным покровом) световая хвоя составляет 40—67%, а у сильно угнетенных ее нет. Интенсивность же фотосинтеза самая высокая у наиболее жизнеспособных экземпляров (с большим количеством световой хвои). Это косвенно, но достаточно убедительно свидетельствует о том, что несмотря на корневую конкуренцию и аллелопатические влияния, свет в пихтовых лесах — важное условие в жизни подроста.

Влияние света на пихтовый подрост можно проследить и после рубки древостоя: хотя на сплошных вырубках проблема почвенного питания отпадает, прирост в высоту пихточек с теневой хвоей (угнетенных) не только не прогрессирует, но, как правило, в течение первых лет падает. Это наблюдается до тех пор, пока не произойдет перестройка или замена теневой хвои на световую. В случаях, когда подрост с преобладанием теневой хвои получает 100% дневного света, хвоя полностью или почти полностью осыпается в первый год после рубки леса. Если же угнетенный подрост сохраняется на вырубке с деревьями, которые, возможно, ухудшают его почвенное питание, но смягчают жесткость светового режима, то теневая хвоя на нем частично осыпается, и даже в большом возрасте подрост выживает и растет лучше, чем на сплошной вырубке. Через год после рубки леса под влиянием более интенсив-

ного, чем под пологом, притока света и тепла у подроста начинает развиваться хвоя из спящих почек. У угнетенного 30—35-летнего подроста количество такой хвои на 2-летних вырубках составляет в среднем не более 10%, на 5-летних — до 30%, а в отдельных случаях достигает 50—100% от общей массы. Однако при полной потере старой хвои растение обычно погибает в течение первого года. Чем больше возраст деревцев, тем меньше удельный вес старой хвои. Жизнеспособный крупный подрост из спящих почек хвою не образует.

Нет сомнения в том, что под пологом леса, кроме света, немалую роль играет влага и минеральное питание подроста пихты, тем более, что мелкий подрост часто вырастает на органических остатках. Однако обычны случаи, когда в «окнах» пихта, корни которой полностью расположены в сгнившей древесине, в возрасте до 20—25 лет бывает вполне жизнеспособной. В таком же возрасте и на том же субстрате, но под плотным пологом у пихты видны явные признаки угнетения: незначительный прирост в высоту, тупой или прямой угол ветвления сучьев, редкая хвоя теневого типа.

По данным Л. А. Иванова и Н. Л. Коссович [2] оптимум фотосинтеза у пихты наблюдается при освещенности 30% от полной дневной. Если учесть, что в местах произрастания «ненадежного» подроста пихты сибирской освещенность находится в пределах 5—6%, и принять во внимание изложенное выше, то значение света очевидно. Это один из главных факторов, определяющих жизнеспособность пихтового подроста.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. А. Алексеев. К методике измерения освещенности под пологом леса. «Физиология растений» № 3, 1963. [2]. Л. А. Иванов, Н. Л. Коссович. О работе ассимиляционного аппарата древесных пород. Вып. II, Ботанический журнал СССР, т. 17, № 1, 1932. [3]. А. М. Савченко. Признаки жизнеспособности подроста пихты сибирской. «Лесное хозяйство» № 5, 1965.

УДК 634.0.5

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЫСОТ ДРЕВОСТОЯ В БУКОВЫХ ЛЕСАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

А. Д. КАПАНАДЗЕ

(Грузинский филиал «Гипролестранса»)

В статье сделана попытка установить показатели изменчивости высот в сложных буковых древостоях Грузии и рекомендовать число наблюдений, необходимое при заданной точности исследования (в литературе таких данных мы не обнаружили).

Ранее * буковые насаждения мы разделили на две группы, отличающиеся строением по диаметру: первая — со средним диаметром 36—44 *см*, вторая — 48—64 *см*. Наши исследования показали, что распределение таксационных признаков в первой группе близко к нормальному, поэтому к этим насаждениям можно применить закономерности изменений в простых одновозрастных древостоях. Насаждения второй группы по строению заметно отличаются от одновозрастных и для удобства расчленяются на два яруса.

Назовем насаждения первой группы условно одноярусными, второй — условно двухъярусными. Для объединенного анализа древостоев на пробных площадях * требовалось привести их к сопоставимому виду. С этой целью мы использовали «естественные ступени» (по А. В. Тюрину). Используя данные распределения числа стволов по высоте (в целом насаждении и по ярусам), мы установили пределы варьирования высот как в абсолютных величинах, так и в долях среднего.

На основании наших исследований можно сделать следующие выводы.

1. Колебания высот насаждения настолько велики (0,5—1,6 от средней), что невозможно установить необходимое число наблюдений. Коэффициент вариации высот деревьев всего насаждения $C = 26—30\%$, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 6—7$ *м*.

2. Изменчивость высот основного яруса характеризуется величинами $\sigma = 3{,}6—5{,}3$; $C = 25\%$; для нижнего — $\sigma = 3—5$; $C = 20—25\%$. Данные для первого яруса близки к данным об изменчивости высот простого насаждения ($C = 13\%$). Устойчивость вы-

---

* А. Д. Капанадзе. Распределение числа стволов по ступеням толщины буковых древостоев Грузии. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1963.

сот верхнего яруса важна для практики, так как в нем сосредоточено 90% общего запаса, следовательно, его средняя высота вполне может быть использована для установления класса бонитета.

3. Для определения средней высоты исследуемых древостоев с точностью 1 *м* потребуется измерить 13—25 деревьев первого яруса и 9—13 — нижнего, взятых по способу случайной выборки.

При точности 5%, согласно расчетам, для «условно одноярусных» насаждений потребуется измерить 12—15 деревьев, для «двухъярусных» — 5—8 (I яруса). В некоторых случаях потребуется измерить высоты с точностью 2 *м* у 4—6 деревьев.

УДК 674.032.475.4

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ БЕРЕЗЫ И АКАЦИИ НА РАЗЛОЖЕНИЕ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ И НА РОСТ СОСНЫ В КУЛЬТУРАХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ *

Л. С. КОВАЛЕВ

(Костромская лесная опытная станция)

Один из наиболее простых и эффективных способов регулирования интенсивности разложения подстилки — введение лиственных пород в состав чистых сосновых культур. Из этих пород в лесостепи центрально-черноземных областей (ЦЧО) наибольшего внимания заслуживают береза бородавчатая и акация желтая.

Однако влияние этих пород на процессы разложения подстилки и рост сосны в культурах в лесостепи ЦЧО изучено сравнительно слабо. С этой целью нами были проведены специальные исследования. Объектами послужили 18—27-летние чистые и смешанные культуры сосны Воронежской и Липецкой областей, произрастающие в условиях простых и сложных суборей (B_2 и C_2) на серых и темно-серых слабооподзоленных супесях.

В программу исследований входило изучение мощности, запаса, кислотности, интенсивности разложения, зольности и количества нитратов и аммония в подстилках чистых и смешанных культур, а также влияния примеси акации и березы на влажность почв, их плодородие и на рост сосны. Чтобы преодолеть пестроту свойств подстилки и почвы, мы брали для анализа смешанные образцы. Все показатели изучали общепринятыми методами. Влажность почвы определяли с мая по сентябрь на

Таблица 1

Схема смешения	Возраст культур, лет	Запас подстилки в воздушно-сухом состоянии, *Т* на 1 *га*, по срокам		Количество разложившейся подстилки, %	Толщина подстилки, *см*	pH
		июнь	сентябрь			
Свежая простая суборь (B_2)						
С—С—С—С—Б	19	22,11	17,38	21,7	2,78	6,9
С—С—Ак	24	28,63	22,05	23,0	4,21	6,7
С—С—С—Ак	23	25,17	21,03	18,2	3,40	6,7
С—С—С—С—С—Ак	24	25,71	19,80	21,2	4,29	6,6
С—С—С—С	25	32,89	27,62	16,0	4,48	5,9
Б—Б—Б—Б	19	11,67	9,63	17,5	1,95	7,0
Свежая сложная суборь (C_2)						
С—С—С—С	27	44,30	37,60	15,1	5,50	6,0
С—Ак—С—Ак	27	30,42	23,12	24,0	4,50	6,4
С—Ак—С—Ак—Ак—С—Ак—С	27	28,27	21,23	24,9	3,97	6,4

* Работа выполнена под руководством доктора с.-х. наук, проф. В. И. Рубцова.

Таблица 2

Схема смешения	Содержание нитратов (в числителе) и аммония (в знаменателе), *мг* на 1 *кг* подстилки по срокам		
	май	июль	октябрь
С—Ак	24,0 / 125,0	56,0 / 325,0	80,0 / 162,5
С—С—С—С	20,0 / 87,5	52,0 / 275,0	72,0 / 125,0
С—С—С—С—Б	50,0 / 125,0	30,0 / 250,0	88,0 / 200,0
С—С—С—С	28,0 / 187,5	52,0 / 150,0	70,0 / 75,0

глубине 10 и 50 *см*, то есть в наиболее корнеобитаемом слое. Повторность 5—10-кратная. Интенсивность разложения подстилки в чистых и смешанных культурах определяли путем сравнения ее запасов, полученных на одних и тех же пробных площадях в июне и сентябре.

Данные о запасе, мощности, кислотности и количестве полностью разложившейся подстилки в чистых и смешанных культурах приведены в табл. 1.

В течение вегетационного сезона 1963 г. в подстилках чистых и смешанных культур (табл. 2) мы определяли содержание нитратов и аммония, которые характеризуют биохимическую активность лесных подстилок и наличие в них легкодоступных для растений форм азота.

Для выяснения влияния примеси акации и березы на влажность супесчаных почв нами проведены специальные исследования. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Схема смешения	Возраст культур, лет	Глубина взятия образца, *см*	Влажность почвы, % на абс. сухой вес по срокам				Средняя влажность за сезон, %
			17.V	2.VII	1.VIII	10.IX	
Свежая сложная суборь							
С—С—С—С	27	10	7,57	6,93	6,04	5,13	6,42
		50	7,47	5,83	5,34	3,54	5,54
С—Ак	27	10	12,51	7,75	6,37	5,85	8,12
		50	9,57	6,70	5,33	3,86	6,36
Свежая простая суборь							
С—С—С—С	25	10	5,01	4,87	3,37	3,42	4,17
		50	4,36	3,38	2,30	2,00	3,01
С—С—С—С—Б	19	10	4,44	4,59	4,18	3,48	4,17
		50	5,28	4,88	4,20	3,06	4,35
С—С—С—Ак—Б—Ак	25	10	5,66	6,15	3,62	3,63	4,76
		50	6,57	5,63	3,36	3,30	4,72

Таблица 4

Схема смешения	Возраст культур, лет	Число стволов на 1 *га*	Высота сосны ($H_{ср}$), *м*	Диаметр сосны ($D_{ср}$), *см*
С—Ак—С—Ак Ак—С—Ак—С	12	7280	5,3	6,4
С—С—С—С	12	6921	4,5	5,1
С—Ак—С—Ак Ак—С—Ак—С	32	1660	14,0	15,8
С—С—С—С	32	2100	12,5	12,6

Влияние примеси березы и акации на рост и продуктивность сосны в культурах мы изучали на 53 пробных площадях. Данные о росте сосны в сосновых и сосново-акациевых культурах в условиях свежего бора (A_2) приведены в табл. 4.

Выводы

1. Примесь березы 15—20% и акации 20—50% в культурах сосны в 1,2—1,6 раза ускоряет процессы разложения подстилки по сравнению с чистыми сосновыми культурами: толщина подстилки уменьшается на 22—61%, запас — на 30—45%.

2. Акация и береза, введенные в сосновые культуры, на 0,4—0,9 pH снижают кислотность подстилки, что положительно сказывается на усилении микробиологических процессов в ней.

3. Подстилка смешанных культур содержит нитратов на 11,1—12,0% и аммония на 12,5—25,7% больше, чем подстилка чистых культур сосны.

4. Примесь березы до 20% и акации до 50% в изучаемых условиях не вызывает иссушения почвы. Наоборот, ее влажность под смешанными культурами значительно выше, чем под чистыми сосновыми.

5. Примесь березы и акации заметно улучшает лесорастительные свойства верхнего слоя (10 *см*) супесчаных почв.

6. Примесь акации в количестве 20—50% способствует увеличению прироста сосны по высоте в среднем на 10—12%, по диаметру — на 15—17% и повышает продуктивность смешанных культур на 17—19%. Примесь березы в количестве 15—20% увеличивает прирост сосны по высоте в среднем на 10—12%, по диаметру — на 7—9% и повышает продуктивность сосны в среднем на 10—12%.

7. В условиях свежих простых и сложных суборей на супесчаных почвах лесостепи центрально-черноземных областей следует шире использовать акацию желтую и березу бородавчатую в качестве примеси к сосне; при этом примесь березы не должна превышать 15—20% и акации — 50%.

8. Зольность подстилки значительно выше, чем зольность опада тех же пород. То же наблюдается и в смешанных культурах. Повышение содержания золы в подстилках по сравнению с исходным материалом (опадом) объясняется аккумуляцией зольных элементов в ней в процессе разложения и примесью почвенных частиц.

УДК 674.032.475.4

О БОРЬБЕ С ПОЛЕГАНИЕМ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

Н. И. РЕПИНА

(Казахский научно-исследовательский институт защиты растений)

В питомниках северных районов Казахстана много сеянцев сосны обыкновенной гибнет от полегания.

В результате проведенных исследований (1963—1966 гг.) выявлено, что при выращивании сосны в новых питомниках на почвах нелесных или давно вышедших из-под леса, сеянцы растут и развиваются плохо, а на ослабленные растения нападают грибы *Fusarium, Alternaria, Botrytis, Rhizoctonia* и вызывают их гибель.

Основной почвенный фон питомника составляют лугово-черноземные слабосолонцеватые тяжелосуглинистые слабохрящеватые почвы средней и малой мощности.

Выясняя причины гибели растений, мы одновременно исследовали почву питомника для выявления в ней гиф микоризообразующих грибов. Учет гиф производили по методике, которой пользовались С. И. Ванин и М. Б. Ахремович [1], Ю. М. Вознякovской [2]. Пробы почвы брали с глубины 5—10 *см*, в лаборатории их промывали дистиллированной водой. Затем фильтрат просматривали под микроскопом для учета количества кусочков гиф микоризообразующих грибов. По данным Ю. М. Вознякovской, 8—10 кусочков микоризных гиф темного цвета (с пряжками, характерными для них, диаметром 2—4 *мк*) в капле воды обеспечивают образование микоризы на корнях сеянцев.

Во всех образцах почвы мы отмечали наличие единичных гиф микоризообразующих грибов, количество которых недостаточно для образования микоризы на корнях сеянцев.

Нами были проведены опыты по установлению влияния агроприемов и внесения лесной почвы в строчки на образование микоризы и полегание сеянцев. В результате было установлено, что рыхление почвы, мульчирование, отенение и широкострочный способ посева способствуют образованию микоризы, но в меньшей степени, чем добавление лесной почвы.

Несмотря на полезное действие лесной почвы на развитие древесных сеянцев (отмеченное ранее рядом исследователей), вопрос о дозах и способах внесения ее в Северном Казахстане до сих пор еще не решен окончательно.

Мы вносили лесную почву в количестве 50, 100 и 500 *г* на 1 *пог. м* строчки, которую углубляли на 2—3 *см* против обычного. Затем высевали семена по общепринятым нормам и заделывали той же лесной почвой. Способ посева четырехстрочный. Опыт проводили на делянках площадью в 2 $м^2$ в четырехкратной повторности.

В течение вегетационного периода вели учеты и наблюдения за полеганием сеянцев, а также за ростом и развитием здоровых растений. Больные растения анализировали в лаборатории для установления причины их гибели. Данные о полегании сеянцев сосны обыкновенной в зависимости от добавления лесной почвы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество лесной почвы, *г* на 1 *пог. м* строчки	Количество погибших сеянцев, %	Количество сеянцев с микоризой, %	Интенсивность микоризообразования, баллы
50	10,3	87	2
100	6,4	100	3
500	4,3	100	3
Контроль (без внесения лесной почвы)	30,3	68,5	1

Как показали опыты, внесение лесной почвы в количестве 50—100 *г* на 1 *пог. м* снижает гибель растений от полегания и обеспечивает интенсивное микоризообразование сеянцев сосны. Увеличение количества почвы до 500 *г* на 1 *пог. м* экономически невыгодно.

В сентябре с каждой строчки выкапывали по 100 растений для измерения высоты надземной части, длины корневой системы, толщины корневой шейки, а также производили учет микоризы по трехбалльной шкале.

Данные о развитии однолетних сеянцев при выращивании их на лесной почве представлены в табл. 2.

Таблица 2

Варианты	Высота надземной части сеянца, *см*	Длина корневой системы, *см*	Диаметр корневой шейки, *мм*	Интенсивность микоризообразования, баллы	Количество сеянцев с микоризой, %
С внесением лесной почвы . .	2,85 ± 0,08	13,45 ± 0,47	0,66 ± 0,03	3	100
Контроль	1,43 ± 0,02	8,54 ± 0,59	0,49 ± 0,03	1	68,5

Как видно из табл. 2, внесение лесной почвы способствует усиленному росту и развитию сеянцев даже в год посева.

В производственном опыте, который был проведен в 1965 г. на питомнике Котуркульского лесничества опытно-показательного лесоохотничьего хозяйства «Золотой бор» на площади 1,8 *га*, лесную почву вносили механизированным способом из расчета 100 *г* на 1 *пог. м*. Землю заготовляли в средневозрастных насаждениях (тип леса по В. Н. Сукачеву — мертвопокровно-лишайниковый бор) с глубины 5—10 *см*. Семена высевали по принятым нормам на глубину 1 *см;* способ посева четырехстрочный.

Подсчитав затраты на выращивание сеянцев сосны обыкновенной при механизированном посеве и уходе с добавлением лесной почвы, мы установили, что они на 13% выше, чем без внесения почвы. Доход от реализации сеянцев в двухлетнем возрасте, выращенных на лесной почве, на 24% больше. Кроме того, внесение почвы позволяет получать посадочный материал, в основном, I и II класса и уменьшить количество погибших растений.

Таким образом, затраты на внесение лесной почвы при посеве семян полностью окупаются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. И. Ванин, М. Б. Ахремович. Методы исследования микоризных сеянцев и микоризных грибов в почве. Труды комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения. АН СССР, т. 2, вып. 2, 1952. [2]. Ю. М. Вознякovская. Количественное определение микоризных грибов в почвах. Труды Института сельскохозяйственной микробиологии ВАСХНИЛ, т. XIII, 1953.

УДК 634.0.232 (571.64)

СЕЗОН И СРОКИ ПОСАДКИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ САХАЛИНА

В. Ф. ЧОПЕНКО

(Сахалинская лесная опытная станция)

В 1961—1966 гг. лесоводы Сахалинской ЛОС провели исследования, целью которых было установить оптимальные сроки весенней посадки сеянцев основных лесокультурных пород острова, а также проверить возможность успешной осенней посадки, в том числе позднеосенней.

Весной 1964 г. в Шахтерском лесничестве Углегорского лесхоза были высажены двухлетние сеянцы лиственницы курильской и ели аянской в три срока: 8—9 мая, 24 мая и 9 июня на склонах двух экспозиций *. Один из склонов северо-восточный, крутизной 30—45°, почва горно-лесная дерновая, тяжелосуглинистая, среднещебенистая; другой — юго-восточной экспозиции, имеет крутизну 28—32°, почва горно-лесная, дерновая, сильнощебенистая, легкосуглинистая. Размер варианта 1000—1750 учетных мест. Сеянцы ели и лиственницы двухлетнего возраста, причем последние для всех сроков посадки хранили в леднике. Уход в 1964—1966 гг. не проводили. Полученные по этим опытам данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вариант	Дата посадки	Приживаемость, %, по годам		
		1964	1965	1966
Северный склон				
1	9 мая	94,9 / 87,0	89,9 / —	87,4 / —
2	24 мая	91,9 / 91,8	84,1 / —	80,1 / —
3	9 июня	78,1 / 69,2	62,6 / —	55,7 / —
Южный склон				
1	8 мая	86,0 / 97,6	64,0 / 92,9	57,9 / —
2	24 мая	85,6 / 95,1	66,4 / 84,6	61,2 / —
3	9 июня	72,2 / 70,5	46,2 / 58,5	41,0 / —

Примечание. В числителе данные для ели аянской; в знаменателе — для лиственницы курильской.

Таблица 2

Вариант	Приживаемость, %, по годам		
	1962	1963	1964
Восточный склон			
1	86,3	80,0	77,5
2,а	94,4	82,7	80,9
2,б	88,1	78,6	78,0
Западный склон			
1	93,0	81,6	77,2
2,а	93,6	91,7	90,4
2,б	95,6	92,5	92,5

* В этом и в других опытах при первом сроке весенней посадки высаживали сеянцы, не тронувшиеся в рост.

Аналогичные результаты были получены и в опытах 1961 г. в Найбутинском лесничестве Долинского лесхоза.

В течение нескольких лет проводили исследования по изучению возможности успешной осенней посадки. В квартале 11 Запорожского лесничества Томаринского лесхоза, на склонах восточной и западной экспозиции, крутизной 35—45° 31 октября — 1 ноября 1961 г. были высажены двухлетние сеянцы лиственницы японской. Почва горно-лесная дерновая, тяжелосуглинистая, сильнощебенистая. Варианты 1 были заложены без подготовки почвы и ухода, варианты 2,а — с подготовкой почвы площадками 0,5×0,5 *м* без ухода и варианты 2,б — с подготовкой почвы таким же способом и ежегодным однократным уходом в течение трех лет. В табл. 2 приведены данные о приживаемости сеянцев осенней посадки в 1962—1964 гг.

Выводы

1. На Сахалине хорошие результаты дают как весенняя, так и осенняя посадка сеянцев и саженцев хвойных пород, причем осенняя посадка предпочтительнее поздневесенней или раннелетней.

2. Весной посадка сеянцев должна начинаться с момента оттаивания почвы на глубину, несколько большую, чем длина корневой системы посадочного материала, и заканчиваться не позднее конца мая для лиственницы и в первой декаде июня для ели и пихты. Сроки весенней посадки можно удлинить, если после ранней выкопки сеянцы хранить в ледниках. Осеннюю посадку можно вести вплоть до устойчивого промерзания почвы.

3. Весенняя посадка однолетних сеянцев лиственницы и сосны, а также двухлетних — ели и пихты нежелательна. Осенняя посадка таких сеянцев на склонах южной экспозиции недопустима, так как они гибнут от выжимания.

УДК 674.031.12(479.22)

НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУКОВОГО ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ ГРУЗИИ

А. Н. ПЕСОЦКИЙ, Г. Н. ЧАНТУРИЯ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Из общего запаса буковой древесины в СССР на долю Грузинской ССР приходится около 38%. На лесопильных предприятиях республики ежегодно распиливают около 305,0 тыс. $м^3$ буковой древесины (*Fagus orientalis*). Заготовляют ее путем выборочных рубок ухода; количество древесины, ежегодно поставляемое на лесопильные предприятия, достаточно стабильно.

Работ, посвященных специальному исследованию размерно-качественной стороны букового пиловочника и методов его рациональной распиловки, мы обнаружили весьма мало.

Размерная характеристика кавказского букового пиловочного сырья — средний диаметр 63 *см*, средняя длина 3,6 *м*. Примерное объемное процентное распределение букового пиловочника разных диаметров приведено на рис. 1, из которого видно, что диапазон рассеивания диаметров бревен от 20 до 120 *см*. Основной сортообразующий порок перестойного букового леса — это начальная стадия загнивания внутренней части ложного ядра, впоследствии переходящая в сплошную гниль в виде частичного и сквозного дупла. Этот вид порока оказывает значительное влияние как на использование древесины, так и на методы рациональной распиловки букового сырья.

Сбежистость буковых кряжей составляет в среднем 2 *см* на 1 *м* их длины, что при малой длине пиловочных кряжей не оказывает значительного влияния ни на объем древесины, ни на построение поставов.

Исследование размеров ложного ядра и его внутренней части, проведенное на 2210 кряжах, показало, что между диаметром кряжа и диаметром ложного ядра и его внутренней части существует хотя и не очень устойчивая, но все же достаточно ощутимая связь.

Обработка результатов измерения методами вариационной статистики и построение соответствующих кривых зависимости диаметра ложного ядра и его внут-

ренней части от диаметра кряжа показали, что эта зависимость весьма близка к прямолинейной и с достаточной точностью может быть представлена в виде графиков (рис. 2 и 3). Аналитически эту зависимость можно выразить следующими формулами (рис. 3): диаметр ложного ядра

$$d_л = 0{,}885d - 14 \text{ см};$$

диаметр внутренней (гнилой) части

$$d_в = 0{,}387d - 6{,}2 \text{ см}.$$

На рис. 2 и 3 приведены формулы для ложного ядра и его внутренней части отдельно по местам вырезки кряжей из хлыста и отдельно для кряжей Восточной и Западной Грузии.

По кривым, приведенным на рис. 2 и 3, можно сделать следующие выводы.

1. По мере роста диаметра кряжа увеличиваются размеры ложного ядра и его внутренней части как по абсолютной, так и по относительной величине.

2. Для разных диаметров кряжей можно установить приблизительные границы здоровой древесины, ложного ядра и внутренней сердцевинной гнилой части.

3. Указанные границы дают возможность рассчитывать выход из кряжей (разных диаметров): а) здоровой древесины, которую можно использовать для различных изделий и в особенности для гнутарных; б) ограниченно годной древесины с ложным ядром, не пригодной для гнутья, но годной для прямолинейных деталей; в) гнилой части, которая не годится для поделок, но после соответствующей обработки может быть использована в отдельных случаях как наполнитель (этот вопрос требует еще разработки). Границы дают возможность ориентировать пропилы и составлять рациональные поставы на распиловку кряжей разного диаметра.

4. Массовую распиловку можно производить только при тщательной сортировке сырья по диаметрам, которая является очень трудоемкой и часто невозможной. Приведенные зависимости позволяют с полной определенностью считать, что распиловку буковых кряжей нужно производить на ленточнопильных станках, а не на лесопильных рамах.

5. При исчислении реального посортного выхода пиломатериалов можно использовать приведенные на графиках цифры по разносортной древесине.

6. Рациональный метод раскроя обезличенного букового кряжа приведен на рис. 4. Этот метод позволяет получать пиломатериалы по зонам качества древесины в хлысте, облагораживать пиломатериалы без выпиловки древесины внутренней части ложного ядра, получать до 70% полуобрезных досок с готовой базой для продольного раскроя на круглопильных станках при вторичной переработке пиломатериалов на заготовки и детали.

7. По наблюдениям пиловочные буковые кряжи Восточной и Западной Грузии, несмотря на несколько разные почвенно-климатические условия произрастания, мало различаются как по диапазону диаметров, так и по качеству древесины; поэтому можно пользоваться усредненными данными и результатами, приведенными в целом по Грузии (рис. 3).

8. На основе данных анализа должен строиться рациональный технологический процесс первичной и вторичной распиловок (на пиломатериалы и заготовки прямолинейные и криволинейные для гнутой мебели) с учетом использования отходов.

Тщательный подход к ценному буковому пиловочному сырью позволит использовать резервы и повысить количественный и качественный выход пиломатериалов и заготовок целевого назначения.

Поступила 2 января 1969 г.

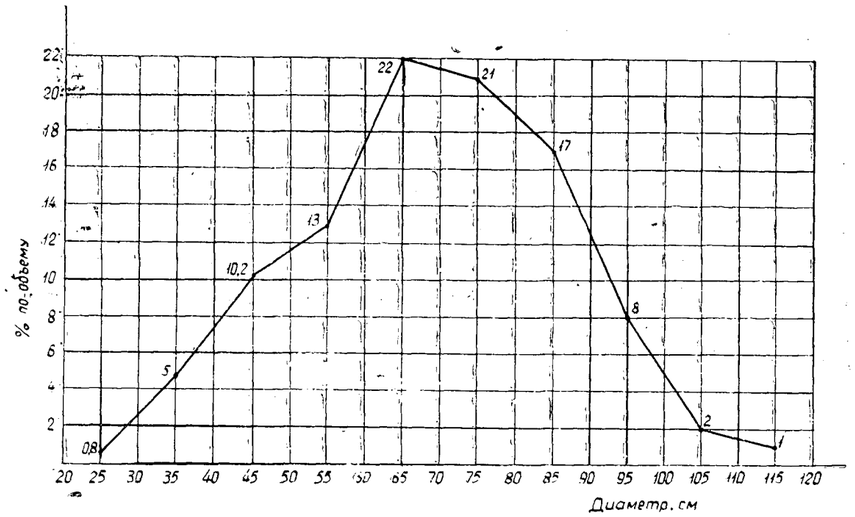


Рис. 1.

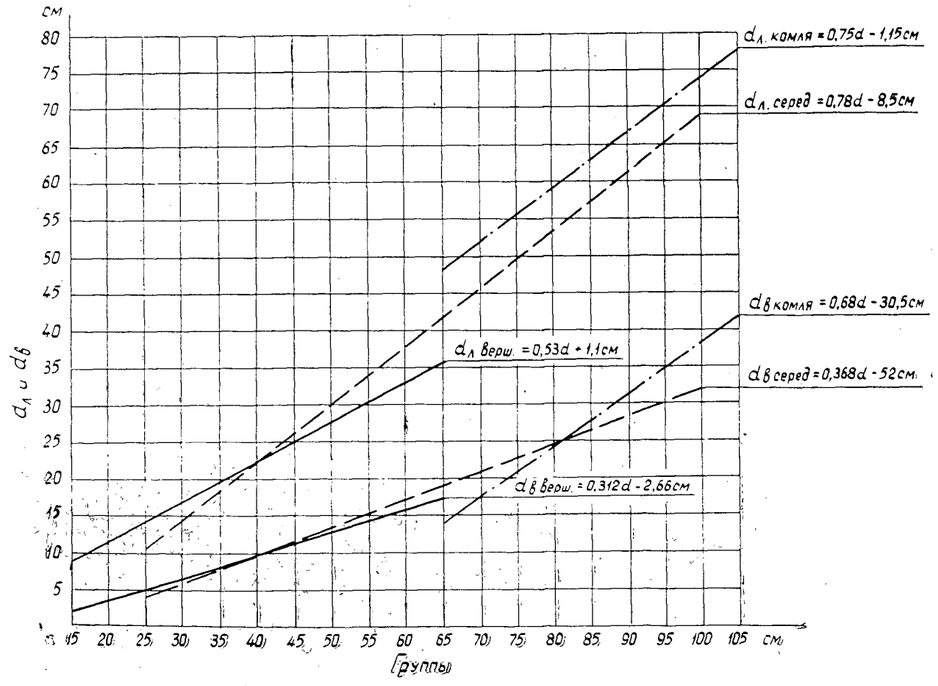


Рис. 2. Зависимость ложного ядра и его внутренней (гнилой) части от диаметра букового пиловочного кряжа по местам вырезки из хлыста.

$d_л$ — диаметр ложного ядра; $d_в$ — диаметр внутренней (гнилой) части.

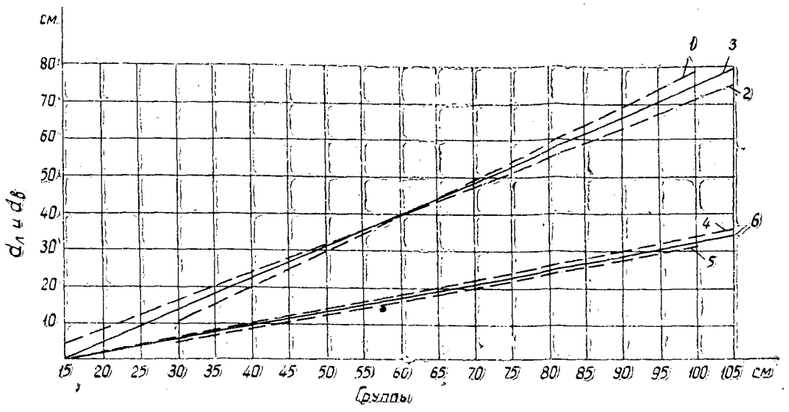


Рис. 3. Распределение ложного ядра и его внутренней части в целом без учета мест вырезки из хлыста отдельно по Восточной и Западной Грузии и по всей Грузии в целом.

1 — $d_л$ Вост. Грузии = 0,97*d* — 19 *см*; *2* — $d_л$ Зап. Грузии = 0,8*d* — 9 *см*; *3* — $d_л$ Грузии = 0,885*d* — 14 *см*; *4* — $d_в$ Зап. Грузии = 0,4*d* — 6 *см*; *5* — $d_в$ Вост. Грузии = 0,377*d* — 6,4 *см*; *6* — $d_в$ Грузии = 0,387*d* — 6,2 *см*.

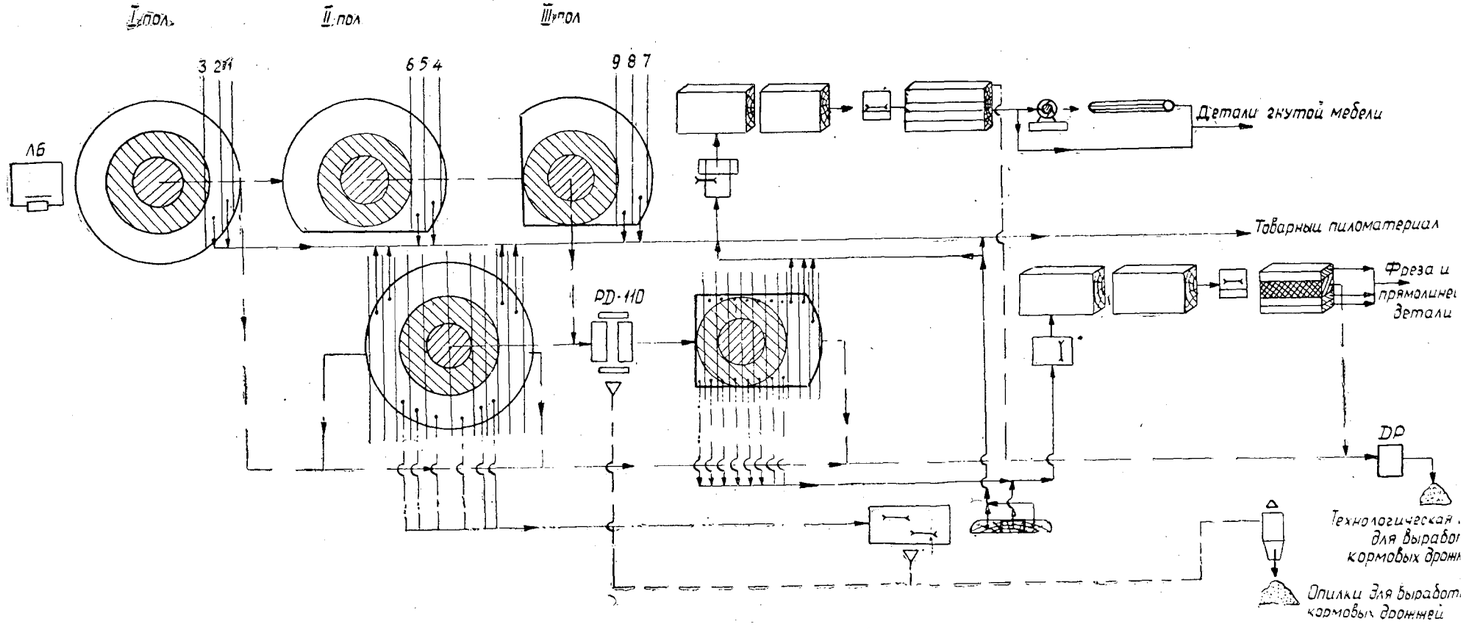


Рис. 4. Принципиальная схема распиловки букового сырья с учетом распределения древесины в кряже по зонам качества.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1969

ЗА РУБЕЖОМ

УДК 634.0.6 (438)

ЛЕСОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ ВАРШАВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИЕЙ

Т. А. КИСЛОВА

(Львовский лесотехнический институт)

На международном симпозиуме, организованном кафедрой экономики ВСХА и проходившем с 3 по 8 июня 1968 г., были представлены результаты десятилетних исследований, проводимых на кафедре сначала под руководством проф. Р. Фромера, а затем доц. Т. Маршалека.

Цель указанных исследований — разработка новых форм организации предприятий лесного хозяйства* и проверка их на практике. Исходя из того, что степень эффективности хозяйственной деятельности может быть установлена лишь при наличии данных, отражающих ее результаты, сотрудники кафедры экономики ВСХА на базе Роговского лесхоза создали опытное предприятие, в котором систематически учитывают изменения, происходящие в лесном фонде как по запасу, так и по его ценности.

В связи с этим на основании инвентаризации лесов Роговского лесхоза, проведенной в 1958 г., была произведена их стоимостная оценка, по результатам которой весь лесной фонд, включая несомкнувшиеся лесные культуры, был взят на баланс предприятия.

В дальнейшем проводили систематический учет всех текущих изменений, происходящих в составе, структуре и стоимостной оценке лесных ресурсов. В конце десятилетия, то есть в 1968 г., была проведена очередная ревизия лесоустройства. Сравнение и анализ данных, полученных в начале и в конце десятилетия, позволили установить рост продуктивности лесов лесхоза, характер изменения структуры древостоев и их денежной оценки и, следовательно, результативность проводимой в лесхозе хозяйственной деятельности.

Для осуществления этой задачи на кафедре экономики ВСХА разработаны методы учета и контроля текущих изменений лесного фонда и его стоимостной оценки.

Поскольку в Польской Народной Республике лесные таксы не применяют, стоимостную оценку леса на корню производят следующим образом:

1) древостои в возрасте свыше 20 лет оцениваются по их стоимости в возрасте рубки из формулы

$$A_x = V_1 (C_1 - K_1) + V_2 (C_2 - K_2) + \cdots + V_5 (C_5 - K_5),$$

где A_x — стоимость x-летних древостоев, злотых;

$V_1, V_2, \ldots, V_5$ — масса деревьев в пределах отдельных ступеней толщины, $м^3$;

$C_1, C_2, \ldots, C_5$ — средняя цена 1 $м^3$ древесины, установленная по ценам сортиментов, которые могут быть получены при данных ступенях толщины, злотых;

$K_1, K_2, \ldots, K_5$ — средние затраты на заготовку и раскряжевку 1 $м^3$ древесины в отдельных ступенях толщины, злотых;

2) молодняки и лесные культуры в возрасте до 20 лет оценены по формуле Гляссера

$$W_i = (A_a - C) \left(\frac{i}{a}\right)^2 + CZ,$$

где W_i — стоимость молодняков в возрасте i, злотых;

A_a — стоимость древостоя в возрасте a ($a = 25$ лет), злотых (определяют по предыдущей формуле);

---

* Лесовыращивание и лесоэксплуатацию осуществляют в Польше одни и те же предприятия, которые по характеру своей деятельности соответствуют лесхоззагам на Украине.

C — средние за ряд лет затраты на создание лесных культур и уход за ними, злотых;

Z — коэффициент полноты.

В качестве основных объектов учета и оценки выделяют следующие: 1) запас растущего леса; 2) продуктивность леса; 3) валовая продукция и результаты хозяйственной деятельности.

1. Запас лесного фонда и его изменения учитывают и оценивают при ревизиях лесоустройства, а также ежегодно. При ревизиях изменения древесного запаса за истекшие 10 лет анализируют и оценивают в пределах отдельных классов возраста, типов леса, а также в целом по предприятию. Эти изменения определяются в натуральном и денежном выражениях по результатам инвентаризации лесных ресурсов. При этом устанавливают степень отклонения имеющихся древостоев от эталонных по таксационным показателям, запасу и его денежному выражению. В качестве эталонных или модельных приняты древостои соответствующих типов леса и классов возраста, которые являются оптимальными для данных природных и хозяйственных условий и характеризуются наиболее высокой продуктивностью. Таксационная и стоимостная характеристики модельных древостоев составлены на основе выделенных на территории Роговского лесхоза наилучших древостоев восьми типов леса.

Ежегодные изменения в объеме и стоимостной оценке лесных ресурсов определяют как разность между величиной текущего годичного прироста, вычисленного в целом по предприятию, и размером годичного отпуска леса как по главному, так и по промежуточному пользованиям. Величину текущего прироста по массе и в денежном выражении устанавливают расчетным путем по отдельным классам возраста.

Учет и оценку текущих изменений запаса применяют только для определения валовой продукции и результатов хозяйственной деятельности.

2. Продуктивность леса учитывают и оценивают при очередных ревизиях лесоустройства, то есть каждые 10 лет. Показатели продуктивности леса ($м^3$ и злотых на 1 *га*) вычисляют для отдельных классов возраста, типов леса и в целом для предприятия. В качестве показателя продуктивности древостоев того или иного класса возраста служит суммарная величина пользования и прироста за десятилетний период в лесах данного класса возраста, отнесенная к единице их площади. Показатель продуктивности типа леса определяют как среднее из показателей продуктивности древостоев всех классов возраста, имеющихся в данном типе леса. Таким же образом находят продуктивность лесных ресурсов предприятия в целом.

Основными данными для вычисления продуктивности служат документация о пользовании лесом и результаты очередных ревизий лесоустройства. Объем пользования лесом за десятилетие и величину прироста за этот период определяют как в натуральном, так и в стоимостном выражениях.

Помимо фактической продуктивности древостоев вычисляют потенциальную ($м^3$ и злотые на 1 *га*), которая характеризует возможности отдельных типов леса при условии оптимальной структуры лесных ресурсов. Потенциальную продуктивность определяют расчетным путем с помощью массовых таблиц (Б. Шимкевича) для таксации древостоев и других вспомогательных таблиц. Для каждого класса возраста, типа леса, а также для лесов предприятия в целом определяют степень использования потенциальной продуктивности.

3. Учет валовой продукции и результатов хозяйственной деятельности.

Годичную валовую продукцию в денежном выражении (WP) определяют по формуле

$$WP = WU + (WZ - WU'),$$

где WU — древесина, вырубленная в течение данного года, по ценам реализации, злотых;

WU' — то же по корневым ценам *, злотых;

WZ — текущий годичный прирост по корневым ценам *, злотых.

Величину WU, то есть сумму поступлений от реализации, определяют по отчетным данным; величины WU' и WZ устанавливают расчетным путем по данным о среднем приросте за отдельный период и его процентном распределении по годам в денежном выражении (по корневым ценам). При ревизиях лесоустройства эти величины корректируют.

Таким образом, при оценке годичной валовой продукции учитывают не только поступления от реализации заготовленной древесины, но и те изменения, которые происходят в структуре лесных ресурсов и их ценности. Выражение $WZ - WU'$ характеризует изменение денежной оценки лесных ресурсов, оставшихся после изъятия части древостоя, предназначенного к рубке, и свидетельствует о повышении или снижении общей ценности лесных ресурсов.

---

* Установлены по данным стоимостной оценки лесов, произведенной кафедрой экономики ВСХА описанным выше путем.

При такой постановке учета доходы от рубок, превышающих текущий прирост стоимости древостоев, трактуют как поступления от ликвидации части основных средств, которыми считают лес на корню. С другой стороны, текущий прирост стоимости древостоев сверх отпуска леса представляют как результат хозяйственной деятельности предприятия. Поступления от реализации лесопродукции за вычетом затрат на ее заготовку кафедра экономики ВСХА именует финансовым результатом, изменение запаса лесных ресурсов в стоимостном выражении за вычетом расходов на ведение лесного хозяйства — хозяйственным результатом; сумма финансового и хозяйственного результатов представляет собой результат хозяйственной деятельности предприятия, который определяется за год и за десятилетие.

Запас леса и его изменения учитывают, анализируют и оценивают по отдельным территориальным выделам, сгруппированным по типам леса и лесничествам. Выделы, относящиеся к одинаковым типам леса, объединены в так называемые округи типов леса. Указанные выделы служат основными единицами первичного учета.

Кафедрой экономики разработаны специальные формы документации и план бухгалтерских счетов, позволяющие учитывать лесные ресурсы и все происходящие в их составе изменения в денежном выражении.

Работа по созданию новой формы организации предприятия лесного хозяйства и по ее проверке на практике предусматривает три этапа исследований. Разработка описанных выше методов учета и контроля изменений запаса и продуктивности лесов, способов определения валовой продукции и результатов хозяйственной деятельности относится к первому этапу. Задачей второго этапа исследований является выработка форм использования текущего прироста, себестоимости лесовыращивания, стоимостной оценки древостоев, результативности хозяйственной деятельности в качестве основы финансово-бухгалтерской организации производства и оперативного управления предприятием лесного хозяйства. К третьему этапу относятся исследования, касающиеся применения математико-статистических методов и счетно-решающих устройств на предприятиях лесного хозяйства.

Кроме того, с помощью проводимых в Рогове исследований определяют: 1) затраты, приходящиеся на 1 $м^3$ растущего леса, то есть себестоимость лесовыращивания; 2) качественные изменения древостоев в зависимости от класса бонитета и возраста насаждений; 3) возраст, в котором происходит кульминация среднего прироста, исчисленного в кубометрах, условных единицах массы и стоимостных показателях.

Таким образом, исследования кафедры экономики ВСХА, безусловно, имеют весьма важное значение не только для лесных предприятий Народной Польши, но и для лесного хозяйства других социалистических стран. Результаты могут быть использованы и в наших лесхозах при условии внесения необходимых коррективов, отражающих специфику и разнообразие условий лесохозяйственного производства нашей страны.

Поступила 14 апреля 1969 г.

СОДЕРЖАНИЕ

П. И. Войчаль. К дальнейшему прогрессу лесохозяйственной науки 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Б. Д. Жилкин, В. П. Григорьев, Л. Н. Рожков. Опыт улучшения роста ельника дубово-снытьевого культурой люпина 5
А. П. Сляднев. Влияние разных доз азота аммиачной селитры на рост сухих сосняков зоны смешанных лесов 8
В. С. Мирошников, Н. И. Федоров. О повреждении осиновых насаждений Забайкалья сердцевинной гнилью 13
Н. И. Вялых. Выживаемость и рост подроста ели на концентрированных вырубках Архангельской области 16
А. К. Тюрин. Влияние способов рубок на формирование молодняков в дубравах лесостепи 19
И. К. Блинцов. Почвенно-грунтовые условия произрастания Новогрудских елово-грабовых дубрав 22
С. А. Генсирук, Н. В. Туркевич. Современное состояние лесного фонда Украинской ССР и возможный объем рубок главного пользования 26

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. А. Дебердеев. Некоторые вопросы динамики повала деревьев на наклонную приемную балку 31
В. К. Гарматюк. Об износе железобетонных плит на колейных лесовозных автодорогах 36
Л. П. Биричевский, Г. А. Калинин, В. В. Щелкунов. Влияние положения колесной пары на напряженное состояние узкоколейных рельсов 39
Д. Л. Дудюк. Повышение эффективности использования штабелевочно-погрузочных кранов на лесных складах 45
Р. Г. Смирнов. О влиянии вида частичной окорки березовых бревен на интенсивность атмосферной сушки 49
С. А. Владимиров. К вопросу о расчете сил, действующих на такелажные крепления речных секционных плотов без оплотника 55
А. Ф. Андрийчук, С. Г. Костогрыз, И. П. Ковтун. Измерение ускорений с помощью фотоэлектрического акселерометра 61

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. И. Санев. О нагреве ленточных пил при распиловке древесины на ленточнопильных станках 64
С. М. Тимонен. Износ и затупляемость зубьев пил как функции пути резания . 67
А. С. Симонов. Формирование стружки-продукта при резании древесины на станках роторного типа 72
П. Н. Цыбулев, Н. Ф. Кузьмин, Б. М. Ильяшенко, А. М. Осиновский. Износ прессованной древесины при трении на торец 78
Л. П. Потяркин. Экспериментальное исследование условий работы ременных передач привода главного движения лесопильных рам 81
В. Д. Леськив. К вопросу об определении удельного усилия резания при фрезеровании древесины 84
С. Э. Отто. Интенсификация процесса производства древесностружечных плит методом комбинированного нагрева 89

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

М. Я. Зарубин, А. М. Кутневич. Механизм полимеризации изоэвгенола под влиянием щелочей и строение полимерного продукта 95
В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. О взаимодействии формамида с фенолами и органическими кислотами в твердой фазе 99
М. А. Иванов, Г. В. Рачков. К характеристике нуклеофильности водных растворов двуокиси серы 103
С. И. Ладинская, А. Л. Агранат, Ф. Т. Солодкий. Очистка производственного фитостерина-сырца 107
Г. Б. Штрейс, В. М. Никитин. О природе карбоксильных групп щелочных лигнинов 111
Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова, Г. И. Попова. Изменение содержания карбонильных групп лигнина в процессе щелочных варок 116

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В. Г. Баум. Основные параметры пильного блока автоматической раскряжевки бревен 120
В. И. Музалевский. Самокомпенсированный по колебаниям толщины датчик влажности шпона 124

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Е. С. Романов. Нормирование основных фондов 128
А. П. Петров, К. И. Щетинина. Экономические показатели производства технологической щепы из низкосортной древесины и древесных отходов . . 132

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. И. Барабин. Сравнительный анализ урожая семян ели семенного и малоурожайного года в учебно-опытном лесхозе АЛТИ 137
И. В. Суханова. Некоторые заболевания и повреждения осины в лесах Севера . 138
А. М. Кожевников. Классификация типов условий местопроизрастания вдоль магистральных каналов дельты р. Терек 140
М. А. Дудорев, Б. И. Косников. Сравнительная оценка чистых, сидеральных и занятых паров при выращивании сеянцев в лесных питомниках 142
В. Н. Ненюхин. Суточная динамика роста терминальных побегов сосны обыкновенной 145
В. Е. Удод. Лесоводственная оценка рядовых и гнездовых культур дуба в разных экологических условиях 147
Л. В. Дементьева. Влияние осушения на формирование хвои сосны обыкновенной 150
Н. И. Пантелеева, Г. Л. Тышкевич. О формировании годичного слоя бука, произрастающего в Молдавии 152
Г. С. Возяков. К вопросу об образовании придаточных корней и отводков лиственницы Сукачева на Среднем Урале 155
В. Б. Ларин. О влиянии агротехники и давности механизированной подготовки почвы на грунтовую всхожесть семян ели (*Picea excelsa* Link.) 156
Н. Н. Декатов. Структура лиственно-еловых древостоев на площадях давних сплошных рубок 159
Л. Е. Рыжило. Производительность и естественное возобновление лесов Северо-Осетинской АССР 160
П. Г. Петров. Некоторые особенности рубок ухода за лесом в Приморье . . . 162
А. М. Савченко. О значении света для подроста пихты сибирской 163
А. Д. Капанадзе. Изменчивость высот древостоя в буковых лесах Западной Грузии 165
Л. С. Ковалев. Влияние примеси березы и акации на разложение лесной подстилки и на рост сосны в культурах лесостепи центрально-черноземных областей 166
Н. И. Репина. О борьбе с полеганием сеянцев сосны обыкновенной в Северном Казахстане 168
В. Ф. Чопенко. Сезон и сроки посадки лесных культур в южных районах Сахалина 170
А. Н. Песоцкий, Г. Н. Чантурия. Некоторые исследования технологической характеристики букового пиловочного сырья Грузии 171

ЗА РУБЕЖОМ

Т. А. Кислова. Лесоэкономические исследования, проводимые Варшавской сельскохозяйственной академией. 173

Таблица 1

Типы леса (ассоциации)	Местоположение (топографические условия)	Почвенно-грунтовые условия	Древостой	Подлесок	Доминанты травяного покрова	Моховой
Ивняки (Saliceta)			Класс бонитета III, 1			
из ивы трехтычинковой (*Salix triandra*)	Долгопоемные понижения береговой полосы и около уреза воды	Аллювиальные песчаные, песчано-илистые, илистые.	—	Ива трехтычинковая	Травяной покров отсутствует, изредка корневищные злаки или ежевика. Проективное покрытие меньше 20%	—
пурпурной (*S. purpurea*)	Среднепоемные склоны прирусловых грив и межгривные понижения	Аллювиальные песчаные.	—	» пурпурная	»	—
остролистной (*S. acutifolia*)	Непоемные вершины и склоны прирусловых увалов.	»	—	» остролистная	Полынь Маршалла, щетинник сизый. Проективное покрытие 20—40%	—
каспийской (*S. caspica*)	Берега лесных озер, опушки, песчаные выносы устьев балок и оврагов	Аллювиальные илисто-песчаные и песчаные.	—	» каспийская	Травяной покров отсутствует. Доминанты отсутствуют. Проективное покрытие 80—100%	—
пепельной (*S. cinerea*)	Берега притеррасных озер и луговых болот	Аллювиальные илисто-болотные.	—	» пепельная		—
Ветляники (Albo-saliceta)			Класс бонитета I			
осоковый (Caricosum)	Долгопоемные межувальные понижения прирусловья	Аллювиальные иловато-глинистые.	Ветла (10).	Подлесок отсутствует или изредка ива трехтычинковая и др.	Осоки. Проективное покрытие 20—40%	—
ежевичный (Caesii-rubosum)	Прирусловые среднепоемные понижения	Аллювиальные иловато-глинистые	Ветла (10) с примесью осокоря	»	Ежевика. Проективное покрытие 80—100%	—
костровый (Bromosum)	Среднепоемные пологие склоны и межгривные уплощенные понижения	Аллювиальные иловато-песчаные	»	Изредка жестер слабительный и ива трехтычинковая	Костер безостый. Проективное покрытие 20—40%.	—
вейниковый (Calamagrostidosum)	Малопоемные вершины и склоны увалов прирусловья	Аллювиальные супесчаные и песчаные	Ветла (10) с примесью осокоря и осины	Изредка дрок красильный, шиповник, ива трехтычинковая	Вейник наземный, реже — костер безостый и пырей ползучий. Проективное покрытие 20—40%	—
Осокорники (Nigro-populeta)			Класс бонитета I, 2			
ежевичный (Caesii-rubosum)	Прирусловые среднепоемные понижения	Аллювиальные супесчаные, слабо гумусированные	Осокорь (10) с примесью ветлы и вяза гладкого	Подлесок отсутствует или изредка крушина ломкая, шиповник, ивы кустарниковые	Ежевика. Проективное покрытие 60—80%	
вейниковый (Calamagrostidosum)	Вершины и склоны прирусловых увалов, краткопоемные и непоемные неглубокие понижения.	Аллювиальные супесчаные и песчаные	Осокорь (10) с примесью вяза гладкого	Изредка клен татарский, боярышник сомнительный, шиповник, жестер слабительный, терн	Вейник наземный, реже костер безостый, пырей ползучий, пырей собачий. Проективное покрытие 60—80%	
Белотопольники (Albo-populeta)			Класс бонитета II, 2			
ежевичный (Caesii-rubosum)	Среднепоемные неглубокие понижения прирусловой и центральной пойм	Аллювиальные иловато-глинистые	Тополь серебристый (10) с примесью вяза гладкого	Подлесок отсутствует	Ежевика. Проективное покрытие 80—100%	
вейниковый (Calamagrostidosum)	Высокие обрывистые берега рек, вершины и склоны прирусловых увалов, краткопоемные и непоемные неглубокие понижения	Аллювиальные супесчаные и песчаные	Тополь серебристый (10) с примесью осокоря	Изредка вяз пробковый, крушина ломкая, терн, шиповник	Вейник наземный. Проективное покрытие 20—40%	
			Класс бонитета II, 5			
Вязовник ежевичный (Ulmetum caesii-rubosum)	Среднепоемные понижения центральной поймы.	Аллювиальные иловато-глинистые.	Вяз гладкий (10) с примесью ветлы и дуба	Подлесок отсутствует	Ежевика, реже крапива двудомная. Проективное покрытие 80—100%	
Дубравы (Querceta)			Класс бонитета II, 4—III			
дубняк ежевичный (Quercetum caesii-rubosum)	Среднепоемные и краткопоемные понижения центральной поймы	»	Дуб (10) с примесью вяза гладкого	»	Ежевика. Проективное покрытие 80—100%	
липово-дубняк ландышевый (Tilieto-Quercetum convallario-sum)	Среднепоемные и краткопоемные понижения	Аллювиальные черноземовидные суглинистые.	Дуб+липа мелколистная с примесью осины	Подлесок отсутствует или изредка клен татарский	Ландыш. Проективное покрытие 40—60%, местами 20—40%.	
дубняк ландышевый (Quercetum convallariosum)	Малопоемные и непоемные понижения	»	Дуб (10) с примесью вяза гладкого	Клен татарский.	Ландыш. Проективное покрытие 60—80%	
дубняк крапивный (Q. urticosum)	Малопоемные и непоемные территории	»	Дуб (10) с примесью вяза гладкого, береста, осины	Клен татарский, бересклет бородавчатый	Крапива двудомная. Проективное покрытие 60—80%, местами 80—100%	
дубняк можжевеловый (Q. juniperosum)	Подножия меловых склонов долин.	Карбонатные	Дуб (10) с примесью береста, липы и дикой яблони	Клен татарский, калина обыкновенная, бересклет бородавчатый, терн, можжевельник казацкий, барбарис обыкновенный	Кирказон обыкновенный, будра плющевидная, ландыш, борщевик сибирский, ластовень лазящий. Проективное покрытие 80—100%	
дубняк купыревый (Q. anthriscosum)	Непоемные повышенные участки пойм	Аллювиальные черноземовидные.	Дуб (10) с примесью береста	Клен татарский и бересклет бородавчатый	Купырь лесной. Проективное покрытие 40—60%	
дубняк коноплевый (Q. cannabiosum)	»	»	Дуб (10)	Подлесок отсутствует	Конопля сорная. Проективное покрытие 20—40%	
дубняк остепненный (Q. stepposum)	»	Аллювиальные черноземовидные супеси и суглинки	Дуб (10) с примесью береста	Клен татарский и бересклет бородавчатый	Вейник наземный, пырей гребневидный. Проективное покрытие 40—60%	
Осинники (Tremuleta)			Класс бонитета I, 3			
ежевичный (Caesii-rubosum)	Среднепоемные понижения	Аллювиальные иловато-глинистые	Осина (10)	Подлесок отсутствует	Ежевика. Проективное покрытие 80—100%.	
ландышевый (Convallariosum)	Малопоемные и непоемные понижения	Аллювиальные черноземовидные суглинистые	Осина (10) с примесью вяза	Подлесок отсутствует или изредка клен татарский и др.	Ландыш. Проективное покрытие 80—100%	
			Класс бонитета II			
Березняк вейниковый (Betuletum calamagrostidosum)	Межувальные понижения	Глеево-подзолистые	Береза (10).	Подлесок отсутствует	Вейник наземный. Проективное покрытие меньше 20%	
Ольшаники (Alneta)			Класс бонитета I			
осоковый (Caricosum)	Долгопоемные избыточно-увлажненные понижения на месте притеррасных травяно-осоковых болот	Илисто-торфянистые	Ольха (10)	Подлесок отсутствует	Осоки пузырчатая и ложносытевая. Проективное покрытие 60—80%	
папоротниковый (Thelypteridosum)	Долгопоемные избыточно увлажненные понижения притеррасья	»	»	Подлесок отсутствует или изредка черная смородина	Телиптерис болотный, реже недотрога обыкновенная и др. Проективное покрытие 80—100%	
калужницевый (Calthosum)	Долгопоемные притеррасные понижения	»	»	Подлесок отсутствует	Калужница болотная, реже хвощ луговой и др. Проективное покрытие 80—100%	
крапивно-таволговый (Urticoso - filipendulosum)	Среднепоемные притеррасные понижения	»	»	Подлесок отсутствует или изредка черная смородина	Крапива двудомная и таволга вязолистная. Проективное покрытие 60—80%	
ежевичный (Caesii-rubosum)	Среднепоемные притеррасные понижения	Аллювиальные иловато-глинистые	Ольха (10) с примесью вяза гладкого	Черная смородина, калина обыкновенная	Ежевика. Проективное покрытие 80—100%	

* Табл. 1 к статье А. Ф. Киреева «Типология пойменных лесов Волгоградской области», помещенной в «Лесном журнале» № 2 за 1969 г.

15 Северодв 7-2-1

Цена 1 руб. Индекс 70368

Подписывайтесь

на журнал на 1969 г.

«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ» МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

3
1969

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

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1,5—2 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30 × 21) в двух экземплярах с полем 4 *см* с левой стороны.

5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятия, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.