

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ГОСТом 19698—74 «Рукопись авторская для издания». Статьи не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. Над названием статьи следует проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны, на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *J* и *I*, *ξ* и *ε*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) представлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п.,

упомянутые в тексте статьи в первый раз, нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом 7.1—76 «Библиографическое описание произведений печати» и содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры: должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации (не более трех; рисунки под литерами, считаются за отдельные рисунки) представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

К статье должны быть приложены краткий реферат, аннотация и рекомендация кафедры.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 10 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

Журнал основан в 1957 году

6

1980

АРХАНГЕЛЬСК

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ **И. С. Мелехов** (гл. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. гл. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. гл. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **Е. М. Боровиков**, проф. **Ю. Г. Бутко**, доц. **П. И. Войчаль**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **И. И. Гусев**, проф. **Ю. Я. Дмитриев**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **Р. Е. Калитеевский**, проф. **В. Г. Кочегаров**, проф. **Э. Д. Левин**, проф. **П. Н. Львов**, проф. **Н. В. Маковский**, доц. **Н. В. Никитин**, доц. **А. Р. Родин**, проф. **П. С. Серговский**, проф. **Ю. Д. Силуков**, проф. **Э. Н. Фалалеев**, проф. **Н. И. Федоров**, проф. **В. В. Щелкунов**.

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

---

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

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1980.

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

---

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6.

---

Сдан в набор 30/Х 1980 г. Подписан к печати 23.01.81.  
Форм. бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать высокая. Условн. печ. л. 12,6. Уч.-изд. л. 14.  
Сл. 03564. Тираж 2050 экз. Заказ 8826. Цена 1 руб.  
Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,  
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*56

АНАЛИЗ ХОДА РОСТА  
СТВОЛА РАСТУЩЕГО ДЕРЕВА

П. В. ВОРОПАНОВ

Брянский технологический институт

Распознавание размеров таксационных элементов за прошлые периоды жизни дерева носит наименование анализа древесного ствола и заканчивается обычно трудоемким вычислением объема и объемного текущего прироста за прошлые периоды жизни дерева. Предпринятые поисковые работы выявили синхронизацию в изменениях некоторых таксационных элементов с возрастом деревьев, что позволяет упростить методику работ по анализу хода роста дерева.

Установлено, что связь между коэффициентами прироста по диаметру  $K_d$  и по объему  $K_v$  для рассматриваемого момента времени выражается уравнением параболы второго порядка

$$K_v = 2,14 (K_d)^2 - 1,50K_d + 0,37, \quad (1)$$

где  $K_d = \frac{d_A - n}{d_A}$ ;  $K_v = \frac{v_A - n}{v_A}$ ;

$A$  — возраст дерева в настоящее время или другой возраст (в начале отсчета);

$n$  — интервал по возрасту;

$d$  — диаметр дерева на высоте груди;

$v$  — объем дерева.

Эта связь имеет место для деревьев любой породы, независимо от происхождения, в любом регионе и при любых условиях внешней среды.

Отыскание в природе у дерева величины  $K_d$  несложно. Надо знать  $d_A$  и  $Z_d^n$  (где  $Z_d^n$  — прирост по диаметру), что позволяет найти

$$d_{A-n} = d_A - Z_d^n.$$

Но так как

$$K_v = \frac{v_{A-n}}{v_A},$$

то для определения объема ствола  $n$  лет назад (в возрасте дерева  $A - n$  лет) следует знать объем ствола в возрасте  $A$  лет, т. е.

$$v_{A-n} = v_A K_v.$$

Для облегчения вычислений  $K_v$  нами составлена вспомогательная таблица (табл. 1). Использование формулы (1) можно допустить для отыскания коэффициента  $K_v$  по любому стволу дерева, но только при условии, когда  $K_d$  имеет значение от 0,50 до 1,0.

Предложенный метод определения  $K_v$  по формуле (1) универсален, ибо может быть использован для получения объема ствола дерева  $n$  лет назад (в возрасте  $A - n$  лет).

Таблица 1

$K_d$	$K_v$	$K_d$	$K_v$	$K_d$	$K_v$	$K_d$	$K_v$	$K_d$	$K_v$
0,50	0,15	0,60	0,24	0,70	0,37	0,80	0,54	0,90	0,75
0,51	0,16	0,61	0,25	0,71	0,38	0,81	0,56	0,91	0,78
0,52	0,17	0,62	0,26	0,72	0,40	0,82	0,58	0,92	0,81
0,53	0,17	0,63	0,27	0,73	0,42	0,83	0,60	0,93	0,84
0,54	0,18	0,64	0,29	0,74	0,44	0,84	0,62	0,94	0,85
0,55	0,19	0,65	0,30	0,75	0,45	0,85	0,63	0,95	0,87
0,56	0,20	0,66	0,32	0,76	0,47	0,86	0,67	0,96	0,90
0,57	0,21	0,67	0,33	0,77	0,48	0,87	0,69	0,97	0,94
0,58	0,22	0,68	0,34	0,78	0,50	0,88	0,72	0,98	0,96
0,59	0,23	0,69	0,36	0,79	0,53	0,89	0,73	0,99	0,98

Полученные выводы следует апробировать на материалах, достоверных и доступных каждому таксатору для проверки наших предложений по использованию закона синхронизации в изменениях такса-

Таблица 2

Возраст дерева $A$	Исходные материалы				Объемы ствола $v$ , определенные методами				скользящей шкалы		
	Диаметр на высоте груди без коры $d$	$K_d = \frac{dA-n}{dA} = \frac{dA-n}{dA}$	$K_v$ полученный по $K_d$	$v_{ист}$ по данным А. В. Тюрина	периодным		относительное		9	10	11
					Вычисленные по формулам	абсолютное	Отклонение от истинных	относительное			
108	34,0	—	—	1,1803	—	—	—	1,1803	—	—	—
100	32,2	0,945	0,86	1,0218	0,007	0,7	0,7	1,015	0,007	0,7	0,7
90	30,0	0,93	0,835	0,8825	0,013	1,5	1,5	0,865	0,018	2,0	2,0
80	27,3	0,91	0,78	0,7125	0,023	3,2	3,2	0,675	0,037	5,2	5,2
70	25,4	0,93	0,835	0,5925	0,003	0,5	0,5	0,565	0,028	4,7	4,7
60	23,2	0,915	0,795	0,4667	0,005	1,1	1,1	0,450	0,017	3,7	3,7
50	20,2	0,875	0,705	0,3250	0,003	0,9	0,9	0,315	0,010	3,1	3,1
40	16,5	0,815	0,57	0,1879	0,002	1,1	1,1	0,180	0,008	4,3	4,3
30	12,4	0,755	0,46	0,0843	0,0022	2,6	2,6	0,083	0,0013	1,6	1,6
20	9,0	0,725	0,41	0,0314	0,0031	9,9	9,9	0,0340	0,0026	8,3	8,3
10	4,0	0,44	—	0,0037	—	—	—	—	—	—	—

ционных элементов дерева. Для апробации расчетов мы использовали материалы, опубликованные в учебнике проф. А. В. Тюрина «Таксация леса». Автор учебника выполнял анализ ствола дуба 108-летнего возраста, характеристики которого за прошлый период жизни, через 10-летние интервалы, приведены в первых пяти графах табл. 2. В последующих шести графах дано определение объемов двумя методами.

1. Периодный метод. В этом случае объем для каждого возраста дерева вычисляли автономно из условия, что он всегда получается из сопряжения истинного значения в возрасте  $A$  ( $v_{ист}^A$ ) с коэффициентом  $K_v^{A-n}$ .

Искомые значения  $v$  (графа б) по каждой горизонтальной строчке (по каждому периоду) определяли по формулам:

$$v^{A-n} = v_{ист}^A K_v^{A-n};$$

$$v^{A-2n} = v_{ист}^{A-n} K_v^{A-2n};$$

$$v^{A-3n} = v_{ист}^{A-2n} K_v^{A-3n} \text{ и т. д.}$$

2. Метод скользящей шкалы. Для практических целей, по-видимому, можно использовать другой способ анализа хода роста

ствола растущего дерева. Действительно, при периодном методе мы опираемся на истинные значения объемов дерева в начале отсчета и в каждом интересующем нас возрасте.

В данном случае такие истинные объемы имеются — см. графу 5 табл. 2. (Надо отметить, что истинные диаметры дерева ( $d$ ) по каждому периоду жизни дерева можно всегда получить, применяя приростной или возрастной бурав).

Но если предположить (а это так и будет на практике при внедрении новой технологии), что в наших руках имеется только один начальный отсчет (в возрасте  $A$  лет) истинных объемов растущего дерева, то, по-видимому, только одно первое определение его может опираться на истинные значения (графа 5). Поэтому формулы для определения искомым объемов у растущего дерева будут иметь следующий вид:

$$v^{A-n} = v_{\text{ист}}^A K_v^{A-n};$$

$$v^{A-2n} = v^{A-n} K_v^{A-2n};$$

$$v^{A-3n} = v^{A-2n} K_v^{A-3n} \text{ и т. д.}$$

В табл. 2 приведены расчеты объемов ствола за прежние периоды его жизни по двум методам и даны отклонения от истинных объемов.

По материалам табл. 2 составлена табл. 3, где приведены данные, характеризующие объемный текущий прирост деревьев при анализе хода роста по новой технологии (по исходным данным бланка анализа хода роста ствола дуба, выполненного А. В. Тюриным).

Таблица 3

Истинные значения			Исчисленные значения по методам					
Возраст $A$ , лет	Объем ствола без коры $v_{\text{ист}}$	Объемный текущий прирост $Z_{\text{ист}}^v$	периодному			скользящей шкалы		
			$v$ без коры	$Z_v$	Отклонения от $Z_{\text{ист}}^v$ , %	$v$ без коры	$Z_v$	Отклонения от $Z_{\text{ист}}^v$ , %
	м <sup>3</sup>		м <sup>3</sup>			м <sup>3</sup>		
108	1,1803	—	1,1803	—	—	1,1803	—	—
100	1,0218	0,1585	1,0150	0,1653	4,4	1,0159	0,1653	4,4
90	0,8825	0,1393	0,840	0,145	4,3	0,865	0,150	7,8
80	0,7125	0,1700	0,690	0,180	5,9	0,675	0,190	11,8
70	0,5925	0,1200	0,590	0,100	16,7	0,565	0,110	8,3
60	0,4667	0,1258	0,472	0,118	6,4	0,450	0,115	8,7
50	0,3250	0,1417	0,328	0,144	1,4	0,315	0,135	4,2
40	0,1879	0,1371	0,186	0,142	3,6	0,180	0,135	1,5
30	0,0843	0,1036	0,865	0,0995	3,9	0,083	0,097	6,3
20	0,0314	0,0531	0,0345	0,052	1,9	0,0340	0,049	7,5

В табл. 4 представлены расчеты достоверности таксационных элементов, получаемых новыми методами.

Таким образом, вскрытый закон о синхронности в изменениях с возрастом у дерева коэффициентов по диаметру на высоте груди без коры с коэффициентом по объему ствола позволяет находить объем ствола, который был у дерева  $n$  лет назад. В связи с этим нет нужды рубить деревья для проведения анализа хода роста ствола.

Таблица 4

Число наблюдений $n$	Среднее арифметическое отклонение в наблюдениях $x$ , %	Сумма отклонений		Среднее квадратичное отклонение значений признака от среднего $\sigma$	Ошибка		Достоверность показателей		Коэффициент изменчивости $c$	Ошибка коэффициента изменчивости $m_c$	Степень надежности (достоверности) коэффициента изменчивости $t_c$	Точность опыта $P_x$
		отдельных наблюдений арифметической $\sum d$	квадратов отдельных наблюдений от средней арифметической $\sum d^2$		среднего $m_x$	среднего квадратического отклонения $m_\sigma$	$t_x$	$t_\sigma$				

Объемы створов по периодному методу ( $v_{пер}$ )

106	2,4	—	686,1	2,54	0,246	0,174	9,75	14,6	106	13,0	8,2	10,2
-----	-----	---	-------	------	-------	-------	------	------	-----	------	-----	------

Объемы створов по методу скользящей шкалы ( $v_{ск. шк}$ )

106	3,2	—	668,0	2,51	0,243	0,173	13,2	14,5	78,5	8,1	9,7	7,6
-----	-----	---	-------	------	-------	-------	------	------	------	-----	-----	-----

Объемный текущий прирост при использовании  $v_{пер}$  ( $Z_{v_{пер}}$ )

106	8,1	—	4177	6,27	0,61	0,43	13,3	14,6	77,5	7,9	9,8	7,5
-----	-----	---	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

Объемный текущий прирост при использовании  $v_{ск. шк}$  ( $Z_{v_{ск. шк}}$ )

106	6,5	—	3069	5,38	0,525	0,370	12,4	14,3	83	8,8	9,45	8,1
-----	-----	---	------	------	-------	-------	------	------	----	-----	------	-----

УДК 630\*232 : 630\*521.1

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДИАМЕТРОВ ДЕРЕВЬЕВ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ

Н. А. БАБИЧ

Архангельский лесотехнический институт

Важным вопросом, имеющим практическое значение, является варьирование диаметров деревьев на высоте груди. Зная коэффициент изменчивости ( $C$ ), можно решить вопрос о необходимом числе наблюдений ( $N$ ) для установления среднего диаметра при заданной точности исследования ( $P$ ) по формуле

$$N = C^2 : P^2,$$

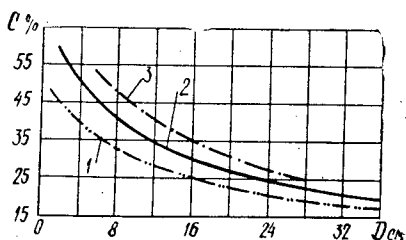
т. е. более рационально вести полевые исследования.

В таежных условиях изменчивость диаметра в культурах возраста спелости изучается впервые. Собранный нами материал позволяет проследить изменчивость диаметров в течение продолжительного периода формирования насаждений искусственного происхождения — до возраста 129 лет. Исследования проводили в условиях Лисинского учебно-опытного лесхоза Ленинградской области. Основные положения методики сбора экспериментального материала и его обработки заключаются в следующем. Пробные площади закладывали с учетом требований ГОСТа 16128-70 в однородных по почвенному и напочвенному покрову и микрорельефу, наиболее характерных по составу и густоте участках культур, т. е. пробные площади однородны по условиям месторождения и таксационным показателям насаждения. Перечет деревьев на пробах проводили по ярусам, элементам леса и ступеням толщины. Шаг ступеней толщины дифференцировался в зависимости от возраста изучаемых культур. Точность определения среднего диаметра основного элемента леса — 2—3%. Статистическая обработка экспериментального материала проведена по методике И. И. Гусева [1]. Для построения кривой, выражающей связь изменчивости диаметров деревьев от среднего диаметра основного элемента леса насаждений естественного происхождения использовали данные В. С. Монсеева [2] и результаты нашей обработки данных 11 пробных площадей, любезно предоставленных нам кафедрой лесной таксации ЛТА.

Установлено, что в насаждениях как естественного, так и искусственного происхождения с увеличением их возраста и соответственно

Зависимость коэффициента изменчивости диаметров деревьев на высоте груди от среднего диаметра.

1 — культур; 2 — насаждений сосны естественного происхождения; 3 — данные Н. Н. Соколова [3] по соснякам естественного происхождения Архангельской области.



среднего диаметра, изменчивость диаметров в целом уменьшается (см. рис.). Это свидетельствует о том, что интенсивность процесса дифференциации деревьев по толщине в древостое элемента леса с возрастом ослабевает. Отмеченная закономерность хорошо выражается логарифмическим уравнением

$$C = B - A \lg D,$$

где  $C$  — изменчивость диаметров на высоте груди;  
 $B, A$  — эмпирические коэффициенты;  
 $D$  — средний диаметр основного элемента леса.



Зависимость изменчивости диаметров в культурах от их среднего диаметра выражается уравнением:

$$C = 52,78 - 22,25 \lg D,$$

а в насаждениях естественного происхождения

$$C = 70,37 - 32,31 \lg D.$$

Графическое изображение изменчивости диаметров наглядно свидетельствует о том, что различия между изменчивостью диаметров в насаждениях различного происхождения наиболее выражены в молодом возрасте. Так, в молодняках со средним диаметром 2 см эти различия составляют 15 %, тогда как при среднем диаметре 26 см — всего 4 %. Это явление можно объяснить тем, что сами условия создания и выращивания культур (отбор посевного и посадочного материала, обработка почвы, равномерное размещение культивируемых особей по площади, лесокультурный уход) уже в некоторой степени ослабляют напряженность процесса дифференциации деревьев по диаметру, чего не наблюдается в молодняках естественного происхождения. По нашим данным, с увеличением среднего диаметра культур от 20 до 34 см вариация диаметров изменилась соответственно от 24 до 17,5 %. Эти данные близки к данным В. В. Успенского и В. К. Попова [4], которые изучали изменчивость диаметров в культурах V—VI классов возраста в условиях ЦЧО.

Используя установленную зависимость между средним диаметром культур и изменчивостью их диаметров, мы расчетным путем составили вспомогательную таблицу для определения необходимого числа наблюдений в зависимости от среднего диаметра основного элемента леса культур сосны при заданной точности.

Средний диаметр, см	Коэффициент изменчивости, %	Число наблюдений при точности, %								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	46,0	529	236	133	89	59	44	34	27	22
4	39,0	391	169	96	61	43	32	24	19	16
6	35,3	312	139	78	50	37	26	20	16	13
8	32,2	260	116	65	42	29	22	17	13	11
10	30,4	232	103	58	37	26	19	15	12	10
12	28,5	204	91	51	33	23	17	13	11	9
14	27,0	183	81	46	30	21	15	12	9	8
16	25,7	166	74	42	27	19	14	11	9	7
18	24,5	151	67	38	25	17	13	10	8	6
20	23,5	139	62	35	23	16	12	9	7	6
22	22,8	130	58	33	21	15	11	9	7	6
24	21,9	120	54	30	20	14	10	8	6	5
26	21,0	111	49	28	18	13	9	7	6	5
28	20,5	106	47	27	17	12	9	7	6	5
30	19,8	99	44	25	16	12	9	7	6	4
32	19,4	95	42	24	16	11	8	6	5	4
34	18,5	86	39	22	14	10	7	6	5	4

Сравнивая одновозрастные культуры сосны, произрастающие в идентичных лесорастительных условиях, но созданные разными методами при одинаковой обработке почвы, автор установил, что изменчивость диаметров сосны зависит от метода создания культур. В одновозрастных посевах и рядовых посадках различие коэффициентов изменчивости диаметров деревьев оказалось существенным:  $t = 4,00 > 3$ . В культурах, созданных посадкой семян с их размещением рядами и биогруппами, также наблюдается существенное различие между ко-

эффицентами изменчивости диаметров:  $t = 2,87$  (различия существенны при вероятности 0,99).

В групповых культурах, созданных посевом и посадкой, различия коэффициентов изменчивости менее существенны:  $t = 0,92$ . Таким образом, наибольшая изменчивость диаметров характерна для посевов. Более высокая изменчивость диаметров в посевах по сравнению с посадками в молодом возрасте [5] сохраняется и к 40 годам. Таким образом, в течение всего периода формирования фитоценоза культуры, по сравнению с естественными насаждениями, характеризуются меньшим коэффициентом изменчивости диаметров. Наибольшее различие между коэффициентом изменчивости диаметров в культурах и насаждениях естественного происхождения наблюдается в I классе возраста. В насаждениях искусственного происхождения изменчивость диаметров зависит от метода создания культур. Так, например, в 38-летних посевах изменчивость диаметров составила 30,5 %. Для одновозрастных рядовых культур характерна наименьшая изменчивость диаметров — 23,3 %. Посадки биогруппами занимают промежуточное положение между посевами и рядовыми посадками, коэффициент изменчивости составляет 28,4 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусев И. И. Вариационная статистика. — Архангельск: АЛТИ, 1970. — 98 с. [2]. Мойсеев В. С. Таксация молодняков. — Л.: ЛТА, 1971. — 343 с. [3]. Соколов Н. Н. Строение и рост чистых сосновых модальных древостоев Архангельской области и организация хозяйства в них: Дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — Архангельск, 1970. — 279 с. [4]. Успенский В. В., Попов В. К. Особенности роста, продуктивности и таксации культур. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 128 с. [5]. Хиров А. А. О дифференциации в культурах сосны. — Науч. тр./ ЛТА, 1959, вып. 89, с. 19—22.

Поступила 31 августа 1979 г.

УДК 630\*812 : 630\*5

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ВЕСОВОЙ ТАКСАЦИИ

В. В. УСПЕНСКИЙ

Воронежский лесотехнический институт

В лесной таксации основным способом учета древесины является измерение объема. С развитием глубокой переработки древесины объемный учет стал противоречить современным тенденциям в технологии, тяготеющим к использованию поточных линий и автоматизированных систем. Возросшие требования к точности учета первичной продуктивности лесов и лесных растительных ресурсов, эффективности лесохозяйственных мероприятий свидетельствуют о целесообразности перехода к весовому учету [1, 6—8, 10]. Уже сейчас продукция целлюлозно-бумажной промышленности учитывается по массе.

В задачу настоящей статьи входит анализ изменчивости плотности сосновой древесины на территории СССР и разработка рекомендаций по ее весовому учету. Данные о плотности древесины ( $\rho$ ) собирали из различных литературных источников [2—6]: для абс. сухой древесины ( $\rho$ ), при влажности 12—15 % ( $\rho_{12}$ ), и условной плотности ( $\rho_{усл}$ ), полученной по формуле [9]:

$$\rho_{усл} = \rho_0 \left( \frac{100}{100 + K_p \cdot 30} \right),$$

где  $K_p$  — коэффициент разбухания сосновой древесины по объему, равный 0,51 %.

Показатели плотности свежесрубленной древесины сильно варьируют в зависимости от сезона рубки, условий местопроизрастания, а потому менее пригодны для весовой таксации [11].

Собранные данные можно представить как статистическую совокупность. Общее число наблюдений — 292. Результаты статистической обработки представлены в табл. 1. Варьирование средних значений плотности  $\rho_0$  по всей территории страны достигает 19,4 %. При сокращении региона исследования изменчивость этого показателя снижается до 13,3 %. Различие между средними значениями  $\rho_0$  для Сибири и европейской части страны существенное ( $t > 3$ ) на самом высоком уровне вероятности безошибочных прогнозов (0,999). Заметна тенденция понижения плотности древесины сосны в СССР в направлении с запада на восток. Следовательно, в технических расчетах для европейской части страны и Сибири следует пользоваться отдельными показателями средней плотности. Различие в плотности при влажности 12—15 % не может быть доказано, так как почти весь материал (74 наблюдения из 85) представляет европейскую часть страны. Точность всех сравниваемых средних значений высокая (1—2 %).

Таблица 1

Показатели плотности	Район исследования	Статистические показатели				
		$M \pm m$	$\sigma$	$C \%$	$P \%$	$N$ шт.
		кг/м <sup>3</sup>				
$\rho_0$	СССР	405 ± 6,2	78,4	19,4	1,5	162
	Сибирь	380 ± 6,4	70,5	18,5	1,7	120
	Европейская часть СССР	460 ± 9,0	64,2	13,9	1,9	52
	УССР и БССР	467 ± 10,0	61,8	13,3	2,1	38
$\rho_{12}$	СССР	522 ± 5,5	51,0	9,8	1,1	85
	Европейская часть СССР	532 ± 5,7	48,9	9,2	1,0	74
	УССР и БССР	531 ± 7,6	46,8	8,8	1,4	38
$\rho_{\text{сул}}$	СССР	400 ± 4,1	27,4	6,8	1,0	45

Методами дисперсионного анализа выявляли зависимость  $\rho_0$  от условий местопроизрастания, возраста, происхождения. Существенного влияния условий местопроизрастания на плотность сосновой древесины по собранному материалу выявить не удалось.

Сравнивали плотность абс. сухой древесины в древостоях 40, 60, 80 и 100 лет на юго-западе (УССР и БССР) и на северо-востоке (Архангельская область и Коми АССР) европейской части страны. Из двух факторов (географическое положение и возраст) наиболее сильное влияние на  $\rho_0$  оказывает возраст (табл. 2). Причем это влияние достоверно при вероятности 0,999 ( $F_\phi > F_{st}$ ). Не установлена достоверность влияния на плотность древесины сосны отдельных географических районов, расположенных в пределах европейской части страны.

Осуществлена также попытка установить влияние на  $\rho_0$  происхождения насаждений сосны (культуры и естественное), наряду с возрастом. Отсутствие достаточного количества данных о плотности древесины в культурах позволило произвести такое сопоставление лишь для

Таблица 2

Показатели	Действующие факторы		
	Географическое положение	Возраст	Положение и возраст
$\eta^2$	0,04	0,77	0,82
$m_{\eta}$	$\pm 0,0019$	$\pm 0,044$	$\pm 0,105$
$F_{\Phi}$	2,1	17,5	7,8
$F_{st}$	4,6	9,6	7,1
Уровень вероятности	0,95	0,999	0,999

40- и 60-летних насаждений на территории УССР и БССР. Суммарное действие обоих факторов значительно ( $\eta^2 = 0,61 \pm 0,116$ ) и достоверно на уровне вероятности 0,95 (табл. 3).

Таблица 3

Показатели	Действующие факторы		
	Происхождение	Возраст	Происхождение и возраст
$\eta^2$	0,42	0,19	0,61
$m_{\eta}$	$\pm 0,039$	$\pm 0,038$	$\pm 0,116$
$F_{\Phi}$	10,8	5,0	5,3
$F_{st}$	10,0	5,0	3,7
Уровень вероятности	0,99	0,95	0,95

Из двух факторов наиболее сильное влияние на плотность древесины оказывает происхождение древостоев ( $\eta^2 = 0,42 \pm 0,039$  с вероятностью 0,99). Влияние возраста в данном случае существенно лишь с вероятностью 0,95, что объясняется незначительностью возрастного диапазона.

Проведенный анализ показал, что плотность сосновой древесины в значительной степени зависит от происхождения и возраста.

Большое значение имеет размер территории, где ведется исследование. Влияние происхождения в настоящее время учесть сложно, так как плотность древесины культур изучена пока недостаточно. Поэтому при получении средних значений плотности сосновой древесины было решено ограничиться учетом влияния возраста и региона (европейская часть СССР). Эти показатели получены путем графического выравнивания и приводятся в табл. 4.

С возрастом плотность сосновой древесины увеличивается, достигает максимума в 110 лет, а затем снижается. Прежде чем рекомендовать полученные значения  $\rho_0$  для технических расчетов, необходимо их проверить на конкретном материале. Для этого нужны фактические данные плотности и запаса сосновой древесины в конкретном древостое

Таблица 4

Возраст, лет	$\rho_0$ кг/м <sup>3</sup>	Возраст, лет	$\rho_0$ кг/м <sup>3</sup>
10	368	80	516
20	386	90	532
30	406	100	538
40	430	110	542
50	452	120	537
60	476	130	533
70	498	140	525

европейской части страны, отличающиеся высокой точностью. В качестве такого эталона использованы материалы А. А. Молчанова [5], полученные для сосняка-черничника Архангельской области. Поскольку древостой смешанный, до 100 лет плотность древесины березы принята равной  $620 \text{ кг/м}^3$ .

Расчетная фитомасса определена как произведение запаса на плотность двумя способами: через  $\rho_0$  и  $\rho_{\text{усл}}$  (табл. 5). В первом случае наши данные почти совпадают с фактическими значениями А. А. Молчанова, подтверждая высокую точность таксации фитомассы стволовой древесины по массе через плотность: систематическая ошибка равна — 0,6 %, средняя квадратичная  $\pm 4$  %.

Таблица 5

Возраст, лет	Состав	Запас, м <sup>3</sup>	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Фитомасса, т/га			Отклонение расчетной от фактической, %	
			$\rho_0$	$\rho_{\text{усл}}$	расчетная		фактическая	по $\rho_0$	по $\rho_{\text{усл}}$
					по $\rho_0$	по $\rho_{\text{усл}}$			
20	8Б2С	41	386	336	23,3	20,3	24,6	-5,3	-17,5
40	6Б4С	91	430	374	49,6	43,2	50,5	-1,8	-14,5
60	5С5Б	164	476	414	89,8	78,3	89,0	+0,9	-12,0
80	7С3Б	249	516	449	136,3	119,0	143,4	-5,0	-17,0
100	8С2Б	313	535	465	172,9	150,4	174,0	-0,6	-13,4
120	9С1Е	361	537	467	193,9	168,7	191,7	+1,1	-12,0
140	9С1Е	390	525	457	204,8	178,2	193,6	+6,4	-8,0

Более объективные данные о фитомассе в абс. сухом состоянии получены во втором случае, через  $\rho_{\text{усл}}$ . Фитомасса стволов, вычисленная через  $\rho_{\text{усл}}$ , на 13 % меньше, чем вычисленная через  $\rho_0$ . Подобной методикой учета можно пользоваться на практике. В литературе имеются сведения, что весовой учет древесины более точен, чем объемный [1]. Это обстоятельство подтверждает целесообразность весовой таксации сосновой древесины через условную плотность ( $\rho_{\text{усл}}$ ) с учетом возраста древостоя.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гайлитис Г., Аншмит В. Весовой способ определения объема хлыста. — Лесн. хоз-во, 1970, № 10, с. 78—80. [2]. Древесина. Показатели физико-механических свойств. РТМ. — М.: Стандартгиз, 1962. — 48 с. [3]. Исаева Л. Н. Метод расчета локальной и средней плотности абсолютно сухой древесины в стволах сосны и лиственницы. — Лесоведение, 1978, № 4, с. 90—94. [4]. Леонтьев Н. Л. Таблицы механических свойств древесных пород СССР. ЦНИИМОД, 1940. — 46 с. [5]. Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. — М.: Наука, 1972. — 276 с. [6]. Полубояринов О. И. Плотность древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 160 с. [7]. Поздняков Л. К. Лесное ресурсоведение. — Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1973. — 120 с. [8]. Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов: Методы изучения и результаты. — В кн.: Лесоведение и лесоводство. Итоги науки и техники. М., 1975, т. 1, с. 9—190. [9]. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 384 с. [10]. Young H. E. Forest Biomass Inventory: the Basis For Complete — Free Utilization. — Forest Product Journal, 1978, 28, N. 5, p. 38—41. [11]. Young H. E., Tryon T. C. A National Forest Biomass Inventory. — Invent. Forest. Nat. Joint Meet. JUFRO Groups: S 402 Forest Resour. Invent., 1978. Bucharest, 123—133.

Поступила 18 сентября 1979 г.

УДК 630\*237

## ВЛИЯНИЕ НИТРОАММОФОСКИ НА ПРИРОСТ ПРИСПЕВАЮЩЕГО СМЕШАННОГО ДВУХЪЯРУСНОГО ДРЕВОСТОЯ

А. П. ЗВИРБУЛЬ

Ленинградская лесотехническая академия.

Нами изучено влияние возрастающих доз (192—480 кг/га) нитроаммофоски марки 16 с соотношением N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O, равным 1:1:1, т. е. с действующим веществом 48 %, на радиальный и объемный прирост всех компонентов смешанного древостоя. Прибавка в приросте (м<sup>3</sup>/га) за 6 лет определена дифференцированно для всех пород и оценена экономически в виде окупаемости 1 р. затрат. Особое внимание обращено на березу как малоизученный объект применения минеральных удобрений, особенно в сложных многофакторных условиях смешанного двухъярусного насаждения.

Опытный участок расположен в Лисинском учебно-опытном лесхозе (квартал 122) и представлен в основном сосново-березовым древостоем со вторым ярусом ели. Класс бонитета I, тип леса — сосняк чернично-кисличный. Возраст древостоя первого яруса в среднем 80 лет, второго — 55 лет. Таксационная характеристика древостоев вариантов опыта представлена в табл. 1.

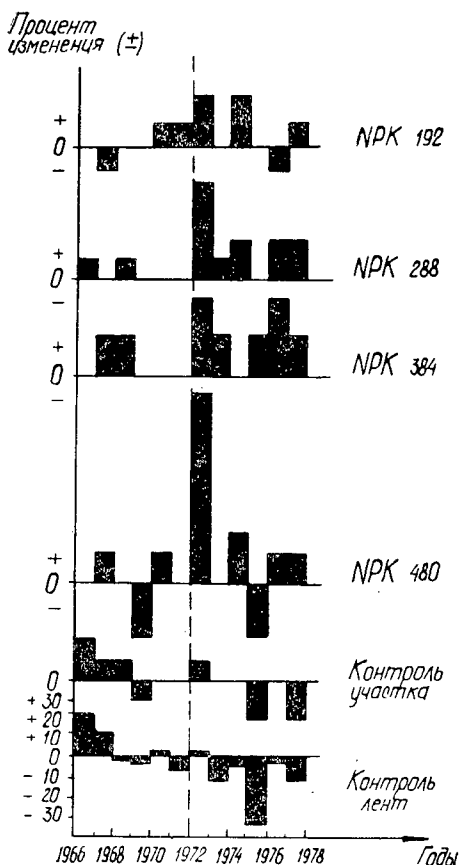
Таблица 1

Вариант опыта по дозам, кг/га	Площадь пробы, га	Ярус	Состав	Средние		Полнота	Число деревьев на пробе	Запас, м <sup>3</sup> /га
				D см	H м			
NPK <sub>192</sub>	0,54	I	8,9C1,1B	23,3	25,5	0,4	210	320
		II	10E	16,0	15,4	0,6	480	
NPK <sub>288</sub>	0,53	I	8C2B	24,3	27,4	0,5	201	335
		II	10E	16,3	16,5	0,4	285	
NPK <sub>384</sub>	0,65	I	4C4B2Oc	30,6	26,8	0,6	200	435
		II	10E	19,6	20,0	0,6	430	
NPK <sub>480</sub>	0,52	I	5,2C4,2B0,6Oc	26,8	26,3	0,5	202	415
		II	10E	18,2	16,3	0,6	376	
Контроль	0,56	I	4,7C4B1,3Oc	24,3	27,1	0,5	216	420
		II	10E	17,1	17,3	0,6	466	

Почвенный покров всех участков весьма однороден и представлен в основном мергумусными среднеподзолистыми супесчано-суглинистыми почвами на неглубоком двучлене. Профиль таких почв состоит из горизонтов A<sub>0</sub> + A<sub>1</sub> + A<sub>2</sub>/B + B + B/C. Зона активной ризосферы древостоя расположена в основном в лесной подстилке и гумусовом горизонте, т. е. в слое общей мощностью 4—11 см. По данным химических анализов, в этих горизонтах рН<sub>H</sub>O = 3,92—4,70, степень насыщенности основаниями не более 35 %. Содержание подвижных P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в гумусовом горизонте не превышает соответственно 2,5 и 6 мг на 100 г почвы. Азота в подстилке около 2 %, в гумусовом горизонте — 0,42 %.

Нитроаммофоска внесена ручным способом методом веерообразного рассева из ведер в мае 1972 г., результаты внесения изучены осенью 1978 г.

На основе сравнения ширины годичных колец деревьев, подкормленных нитроаммофоской или полным удобрением, с годичными кольцами деревьев контроля за период 6 лет получены данные (табл. 2) об отзывчивости древесных пород каждого варианта опыта на средние и



Спектры годовых колец березы при естественном росте и под влиянием нитроаммофоски, внесенной в 1972 г.

метр дерева уменьшали на двойную величину радиального прироста за 6 лет, которую находили по кернам.

Согласно данным табл. 3, в целом наиболее эффективными оказались варианты NPK<sub>192</sub> и NPK<sub>288</sub>, вариант NPK<sub>480</sub> прибавки древесины не дал. Береза по сравнению с хвойными оказалась более пластичной породой. Так, в варианте повышенной дозы ее прибавка составляет около 4 м<sup>3</sup>/га, тогда как сосна и ель уменьшили свой прирост.

Дополнительный прирост древостоя послужил основой для экономической оценки эффективности применения удобрения для леса в целом. Окупаемость затрат представлена в табл. 4. При ее расчете использованы рекомендации ЛенНИИЛХа [1] и Гипролестранса [2]. В графу затрат на удобрения (табл. 4) включена стоимость их механизированного подвоза на расстояние 2,5 км, ручного подноса до 800 м и разброса. Коэффициент приведения (КП) затрат к моменту реализации продукции взят по норме приведения  $E_n = 0,03$ . Как следует из табл. 4, применение в приспевающем смешанном двухъярусном древостое нитроаммофоски в дозе свыше 300 кг/га не эффективно.

Для прогноза абсолютной эффективности применения удобрений для березовой части смешанных древостоев на ЭВМ «Минск-32» по программе ПРА-3 получены два уравнения связи, определяющие при-

повышенные дозы минерального удобрения. Согласно результатам табл. 2, высокие дозы нитроаммофоски несколько угнетают сосну и ель и резко увеличивают радиальный прирост березы, особенно в первый год.

Динамика изменения ширины годовых колец березы по вариантам опыта показана в виде спектров (см. рис.), представляющих собой графическое изображение процентного увеличения или уменьшения ширины годовых колец по сравнению со средней периодической шириной колец за 6 лет до внесения минеральных удобрений.

Как видно из рисунка, влияние нитроаммофоски хорошо прослеживается в нечетные годы после ее внесения, а именно на 1-й, 3-й и 5-й год.

Абсолютную эффективность нитроаммофоски в виде прибавки запаса (м<sup>3</sup>/га) рассчитывали дифференцированно по породам и ярусам (табл. 3). Объем каждого дерева на конец 1978 г. и 6 лет назад определяли по общезвестной формуле как произведение площади сечения на высоту и видовое число.

Прибавку в приросте находили (с учетом группировки деревьев по ступеням толщины) как среднюю взвешенную разность между приростами за 6 лет деревьев, получивших удобрение и контрольных. Прирост за 6 лет деревьев березы определяли как разность объемов  $V_{1978} - V_{1972}$ , при этом для определения  $V_{1972}$  современный диаметр

Таблица 2

Вариант опыта	Порода	Изменение ширины годичных колец, %						
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	в среднем за 6 лет
NPK <sub>192</sub>	С	111	163	189	130	157	133	117
	Б	125	114	125	160	100	150	129
	Е	143	150	133	175	133	111	141
NPK <sub>288</sub>	С	89	138	133	120	157	122	127
	Б	115	110	120	125	120	109	117
	Е	114	100	89	113	111	89	103
NPK <sub>384</sub>	С	111	138	122	110	157	89	121
	Б	117	120	83	120	100	100	107
	Е	100	117	89	113	111	167	116
NPK <sub>480</sub>	С	100	100	111	90	129	122	109
	Б	233	117	129	125	100	133	140
	Е	89	100	100	113	100	100	100
В среднем по породам								
С		103	135	139	112	150	116	126
Б		147	115	114	132	105	123	123
Е		111	117	103	128	114	117	115

Таблица 3

Вариант опыта	Фактическая прибавка или убыль в периодическом объемном приросте, м <sup>3</sup> /га			
	Сосна	Береза	Ель (II ярус)	Всего
NPK <sub>192</sub>	7,10	0,59	10,64	18,33
NPK <sub>288</sub>	6,87	1,18	6,32	14,37
NPK <sub>384</sub>	0,22	2,14	3,44	5,80
NPK <sub>480</sub>	-0,61	3,66	-3,09	-0,04

Таблица 4

Вариант опыта	Порода	Дополнительный прирост		Затраты на 1 га, р.			Окупаемость 1 р. затрат, р.
		м <sup>3</sup> /га	в ценах преysкуранта 07 - 03, р.	на удобрения с КП	лесоэксплуатационные	всего	
NPK <sub>192</sub>	Береза	0,6	8,04	1,69	6,24	7,93	1,01
	Сосна и ель	17,7	325,68	26,97	99,90	126,87	2,57
NPK <sub>288</sub>	Береза	1,2	16,08	5,93	11,53	17,46	0,92
	Сосна и ель	13,2	176,88	37,05	71,99	109,04	1,62
NPK <sub>384</sub>	Береза	2,1	28,14	14,61	8,58	23,19	1,21
	Сосна и ель	3,7	68,08	42,70	25,06	67,76	1,00
NPK <sub>480</sub>	Береза	3,7	49,58	16,62	21,46	38,08	1,30
	Сосна и ель	-3,7	—	—	—	—	—

бавку объема древесины (дм<sup>3</sup>) на каждое дерево в зависимости от его параметров, срока влияния и дозы полного минерального удобрения:

$$V = n(-0,04877 + 0,0018244d - 0,000016d^2 - 0,0007826H + 0,00389C - 0,0367633L);$$



$$V = n(-0,044 + 3,85722V_{\text{ств}} + 0,0004C - 0,0397667L),$$

где  $n$  — срок влияния минерального удобрения, лет;

$d$  — диаметр, см;

$H$  — высота, м;

$V_{\text{ств}}$  — объем ствола, м<sup>3</sup>;

$C$  — доза удобрения, кг/га;

$L$  — единица состава березы.

Данные уравнения действены для березы при ее параметрах:  $D = 17,1—26,9$  м,  $H = 20,8—26,5$  м, участия в составе 1,1—4,2, запасе 20—100 м<sup>3</sup>/га, дозе нитроаммофоски 192—480 кг/га.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Румянцев Г. Т., Мойко М. Ф. Определение экономического эффекта от применения в лесном хозяйстве минеральных удобрений, гербицидов и арборицидов: Методические указания. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1973. — 27 с. [2]. Техничко-экономические показатели для проектирования лесозаготовительных предприятий. — Л.: Гипролес-транс, 1975.

Поступила 24 марта 1980 г.

УДК 632.954

### ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА ПРЕПАРАТОВ 2,4-Д В ПИЩЕВЫХ, КОРМОВЫХ ПРОДУКТАХ И ПОЧВАХ В ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ МОЛОДНЯКАХ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ

Д. А. УСОВА, А. С. КОЗОБРОДОВ

Архангельский лесотехнический институт

Сведения о количественном содержании остатков препаратов 2,4-Д в пищевых, кормовых продуктах и почвах на участках лиственно-хвойных молодняков после химической обработки их в средней подзоне тайги весьма ограничены.

Настоящая работа была предпринята в целях получения дополнительных сведений по рассматриваемому вопросу на территории ряда лесхозов Архангельской и Вологодской областей.

Объектами исследования были лиственно-хвойные молодняки в возрасте от 5 до 15 лет, возникшие на вырубках из-под ельников черничных. Доля хвойных в составе молодняков от 1 до 2 единиц. Почвы под молодняками в основном подзолистого и, реже, дерново-глеяного типов. Среди почв подзолистого типа преобладают подзолы маломощные супесчаные на тяжелых моренных бескарбонатных и карбонатных суглинках. Дерново-глеяные почвы представлены перегнойно-поверхностно-глеяватыми легко-суглинистыми видами.

Обработку молодняков проводили в основном бутиловым эфиром 2,4-Д, растворенным в дизельном топливе. Доза химиката 1—3,5 (по д. в.), расход растворителя 16—25 кг/га. На отдельных участках в качестве арборицида применяли аминную соль 2,4-Д, растворенную в воде. Доза химиката 2 кг/га. Время опрыскивания на обследованных объектах — вторая половина августа, в одном случае — 22 сентября.

Степень воздействия арборицидов на лиственные породы на обследованных участках сильная и средняя. При этом отмирает верхняя половина кроны.

Для изучения остаточных количеств бутилового эфира и аминной соли 2,4-Д использовали 67 образцов пищевых, кормовых продуктов и 15 образцов почвы, взятых с участков авиахимуходов различной давности.

Образцы ягод, грибов, характерных растений напочвенного покрова отбирали по диагонали изучаемого участка через каждые 10—15 м, почвенные образцы — из верхних генетических горизонтов на глубину до 20 см. Каждый средний образец получали путем смешения 10—15 индивидуальных, взятых на участках химухода при закладке почвенных прикопок.

Остаточные количества препаратов 2,4-Д определяли в Архангельской областной санэпидстанции методом, основанным на извлечении пестицидов из исследуемой пробы диэтиловым эфиром, кипячение экстракта с активированным углем, осушке экстракта безводным сернистым натрием и хроматографировании в тонком слое силикагеля. Для определения 2,4-Д и ее производных использовали силикагель марки КСК, КСК-2,5 с подвижным растворителем — смесью ацетона и аммиака в соотношении 8:1.

Для обнаружения пятен определяемых препаратов служил раствор азотнокислого серебра и аммиака в ацетоне. После опрыскивания этим раствором и облучения УФ-светом проведено количественное определение путем визуального сравнения интенсивности потемнения и размера пятен проб и стандартного раствора\*.

Из 82 образцов пищевых, кормовых продуктов и почвы 36 были собраны в год авиахимухода и 46 — через год и более после опрыскивания.

Район исследований	Дата химухода	Дата взятия образцов	Наименование образцов	Количество остаточных веществ, мг/кг сухого вещества
Няндомское лесничество Няндомского лесхоза Архангельской области**	24-25.VIII.74 г.	9.IX.74 г.	Грибы съедобные	1,20
			Ягоды клюквы	0,10
			Почва	0,20
Лелемское лесничество Няндомского лесхоза Архангельской области	27.VIII.74 г.	10.IX.74 г.	Грибы съедобные	0,50
			Ягоды брусники	0,14
			Почва	0,12
Велико-Устюгский лесхоз Вологодской области	24.VIII.74 г.	4.IX.74 г.	Листья брусники	0,25
			Ягоды брусники (2 образца)	0,12—0,20
Георгиевское лесничество Белозерского лесхоза Вологодской области	5.VIII.75 г.	2.IX.75 г.	Вейник (3 образца)	0,60—0,80
			Иван-чай	0,40
			Зеленые мхи	0,60
			Почва	0,12
Кирилловское лесничество Обозерского лесхоза Архангельской области	22.IX.76 г.	13.X.76 г.	Злаки	2,00
			Иван-чай	1,00
			Зеленые мхи	0,20
			Почва	0,30
Сямженский лесхоз Вологодской области	21-23.VIII.76 г.	9.IX.76 г.	Листья малины	0,20
			Листья и стебли брусники	0,50
		25.IX.76 г.	Листья и стебли брусники	0,50

\*\* Здесь применялся препарат аминная соль 2,4-Д.

На участках, где образцы собраны в год авиахимухода, из 36 образцов остаточные количества арборицидов обнаружены в 22 (см. табл.). Спустя 11—33 дн. после применения препаратов содержание остаточных веществ составило (в мг/кг сухого вещества): в почве — 0,12—0,3; в съедобных грибах — 0,5—1,2; в различных ягодах — 0,1—0,2; в листьях и стеблях брусники, малины — 0,2—0,5; в зеленых мхах — 0,2—0,6; в траве — 0,4—1,0; в злаках — 0,6—2,0.

Полученные нами данные близки к данным других исследователей. Так, сотрудники ВНИИГИНТОКС, изучавшие содержание 2,4-Д в различных субстратах при авиационно-химической обработке смешанных молодняков в Сиверском лесхозе, показали, что через 10 дн. после

\* Химические анализы проведены под руководством Г. П. Антупфевой (отделение ядохимикатов санитарно-гигиенической лаборатории областной СЭС).

применения арборицида содержание бутилового эфира 2,4-Д составляло (мг/кг): в различных ягодах — 0,1—0,65; в траве — 0,74 (цит. по [3]).

Обнаружение остатков арборицидов не во всех образцах связано с тем, что растения напочвенного покрова, находясь под защитой верхних ярусов древесной и кустарниковой растительности, получают препарат неравномерно. Оказывают влияние здесь и осадки, которые могут смывать препарат с листьев деревьев. Так, например, в Георгиевском лесничестве Белозерского лесхоза Вологодской области образцы с участка авиахимухода были взяты дважды — спустя 7 и 28 дн. после обработки ядохимикатами. За 7 дн. после опрыскивания выпало 8,2 мм осадков, и ни в одном образце остатки не были обнаружены. За 28 же дн. выпало 30,5 мм осадков, и в части образцов арборициды были найдены. Из 46 образцов, собранных на участках авиахимуходов с давностью больше одного года, остаточные вещества не были обнаружены ни в одном.

Предельно допустимые остатки (ПДО) в настоящее время в ФРГ для 2,4-Д в листовых и других зеленых овощах и корнеплодах составляют 0,05 мг/кг. В других продуктах питания допускаются остатки 2,4-Д не более 0,01 мг/кг [1]. Допустимые нормы 2,4-Д в зерне ячменя, овса, ржи, пшеницы в США — 0,5 мг/кг.

У нас и в других странах предельно допустимые концентрации (ПДК) пестицидов в различных видах пищевой и кормовой продукции устанавливают с большим запасом прочности. Значения этого показателя для 2,4-Д — 0,05 мг/кг [3].

Таким образом, спустя 11—33 дн. после проведения авиахимухода содержание остаточных веществ в пищевых, кормовых продуктах и почвах (0,1—2,0 мг/кг) явно превышало норму.

Деактивация почвы после внесения в нее тех или иных химических препаратов может происходить вследствие их вымывания, испарения, поглощения корнями растений, связывания поглощающим комплексом, химического и фотохимического распада и разрушения почвенными микроорганизмами.

Почвенные условия в значительной степени определяют интенсивность разложения токсиканта, его гербицидное воздействие на растительность. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о довольно быстром их разложении. Но время распада арборицидов различно. Ряд авторов [4—6] считают, что сроки детоксикации почвы для солей 2,4-Д при дозе около 2 кг/га составляют несколько недель. А. А. Стрелкова [2] и другие исследователи отмечают, что разложение эфиров 2,4-Д в почве после обработки ими листовенно-хвойных молодняков продолжается в течение 2—3 мес, а полностью они исчезают через 9—10 мес. Количественные методы определения содержания арборицидов в почве не учитывают их взаимодействия с растениями. Поэтому образцы почв, взятые на участках свежих химуходов в 1974—1976 гг., были использованы для постановки вегетационных опытов по влиянию остаточного действия арборицидов в почве на грунтовую всхожесть семян сосны и ели.

Полученные данные показали, что на образцах почвы, взятых через 15 дн. после проведения химуходов, содержащих аминную соль в количестве 0,20 мг/кг, грунтовая всхожесть семян сосны понизилась на 23 % и семян ели — на 20 % по сравнению с контролем. На образцах почвы, взятых за аналогичный срок после проведения химуходов, но содержащих бутиловый эфир в количестве 0,30 мг/кг, грунтовая

всхожесть семян сосны уменьшилась на 8—20 % и семян ели на 11—13 % по сравнению с контролем.

В связи с длительностью сохранения в почве токсичности препаратов 2,4-Д бутилового эфира и аминной соли имеются опасения повреждения ими культур хвойных пород на участках свежих химуходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Майер-Боден Г. Гербициды и их остатки. — М.: Мир, 1972. [2]. Стрелкова А. А. Воздействие 2,4-Д на биогеоценозы лиственно-хвойных молодняков. — Петрозаводск, 1976. [3]. Шутов И. В., Мартынов А. Н. Арборициды в лесном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. [4]. Burschel P. Gemeinschaftliche Untersuchungen privater und öffentlicher Forschungsinstitute über die Wirkungsdauer von Herbiziden in Boden. — Z. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz, 1964, 71, S.-H. 2; Pflanzenschutz, 1966, 1, 55. 538. [5]. Kurth H. Chemische Unkrautbekämpfung. — Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1968. [6]. Heurrer H. Zur Kenntnis der Auswirkung von Herbiziden in Boden. I. Mitt. Untersuchung über die Nachwirkung von Bodenherbiziden auf die Fruchtfolge. — Pflanzenschutzberichte, 1962, 28, N 10—12; Pflanzenschutz, 1963, 6, 55. 361.

Поступила 3 июня 1980 г.

УДК 630\*41

## О ПЕСТИЦИДАХ НОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ЛЕСОЗАЩИТЕ

А. Х. ОШКАЕВ, Г. В. СТАДНИЦКИЙ

Ленинградский технологический институт ЦБП  
Лисинский учебно-опытный лесхоз ЛТА

В практике защиты леса определяющая роль всегда отводилась и, по-видимому, еще долго будет отводиться химическим мероприятиям [1]. В 1920—1930-е гг. применяли так называемые пестициды I генерации: неорганические соединения мышьяка и меди, а также органические препараты, такие, как керосин или вещества растительного происхождения типа ротенона и пиретрума. В 1940—1950-х гг. широкое распространение получили пестициды II генерации, созданные на базе хлорированных углеводов, органических соединений фосфора, эфиров карбаминовой кислоты и т. п. [9]. Однако проявившиеся вскоре негативные побочные явления, связанные с массовым использованием этих несомненно эффективных и экономичных средств, вынудили продолжить поиск и отбор более селективных и безопасных препаратов, обеспечивающих сохранение естественных механизмов регуляции численности растительноядных членистоногих ([8] и др.). Таковыми оказались пестициды III генерации: препараты на основе ювенильных гормонов, естественные феромоны и их синтетические аналоги, хемостериллянты, антифиданты и т. п., а также микробиологические препараты. Но, как известно, их производство и применение связано с рядом трудностей методологического и организационного порядка.

Между тем, очень мало внимания уделяется тем средствам защиты, которые использует само растение и которые выработались у него в процессе эволюции, сопряженной с эволюцией паразитов.

Для специалистов лесозащиты бесспорно преимущественный интерес представляют биологические активные вещества (БАВ) древесных растений, в первую очередь, хвойных. Под БАВ мы понимаем в основном продукты смолы выделения, являющиеся средством активной защиты деревьев от воздействия неблагоприятных биотических факто-

ров [6, 12, 13]. Значение смолы (живицы) как важного фактора энтомо- и микоустойчивости деревьев было доказано исследованиями П. А. Положенцева и Д. Ф. Руднева еще более четверти века назад. Дальнейшие исследования этих и других авторов показали, что ведущая роль здесь принадлежит летучей фракции живицы — терпентинному маслу ([5, 12, 15] и др.). Но терпентинное масло имеет сложный состав и включает терпеновые углеводороды  $C_{10}H_{16}$  (монотерпены) и их производные — спирты, альдегиды, кетоны. Кроме того, в состав эфирного масла могут входить сесквитерпены ( $C_{15}H_{24}$ ), дитерпены ( $C_{20}H_{32}$ ), политерпены ( $C_5H_8$ ). Естественно, что вопрос о роли живицы трансформируется в вопрос о биологической активности и роли каждого компонента в выполнении защитной функции. Наиболее токсичны для насекомых монотерпены [6, 11], однако важное значение имеет не только их качественный состав, но и интенсивность смоловыделения в целом, т. е. физиологическое состояние дерева, определяющее его сопротивляемость вредителям и болезням [4, 5, 12, 13]. При этом состав терпенов и интенсивность выделения живицы определяют не только собственно устойчивость дерева к поселению, например, насекомых, но и его первичную привлекательность, возможность опознавания его насекомыми в качестве пищевого или стациального субстрата, т. е. своего рода «информативность».

Развитие химии терпеноидов способствовало поиску новых средств защиты растений от насекомых. В качестве инсектицидов запатентованы эмульсии терпентинного масла в воде, хвойное эфирное масло, дипептен, но все эти препараты так и не получили применения на практике, ибо их использование не было обосновано материалами физиологических, экологических, технологических исследований. Вместе с тем, мы считаем, что уже сейчас могут быть созданы эффективные препараты на основе БАВ, которые позволят использовать как собственно токсические свойства их компонентов, так и хеморецепторные реакции насекомых, т. е. при этом можно, например, дезинформировать их, придавая одной породе запах другой породы, или заставить отказаться от приема пищи. В данном случае препараты могут «работать» в качестве репеллентов, маскирантов, антифидантов [2].

В качестве основы инсектицидных составов должны выбираться такие продукты смоло-скипидарного или гидролизного производства, которые либо являются отходами, либо не имеют полного сбыта в народном хозяйстве. Сырая сосновая живица, например, пользуется большим спросом и может использоваться не в качестве базового вещества, а в небольших количествах в качестве связующих добавок.

При первых поисковых опытах, начатых еще в 1973 г., испытано 12 вариантов составов на основе живицы с различным содержанием и соотношением буферного растворителя (этанол) и эмульгатора (ОП-7 или сульфанол). При опрыскивании водными эмульсиями, содержащими 0,5—1,0 % живицы, 2—4 % этанола и эмульгатора, личинки рыжего соснового пилильщика гибли через 48—100 ч на 71—95 %, как и лоховая и калиновая тли, а личинки можжевельного пилильщика-монотенуса — полностью через 16 ч. Расход эмульсии составлял 100—200 мл на крону дерева высотой 2—4 м. К сожалению, относительно стойкую эмульсию дает только соотношение этанола и живицы, равное 7—10:1, а приготовить концентрат не удается.

Среди компонентов терпеновой фракции живицы наибольшими инсектицидными свойствами, как известно, обладает  $\Delta^3$ -карен. Поэтому для использования в качестве инсектицида желательно иметь такой отход производства, который содержал бы этот компонент. Таким продук-

том является скипидар, из которого при камфарном производстве удалены пиненовые фракции. Это так называемый «скипидар без пинена» (СБП), который имеет лишь частичный сбыв, и около 15—20 % его ежегодно остаются нереализованными. Согласно данным газожидкостной хроматографии, этот продукт содержит 27—28 %  $\Delta^3$ -карена, 20 % дипептена, около 8 %  $\alpha$ -пинена, около 2 %  $\beta$ -пинена, примерно столько же  $\beta$ -мирцена, свыше 3,3 % камфена. Он и был взят за основу при наших дальнейших работах на данном этапе, хотя, разумеется, не является единственным отходом промышленности, содержащим токсичные для насекомых терпены. Поиск в этом направлении представляется практически безграничным.

Производные живицы не смешиваются с водой, и стабильные эмульсии типа «вода — терпентин» получаются при плавлении живицы с применением острого пара. При этом в живицу попадают сульфитно-бардяные концентраты (СБК), являющиеся отходами целлюлозно-бумажного производства [14]. Кроме того, для стабилизации таких эмульсий необходим подогрев смеси до 80 °С в течение 30 мин (с перемешиванием [10]).

На этом основании для приготовления маточных эмульсий с содержанием 25 % СБП составляли смесь объемом 2000 мл (по емкости специально изготовленного гомогенизатора с частотой вращения мешалки 2,8 тыс. об/мин), в которую добавляли 2,5 % эмульгатора и 72,5 % воды. При необходимости добавления связующего вещества в целях повышения длительности действия смеси в природе в состав добавляли 12,5 % сырой живицы. Получавшиеся эмульсии смешивались с водой в любых соотношениях и не расслаивались в течение нескольких суток. Предварительно в лабораторных тестах было доказано, что СБП при контактном применении обладает максимально быстрым действием в сравнении с другими терпенами, а при фумигантном — лишь немного уступает  $\beta$ -пинену (табл. 1).

Таблица 1

Испытуемое вещество	Время полной гибели		
	при контактном воздействии, мин. га личинок		при фумигантном воздействии на личинок большого листовничного пилильщика, ч
	большого листовничного пилильщика	лиственничной мухи	
СБП	2,18	6,79	2,60
$\Delta^3$ -Карен	2,69	9,72	3,49
$\alpha$ -Пинен	4,10	2,62	3,01
$\beta$ -Пинен	5,73	10,31	2,34
Лимонен	8,63	—	3,22
Камфен	15,54	12,01	3,17

Определение значений средних смертельных концентраций ( $СК_{50}$ ) для СБП и разных вариантов его смесей по Гару [3] показало, что из трех испытанных веществ самой токсичной оказалась смесь СБП с живицей (табл. 2). Однако СБП и с живицей, и в чистом виде превышали по токсичности живицу, взятую в качестве тест-эталоны.

Опытно-полевые испытания проводили при обычных для химических обработок режимах. Деревья и кустарники высотой 2—6 м с питающимися на них насекомыми делят разных видов обрабатывали в мелкокапельном режиме при помощи ранцевого аэромонитора ОМР-2 с расходом эмульсии 150—300 мл на крону в зависимости от ее величины. Для контроля капельности покрытия и дозировки препарата на кронах укрепляли карточки из белой мелованной бумаги, а в эмульсию добавляли немного нигрозина.

В качестве эталона использовали вначале хлорофос (1 %-ная водная эмульсия), а позднее — фосамид (0,1 %-ная эмульсия). Учет насекомых проводили в кронах и на марлевых пологгах.

Таблица 2

Объект обработки	Средние значения СК <sub>50</sub> , мг/л		
	Живца (эталон)	СБП чистый	СБП с живицей в соотношении 1:0,5
Желтый ольховый пилильщик (личинки II возраста)	9,38 ± 0,21	7,42 ± 0,02	5,60 ± 0,28
Большой листовенничный пилильщик (личинки II возраста)	16,41 ± 0,77	11,90 ± 0,37	7,01 ± 0,05
То же, III возраста	23,70 ± 0,84	16,23 ± 0,62	9,24 ± 0,14
Лунка серебристая (гусеницы III возраста)	6,32 ± 0,61	5,92 ± 0,69	2,90 ± 0,47
Ольховый листоед (взрослые личинки)	9,35 ± 0,41	7,33 ± 0,29	4,66 ± 0,06
Имаго и личинки большой акациевой тли	6,78 ± 0,29	4,64 ± 0,32	2,99 ± 0,03

Установлено, что в капельном варианте нанесения 1 %-ных эмульсий они давали повышенную вариабельность смертности насекомых, но при увеличении концентрации до 5 % вариабельность значительно снижалась, причем смертность личинок закономерно уменьшалась с их возрастом. В табл. 3 показана смертность личинок большого листовенничного пилильщика при мелкокапельных обработках эмульсиями СБП с живицей.

Таблица 3

Номер опыта	Концентрация по СБП, %	Возраст личинок	Смертность, %	Коэффициент варьирования, %	Точность опыта, %
1	1	II	63,5 ± 2,2	11,0	3,5
2	1	III	59,3 ± 4,2	21,2	7,5
3	1	IV	19,2 ± 2,9	45,3	16,1
4	5	II	94,0 ± 5,7	19,2	6,0
5	5	III	84,1 ± 1,4	6,3	1,7
6	5	IV	27,9 ± 1,1	12,5	3,9
7	10	II	98,7 ± 0,9	2,9	0,9
8	10	III	93,8 ± 2,2	7,4	2,3
9	10	IV	81,2 ± 6,2	24,2	7,6
10	15	II	100	—	—
11	15	III	100	—	—
12	15	IV	94,4 ± 2,5	8,4	2,6
13—15	Контроль	II—IV	1,5—2,0	—	—

Оптимальные концентрации действующего вещества для других насекомых при капельном варианте обработки составили: для ольхового желтого пилильщика и сибирского хермеса на кедре — 5 %, для личинок ольхового листоеда, большого березового пилильщика, лунки серебристой, а также для имаго и личинок большой акациевой тли — 1 %. При сплошном покрытии (до стекла) концентрации могут быть ниже, но возрастает расход рабочей эмульсии. В ориентировочном пересчете на 1 га расходы рабочих эмульсий составляют 150—250 л.

Установлено, что испытанные вещества не обладают селективным действием, но косвенно селективность проявляется в сочетании токсического и репеллентного эффекта. Поэтому большинство насекомых опадает на землю сразу после обработки еще живыми. С точки зрения эффективности защиты это не имеет существенного значения, ибо вернуться в крону вредители не могут. В то же время представители хищ-

ных насекомых (личинки мух-журчалок) падают на пологи быстрее, чем фитофаги, и не погибают. Имаго наездников сразу же улетают, и в дальнейшем обработанные деревья опасности для них не представляют. Отсюда следует, что в отличие от синтетических препаратов, СБП и иные производные живицы не экоцидны.

Оценка острой фитоцидности препаратов для лиственницы и березы показала, что ожоги листьев опасны лишь при концентрации 25 %, а уже при концентрации 15—20 % балл ожога по известной шкале [16] не превышает 2.

Санитарно-гигиеническая оценка СБП по стандартным методикам при пероральном, ингаляционном и накожном поступлении на белых мышах и морских свинках показала, что он относится к IV группе токсичности согласно ГОСТ 12.1.007—76 (малотоксичные препараты). Например, летальная доза для белых мышей при введении в желудок составила 6 г/кг.

Комплекс проведенных исследований дает основание заключить, что известные токсические свойства биологически активных веществ хвойных пород могут быть реализованы в практике лесозащиты в качестве основы для создания нового поколения пестицидов. Их главнейшими признаками являются:

теоретические основы создания и применения, заключающиеся в реализации в защите растений естественного антибиоза последних;

создание препаратов на основе промышленных отходов, что позволяет решать прикладные задачи защиты растений и отвечает современным принципам безотходного производства;

специфика воздействия: эти пестициды обладают комплексным эффектом, т. е., наряду с токсическим действием, проявляют свойства антифидантов и репеллентов. Таким образом достигается быстрая и высокая эффективность защиты объектов без обязательного стремления к полному уничтожению фитофагов;

химические свойства и происхождение БАВ, позволяющие считать эти вещества не инородными и практически безопасными для лесных биогеоценозов, а отсутствие в их составе высокотоксичных алкалоидов, типичных для ранее известных веществ растительного происхождения (пиретрины, никотины, деррис и др.), определяет их безопасность для персонала.

Сырая живица и кареновая фракция скипидара (скипидар без пинена), а также их комбинации обладают широким спектром действия и эффективны против волосистых и голых личинок многих насекомых.

Можно считать решенной главную задачу, ранее исключавшую широкое применение в защите растений продуктов смоло-скипидарного производства: приготовление водных рабочих эмульсий. Причем предложенная технология проста и может быть реализована даже в условиях лесохозяйственного производства.

Что касается применения рассмотренных здесь (и любых аналогичных) препаратов в качестве элемента системы помех, то наши исследования убеждают в том, что основными являются преимущественно запаховые реакции насекомых (химическое чувство), и путь дальнейшего поиска находится в области ольфакторных исследований. Результаты наших работ использованы в производстве Ленинградскими станциями защиты леса и защиты растений для защиты садово-парковых и лесных насаждений города и области.



## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронцов А. И. Патология леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. [2]. Вредители шишек и семян хвойных пород/ Г. В. Стадницкий, Г. И. Юрченко, А. Н. Сметанин и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. [3]. Гар К. А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. — М.: Сельхозиздат, 1963. [4]. Гримальский В. И. Устойчивость основных насаждений против хвоегрызущих вредителей. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. [5]. Значение защитных веществ в устойчивости сосны против вредителей/ Д. Ф. Руднев, В. П. Смелянец, Ю. А. Акимов, Л. Н. Лиштванова. — Лесн. хоз-во, 1969, № 12. [6]. Исаев А. С., Гирс Г. И. Взаимодействие дерева и насекомых-ксилофагов. — Новосибирск: Наука, 1975. [7]. Крушев Л. Т. Устойчивость сосны к побеговым. — В кн.: Тр. первой межвузовской конференции по защите леса. М., 1958. [8]. Матис Г. Интегрированная защита растений. — В кн.: VIII Международный конгресс по защите растений. М., 1975. [9]. Мельников Н. Н., Волков А. И., Короткова О. А. Пестициды и окружающая среда. — М.: Химия, 1977. [10]. О причинах стабилизации эмульсий «терпентин — вода»/ П. П. Поляков, А. И. Седелников, А. А. Радюшин и др. — В кн.: Новое в производстве и использовании канифоли и скипидара. М., 1975. (Тр. ЦНИЛХИ). [11]. Ошкаев А. Х. Токсические свойства монотерпенов по отношению к хвоегрызущим и вредителям шишек и семян хвойных пород. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 5. [12]. Положенцев П. А., Золотов Л. А. Токсичность живицы и лубяной жидкости для короедов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1969, № 4. [13]. Рожков А. С., Массель Г. И., Животова М. М. Токсические и репеллентные свойства смолистых веществ лиственницы по отношению к дендрофильным насекомым. — В кн.: Фауна и экология насекомых Восточной Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1973. [14]. Славянский А. К., Медников Ф. А. Технология лесохимических производств. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. [15]. Смелянец В. П. Устойчивость сосен крымской и обыкновенной к вредным насекомым на юге Украины: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. Киев, 1967. [16]. Стадницкий Г. В., Бортник А. М. Шкала для оценки ожогов при химических обработках леса. — Химия в сельском хозяйстве, 1974, № 5.

Поступила 29 ноября 1979 г.

УДК 581.143.6

**ИЗМЕНЕНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА  
ИЗОЛИРОВАННОЙ ТКАНИ ХВОИ  
*Picea abies* (L.) Karst.  
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
2,4-ДИХЛОРФЕНОКСИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ**

Г. А. ШИРЯЕВА, Т. С. ГУТМАН, А. А. ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

Широко применяемая в растениеводстве в качестве гербицида 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) — один из наиболее распространенных стимуляторов роста тканей в изолированной культуре. Неоднократно было замечено, что у клеток, культивируемых на свету, в присутствии 2,4-Д подавляются способность к образованию хлорофилла [6, 7, 11, 14] и интенсивность фотосинтеза [6].

Мы уже сообщали ранее [5], что полученная нами изолированная ткань хвой ели отличается от большинства описанных в литературе тканевых культур покрытосеменных растений тем, что обладает способностью в равной мере синтезировать значительное количество хлорофилла как на среде с  $\alpha$ -нафтилуксусной кислотой (НУК), так и с 2,4-Д. В течение четырех лет концентрация хлорофилла в изолированных тканях ели сохранялась практически неизменной в обоих вариантах, однако в дальнейшем было обнаружено прогрессирующее обесцвечивание клеток, содержащихся с 2,4-Д.

В настоящей работе приведены результаты исследования по определению количества хлорофиллов, характера их связи с другими компонентами пигмент-липопротеидного комплекса и ультраструктуры хлоропластов в зеленых изолированных клетках хвои ели, подвергавшихся в течение шести лет действию НУК и 2,4-Д.

Методика получения и выращивания каллусной ткани ели была описана ранее [5]. Продолжительность одного пассажа составляла 40—50 сут. Исследования проводили с тканями в возрасте 25—30 сут, находящимися в фазе экспоненциального роста.

Хлорофиллы экстрагировали 96° этанолом из предварительно обезвоженного сернокислым натрием материала. Содержание пигментов определяли спектрофотометрически и рассчитывали по формуле Винтерманса на сухой вес ткани.

Изменение нативного состояния хлорофилл-липопротеидного комплекса исследовали путем регистрации второй производной ( $D''$ ) спектров абсорбции водных гомогенатов, полученных из зеленой каллусной ткани. Описание дифференцирующего блока, приемов работы и разбор ошибок приведены в работах В. С. Саакова и сотрудников [1, 2].

Для электронно-микроскопических наблюдений использовали зеленую ткань, фиксированную в течение 4 ч при 4 °С 1%-ным раствором глутарового альдегида в 0,1 М фосфатном буфере Серенсена при pH = 7,2.

Зеленение каллусов в культуре *in vitro* происходит постепенно и достигает максимума после четырех пересевов.

Содержание хлорофилла (мг/г сухого вещества) при культивировании каллусных тканей на среде двух вариантов приведено в таблице.

Среда	Содержание хлорофилла в пассажах				Хл. «а»/Хл. «б» в пассажах	
	4	30	40	50	4	50
НУК	2,41 ± 0,21	2,35 ± 0,40	2,59 ± 0,33	2,55 ± 0,19	3,8	2,5
2,4-Д	2,16 ± 0,36	2,09 ± 0,23	1,08 ± 0,17	0,30 ± 0,11	4,1	2,2

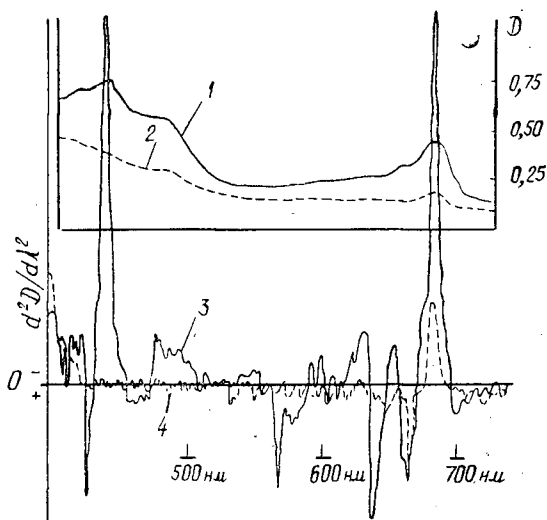
Приведенные в таблице данные по содержанию хлорофилла на разных стадиях культивирования каллусов показывают, что на протяжении 30 пассажей (4 года) сохранялась постоянная концентрация хлорофилла (2,0—2,5 мг на 1 г сухой ткани). Различие между вариантами с НУК и 2,4-Д четко обозначилось к 40-му пассажи. После шести лет культивирования (50-й пассаж) содержание хлорофилла в Н-варианте практически не изменилось, в то время как в Д-варианте снизилось в среднем в 8 раз. Отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «б» за указанное время в обоих вариантах уменьшилось.

На рис. 1 изображены кривые спектров абсорбции и вторых производных спектров абсорбции водных гомогенатов из тканей Н- и Д-вариантов.

Используя производную спектрофотометрию, мы имели возможность исследовать изменения, происходящие в спектрах пластидных пигментов, непосредственно в живых клетках и отражающие их состояние и связь с другими компонентами хлорофилл-белково-липоидного комплекса.

Водные Н- и Д-гомогенаты имеют некоторые различия в характере спектра  $D''$  как в области 400—500 нм, так и в области основной красной полосы поглощения (рис. 1). У Н-варианта в синей области кривая спектра  $D''$  очень рельефна и позволяет выделить характерный пик (440 нм) в полосе Соре хлорофиллов и полосу 470—500 нм, обусловленную, главным образом, поглощением каротиноидов. Хорошо выделяется зона 570 нм, связанная, по мнению некоторых авторов [12], с пигмент-цитохромным взаимодействием, и область 600—635 нм, относящаяся к предшественникам хлорофилла. В спектре тканей, растущих с 2,4-Д, все перечисленные компоненты выражены очень слабо. В крас-

Рис. 1. Спектр абсорбции (1, 2) и вторая производная спектра абсорбции (3, 4) водных гомогенатов каллусной ткани хвой ели, растущей на питательной среде с  $\alpha$ -НУК (сплошная линия) и 2,4-Д (штриховая).



ной части спектра у Н-варианта отчетливо фиксируются максимумы хлорофилла «б» ( $X_{л650}$ ), мономерной ( $X_{л670}$ ) и агрегированной ( $X_{л683}$ ) форм хлорофилла «а», тогда как в Д-варианте — только форма  $X_{л683}$ .

При оценке изменений пластидного аппарата методом производной спектрофотометрии учитывается не только положение максимумов абсорбции, но и изменения амплитуды и ширины полос поглощения производных спектров по сравнению с исходным спектром абсорбции. Анализ кривых, приведенных на рис. 1, показывает, что под действием 2,4-Д в области главного красного максимума хлорофиллов не изменяется полуширина полосы поглощения, в то время как ее амплитуда снижается более чем в 4 раза. Это обстоятельство указывает, что 2,4-Д, по-видимому, не влияет на пигмент-пигментные и пигмент-белковые взаимодействия [4] пластидного аппарата.

Деградацию полосы 570 нм при действии разнообразных физико-химических факторов уже отмечали ранее [3], причем это явление авторы связывали с нарушением автотрофности объектов. Если эта гипотеза справедлива, можно предположить что под действием 2,4-Д происходит подавление одного из цитохромных компонентов фотосистемы, поглощающего при 570 нм [12], а это, в свою очередь, может быть причиной снижения фотосинтетической фиксации  $CO_2$ , которое было обнаружено Бергманном [6] у изолированных тканей табака и нами в культуре зеленых клеток ели. О нарушении системы цитохромов свидетельствует также изменение пика 420 нм, коррелирующее с подавлением полосы 570 нм.

Изменение полосы 470—500 нм как будто подтверждает отмеченную ранее [9] высокую чувствительность каротиноидов к действию повреждающих агентов, сопровождающуюся нарушением фотофосфорилирования. Эти данные совпадают с реакцией «эффекта 515», обнаруженного при помощи разностной спектрофотометрии [8], на действие аналогичных факторов.

Наблюдения, проведенные с помощью электронного микроскопа, показали, что в изолированных тканях хвой ели, растущих с 2,4-Д, имеются овальной формы пластиды, окруженные двойной мембраной и содержащие не более шести разрыхленных гран, которые, в свою оче-

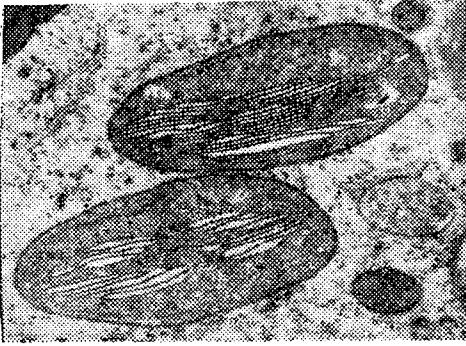


Рис. 2. Хлоропласты калусной ткани хвои ели, выращенной на среде с 2,4-Д. Увелич. в 7500 раз.

редь, состоят из 2—3 сильно набухших тилакоидов (рис. 2). Эти нечетко выраженные граны и межгранные ламеллы занимают обычно центральную часть пластиды, но могут быть сдвинуты к одной из ее сторон. Для тканей, постоянно растущих с НУК, характерны линзообразные хлоропласты, включающие до 25 гран, каждая из которых содержит от четырех до десяти тилакоидов.

Изменения ультраструктуры хлоропластов, наблюдающиеся при длительном воздействии 2,4-Д, обратимы. Так, при перенесении ткани Д-варианта на среду с НУК уже в первом пассаже происходит уплотнение гран и становятся более четко выраженными межгранные ламеллы, а к третьему — четвертому пассажу хлоропласты приобретают вид, характерный для молодой хвои. Одновременно происходит увеличение содержания хлорофилла до уровня, присущего тканям Н-варианта.

Известно, что структурная организация хлоропластов отличается большой лабильностью. Из числа компонентов, входящих в состав питательных сред, применяемых в культуре *in vitro*, наиболее подробно изучены минеральные элементы питания и вызываемые их недостатком нарушения ультраструктуры хлоропластов, в то время как действие стимуляторов роста практически не затронуто.

В 1968 г. Бергманн [7], изучая способность изолированной ткани табака к фотосинтетической фиксации  $\text{CO}_2$ , высказал предположение, что одной из причин неблагоприятного воздействия 2,4-Д на фотосинтез может быть нарушение развития хлоропластов. Однако никакими экспериментальными данными, кроме уменьшения содержания хлорофилла в клетках, эта точка зрения не была подтверждена.

Наблюдаемые нами под действием 2,4-Д уменьшение числа гран в хлоропласте и тилакоидов в грани, а также сильное набухание тилакоидов, оказались очень похожими на нарушения, вызванные недостатком азота в листьях фасоли [13]. Хлоропласты, развивающиеся в ткани, рост которой стимулируется НУК, имели ювенильную ламеллярную систему и находились на стадии развития пластид молодой (10—15 мм длины) хвои ели, описанной Сенсером и сотрудниками [10].

Стимулирующая рост концентрация 2,4-Д оказалась, таким образом, причиной деградации фотосинтетического аппарата изолированных клеток хвои. Однако тот факт, что повреждающий эффект проявляется не в первых пассажах, как у большинства покрытосеменных растений, а только при многолетнем непрерывном воздействии, свидетельствует о более высокой устойчивости ели к соединениям этого типа. Нам кажется вероятным, что эта устойчивость имеет отношение к тем физиолого-биохимическим особенностям клеток ели, которые позволяют ей синтезировать хлорофилл в темноте и связаны со спецификой ее эволюционной истории.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Методы молекулярной спектрофотометрии при изучении устойчивости пластидного аппарата/ Г. И. Рутман, В. С. Сааков, В. З. Драпкин и др. — Тр. по прикладной ботанике, генетике, селекции, 1976, № 57, с. 130—145. [2]. Производная спектрофотометрия в биологических исследованиях: Практические схемы и рекомендации/ Г. И. Рутман, В. С. Сааков, В. З. Драпкин и др. — Бюл. ВИРА, 1976, вып. 63. Физиология устойчивости растений, с. 70—79. [3]. Сааков В. С. Исследование центров локализации повреждающих воздействий в мембранах хлоропластов методами спектроскопии. — Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1976, № 57, с. 17—34. [4]. Система нативных форм хлорофилла, ее роль в первичных процессах фотосинтеза и развитие в процессе зеленения листьев растений/ Ф. Ф. Литвин, О. Б. Беляева, Б. А. Гуляев и др. — В кн.: Хлорофилл/ Под ред. А. А. Шлыка. Минск, 1974, с. 215—232. [5]. Ширяева Г. А., Яценко-Хмельевский А. А. Культура изолированных тканей проростков ели на искусственной среде. — Физиология растений, 1974, № 21, с. 365—372. [6]. Bergmann L. *Wachstum* grüner Suspension kulturen von *Nicotiana tabacum* var «Samsun» mit CO<sub>2</sub> Köhlenstoffquelle. — *Planta*, 1967, 74, S. 243—248. [7]. Bergmann L. Photosynthesis and growth of suspension cultures of *Nicotiana tabacum* with CO<sub>2</sub> as carbon source. — In: *Cultures tissues plantes*. Paris: CNRS, 1968, p. 213—221. [8]. Fork D. C., Ames E. T. Spectrophotometric studies on the mechanism of photosynthesis. — In: *Photophysiology*/Ed. A. C. Ciesle. New York — London, 1970, vol. 5, p. 97—126. [9]. Saakov V. S., Hofmann P. Zur Bedeutung der Karotinoide für die Photosynthese unter besonderer Berücksichtigung der Photophosphorylierung. — *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin*, 1974, 23, S. 577—580. [10]. Senger M., Schötz F., Beck E. Seasonal changes in structure and function of spruce chloroplasts. — *Planta*, 1975, 126, p. 1—10. [11]. Sunderland N. Pigmented plant tissues in culture. I. Auxins and pigmentation in chlorophyllous tissues. — *Annales of botany*, 1976, 30, p. 118, 253—268. [12]. Takamija A. Chlorophyll-protein complex. — In: *Methods in enzymology*, 1971, vol. 23. Photosynthesis, p. 603—618. [13]. Thomson W., Weier T. The fine structure of chloroplasts from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. — *American journal of botany*, 1962, 49, p. 1047—1055. [14]. Venketeswaran S. Studies on the isolation of green pigmented callus tissue of tobacco and its continued maintenance in suspension culture. — *Physiologia plantarum*, 1965, 18, p. 776—789.

Поступила 23 января 1980 г.

УДК 630\*23 : 630\*181.42

## О ФОРМИРОВАНИИ ЕЛЬНИКОВ НА ПЛОЩАДЯХ РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ПОГОЛОВЬЯ ЛОСЕЙ

А. С. ТИХОНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В известных работах по формированию молодняков после равномерно-постепенных рубок не отмечается значение лося ([1, 2] и др.). Однако возросшая за последние десятилетия численность лосей настолько изменила процессы формирования ельников, что приходится считаться с этим фактором. Особенно высокая плотность (10—20 лосей на 1 тыс. га) наблюдается в Ломоносовском леспромхозе Ленинградской области, основная часть лесов которого расположена на известняковом Ордовикском плато. Богатство почвы обусловило развитие травостоя — основного летнего корма. Зимой часты оттепели с дождями (в связи с близостью Финского залива), и небольшая мощность снежного покрова (в феврале в среднем 18 см) не представляет трудности для прохода лося в любой молодняк. Не только сосна, осина, но и береза «подстригаются» ежегодно, что способствует свободному развитию подроста ели.

Указанную особенность формирования молодняков удалось изучить на постоянных пробных площадях, заложенных нами в 1966—1967 гг. на месте проведения равномерно-постепенных рубок. Пробные площади по 0,5 га были оформлены спустя не-

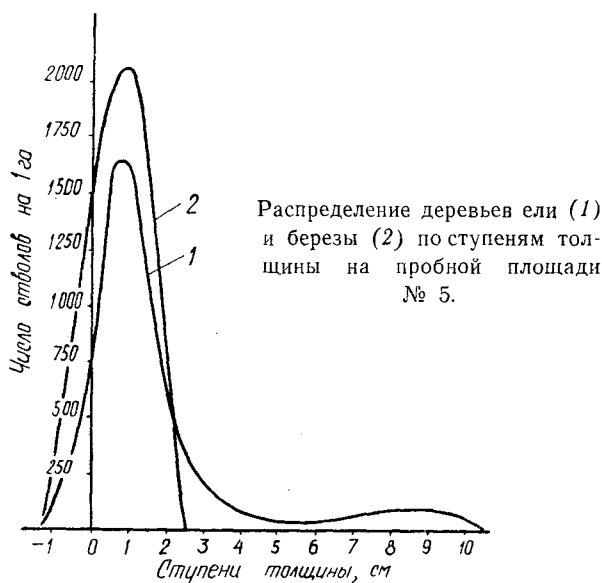
которое время после окончательного приема рубки. Для восстановления таксационной характеристики спелого древостоя по замерам деревьев в стене леса строили графики изменения диаметра ствола на высоте 0,1—1,3 м для каждой ступени толщины. При сплошном пересчете пней по их высоте и диаметру определяли ступень толщины на высоте груди. Подрост учитывали осенью на 20 % площади пробы: в 1966—1967 гг. по 2-метровым трансектам, а в 1978 г. на 100 круговых учетных площадках по 10 м<sup>2</sup> каждая, заложенных равномерно по пробе. Перечет 400 и более елей, как и других пород, проводили с использованием нулевой и отрицательных ступеней толщины [6]. Для лучшего представления о росте ели были замерены высоты 10 самых крупных деревьев (100 в расчете на 1 га), по которым была вычислена средняя арифметическая верхняя высота.

С помощью точечного метода, по 100 позициям была определена сомкнутость крон и полога с точностью  $\pm 0,1$  доли сомкнутости от полной при вероятности 0,95 [5]. По соотношению сомкнутости крон деревьев каждой породы был вычислен состав древостоя. Мы считаем, что в молодняках состав яруса должен определяться именно таким образом, так как во взрослых древостоях это соотношение близко к доле породного запаса. Кроме того, в молодняках легче определять глазомерно сомкнутость, чем густоту или запас. К тому же густота, как видно из обсуждения результатов, очень динамична, а определение состава по запасу резко занижало бы потенциальные возможности при осветлении угнетенной главной породы.

Таксационная характеристика древостоев  
в момент окончательного приема рубки и спустя  
несколько лет

Год	Состав	Преобладающее поколение		Верхняя высота, м	Густота ели	Сомкнутость (полнота)	Запас, м <sup>3</sup>
		Диаметр, см	Высота, м				
Пробная площадь № 4, ельник черничный свежий							
1962	7E(90)2Oc1B(70)	22,0	26,0	—	258	0,43	165
1966	7E(19)2Oc1B(4)	-0,3	0,9	3,5	61110	0,80	1
1978	6E(25)3E(40)1B(10)	1,2	1,6	7,0	16840	0,85	13
Пробная площадь № 5, ельник кисличный							
1963	7E(80)2Oc1B(60)	21,0	23,0	—	406	0,58	267
1966	4E(17)5Oc1B(3)	-0,5	0,7	2,8	10420	0,67	—
1978	4E(20)2E(40)4B(10)	1,3	1,7	7,9	4050	0,49	7
Пробная площадь № 6, ельник черничный свежий							
1957	7E(90)3Oc(70)	24,0	24,0	—	376	0,50	220
1966	8E(22)1B1Oc(9)	-0,1	1,2	3,8	26360	0,74	2
1978	6E(50)2E(20)1B1Oc	7,4	6,9	8,9	9450	0,81	49
Пробная площадь № 7, ельник черничный свежий							
1965	5E(130)3Oc2B(90)	26,0	25,0	—	376	0,50	240
1966	7E(22)2Oc1B(1)	-0,1	1,1	4,5	19830	0,52	1
1978	6E(50)3E(20)1B(10)	7,9	7,4	10,0	7410	0,74	30
Пробная площадь № 13, ельник черничный свежий							
1964	8E2C(130) + B(60)	29,0	23,0	—	244	0,50	220
1967	7E(23)3B(3)	-0,1	1,1	4,0	2340	0,30	1
1978	5E(40)2E(15)3B(10)	5,8	5,0	8,8	4090	0,56	15

Изменение таксационных характеристик древостоев на участках равномерно-постепенных рубок показано в таблице. Хотя в рубку поступали смешанные ельники с осиной и березой, в сформировавшихся молодняках последние составляют незначительную примесь. Осина, возобновившаяся после рубки и составившая через 3 года половину состава молодняка (на пробной площади № 5), через 12 лет полностью



исчезла, вследствие гибели от систематического скусывания лосем. При этом даже снизилась сомкнутость древесного полога. На пробе № 6 осина сохранила свое участие в составе древостоя только потому, что рубка закончилась еще до массового размножения лося (1957 г.). На этом участке и береза имеет диаметр ствола 5—9 см. На остальных же пробных площадях диаметр не превышает 4 см. Даже на пробе № 5, где доля березы по сомкнутости крон составляет 4 единицы состава, вся она при перечете вошла в мелкие ступени толщины (см. рис.). Несмотря на преобладание в ступенях толщины —1, 0, 1, 2 см, она не препятствует росту ели. От периодического скусывания вершин береза плохо растет в толщину, становится многовершинной, кустится. Можно считать, что должного участия березы для формирования «эталонных» древостоев добиться нельзя [3]. В этих условиях можно рассчитывать на пополнение елового элемента леса и особями последующего возобновления (проба № 13).

Кстати, за 15—20-летний период после рубки леса, в результате дифференциации деревьев, везде оформилось два еловых элемента леса. Старшее поколение ели представлено особями предварительного возобновления. Как показало изучение результатов упрощенно-постепенных рубок Д. М. Кравчинского [4], разница в средней высоте старшего поколения и младшего (из особей последующего лесовозобновления) составила 2—7 м, т. е. с возрастом различие поколений становится все более явным.

Следует обратить внимание на интенсивность естественного изреживания ели. Она зависит от густоты или сомкнутости древесного полога. При числе стволиков ели 30—60 тыс. на 1 га (сомкнутость 0,7—0,9) густота ели за 12 лет уменьшилась в 3 раза, а при исходной густоте 10—20 тыс. (сомкнутость 0,5—0,7) — в 2 раза. При низкой сомкнутости древесного полога этот процесс может наблюдаться лишь в густых группах подроста. Поэтому в одних случаях отпад в ельниках максимальный в первые два десятилетия их жизни, в других — в последующие.

Таким образом, при высокой плотности поголовья лося не создается угрозы затенения ели березой и осиной. Однако и желательной примеси этих пород, например, на волоках после механизированной равномерно-постепенной рубки получить нельзя. Более того, в Ломоносовском леспромхозе лось уничтожил почти все молодые культуры сосны и часто скусывает вершины ели при реконструкции ею сероольтшатников. В средневозрастных насаждениях, особенно после рубок ухода, от лосиных погрызов коры погибает камбий, образуется сухобокость, развивается гниль, и такие самые быстрорастущие в прошлом ели превращаются в бурелом. Поэтому и некоторое благоприятное влияние лося на формирование еловых молодняков нельзя считать положительным явлением, так как в дальнейшем эти древостои будут им же расстроены. В таких лесах надо или прекратить трату государственных средств на возобновление и выращивание хозяйственно ценных пород, или довести численность лося до нормальной плотности (1—2 головы на 1 тыс. га), о чем лесоводы уже неоднократно ставили вопрос в высших органах лесного хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Звиедрис А. И. Постепенные рубки в Латвии. — Лесн. хоз-во, 1962., № 11, с. 7—11. [2]. Леонтьев А. А. Постепенные рубки в еловых насаждениях Лисинской дачи и их хозяйственное значение. — В кн.: Природа и хозяйство учебно-опытных лесничеств Ленинградского лесного института 1928, вып. 1, с. 271—294. [3]. Лосицкий К. Б., Чуенков В. С. Эталонные леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 160 с. [4]. Тихонов А. С. Результаты постепенных рубок, заложенных Д. М. Кравчинским в ельниках Оленийского ЛПХ Калининской области. — Науч. тр./ЛТА, 1970, № 127, с. 93—103. [5]. Тихонов А. С. Приспособление для изучения лесных фитоценозов точечным методом. — Лесоведение, 1971, № 3, с. 90—92. [6]. Тихонов А. С. Применение отрицательных ступеней толщины в таксации молодняков. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 1, с. 26—28.

Поступила 31 июля 1979 г.



## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.11.014.533 : 630\*375.4

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ДИНАМИКУ КОЛЕСНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

А. В. ЖУКОВ, П. Ф. РУДНИЦКИЙ, В. А. СИМАНОВИЧ,  
А. Р. ГОРОНОВСКИЙ

Белорусский технологический институт

Для трелевочного трактора, работающего непосредственно на лесосеке, характерна высокая динамическая нагруженность элементов конструкции. Доказано, что наличие подвески ходовой органов улучшает динамику трактора [2]. Поддрессоривание осей особенно целесообразно для колесных трелевочных машин в связи с высокими рабочими скоростями их движения. Однако выпускаемые промышленностью колесные трелевочные тракторы не всегда оборудуются упругой подвеской осей, как, например, трактор Т-157.

Специфическая особенность трелевочных машин — наличие технологического оборудования, с помощью которого осуществляется связь трактора с пачкой деревьев. Применяемые виды технологического оборудования предусматривают жесткую связь трактора с грузом, введение же упругой связи, особенно при отсутствии подвески осей, должно улучшить динамику трактора, повысить плавность его хода и другие технико-эксплуатационные показатели.

Конструкция технологического оборудования колесных трелевочных тракторов может быть различной, однако в любом случае возможно введение в его элементы упруго-демпфирующих узлов.

Один из предлагаемых нами вариантов поддрессоривания технологического оборудования [1] показан на рис. 1, а. На шасси колесного трактора 1 установлена лебедка 2 с тяговым канатом 3. Тяговый канат 3 пропущен через подвижной блок 4, связанный с упругим устройством, включающим пружины 5. Погрузочный щит трактора состоит из двух частей 6 и 8, которые имеют упругую связь через пружины 7.

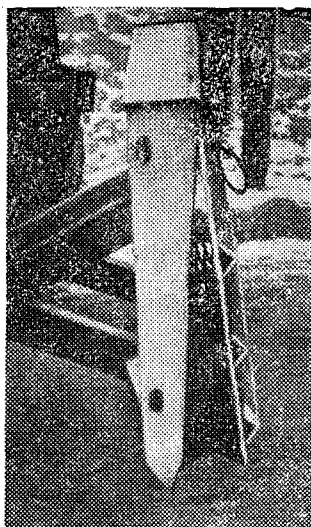
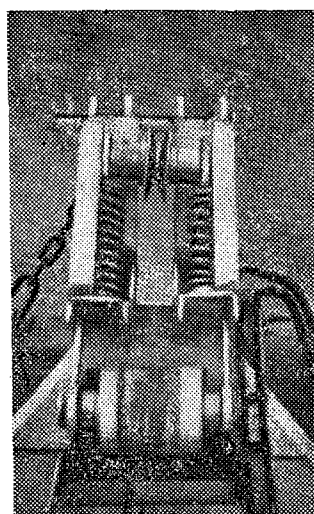
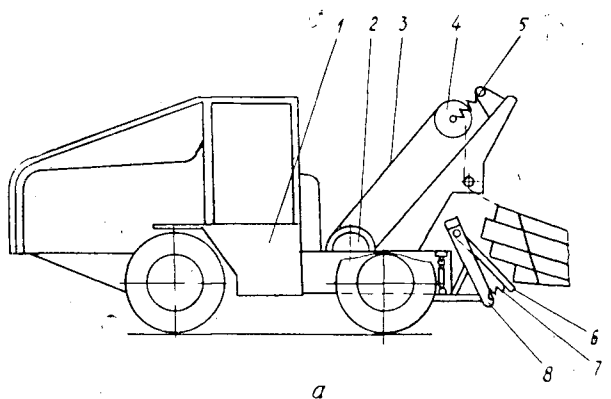
Описанное устройство было изготовлено в БТИ и установлено на тракторе Т-150К, имеющем подвеску передней оси. Элементы усовершенствованного технологического оборудования показаны на рис. 1, б и в.

Для определения целесообразности использования поддрессоренного технологического оборудования был проведен специальный эксперимент на испытательном полигоне Негорельского учебно-опытного лесхоза, на лесных волоках и дорогах. Варьировали скорости движения при заблокированных и незаблокированных подвесках трактора и элементах технологического оборудования.

С помощью измерительной аппаратуры, включающей осциллограф К12-22 и комплект датчиков (акселерометры ДП-4, ЗП-15, МУ-62, тензозвено, реохордные датчики) записывали следующие параметры: вертикальные ускорения  $z_c$  на сидении водителя; продольные ускорения  $z_n$  корпуса трактора; угол  $\varphi$  складывания полурам; усилие  $P_{тр}$  в тяговом тросе; деформация  $z_{щ}$  щита, вертикальные ускорения  $\ddot{\xi}_1$  переднего моста трактора; проходимый путь  $S$  и время  $t$ .

Общий анализ осциллограмм указывает на активную работу щита трактора и узла демпфирования троса, а также на связь регистрируемых параметров, особенно при неустановившемся движении (разгон, торможение) и погрузочно-разгрузочных операциях.

При выполнении погрузочно-разгрузочных операций нагрузки в элементах технологического оборудования возрастают наиболее интенсивно. Как видно из рис. 2, а и б, процесс погрузки занимает около 7 с,



б

в

Рис. 1. Колесный трелевочный трактор с поддресоренным технологическим оборудованием.

а — общая схема; б — узел упругой связи трособлочной системы; в — поддресоренный щит.

причем продолжительность действия наибольших усилий в тросе составляет 3,5—4 с. В момент возрастания усилий в тросе происходит интенсивная деформация пружин демпфирующего устройства (рис. 2, а и б, кривая 2). Как видно из рис. 2, в, максимальные значения  $P_{тр\ max}$  при погрузке весьма значительны (24—35 кН). Значения коэффициентов динамичности  $K_d = \frac{P_{тр\ max}}{P_{тр\ ст}}$  изменяются в пределах 4,8—7,0 и существенно зависят от работы упругих элементов подвески и технологического оборудования (табл. 1).

Из данных, представленных на рис. 2, в, видно, что при наличии упругих звеньев (кривая 1)  $P_{тр\ max}$  минимально и равно 24 кН, что на 31,4% меньше, чем в случае полной блокировки упругих звеньев (кри-

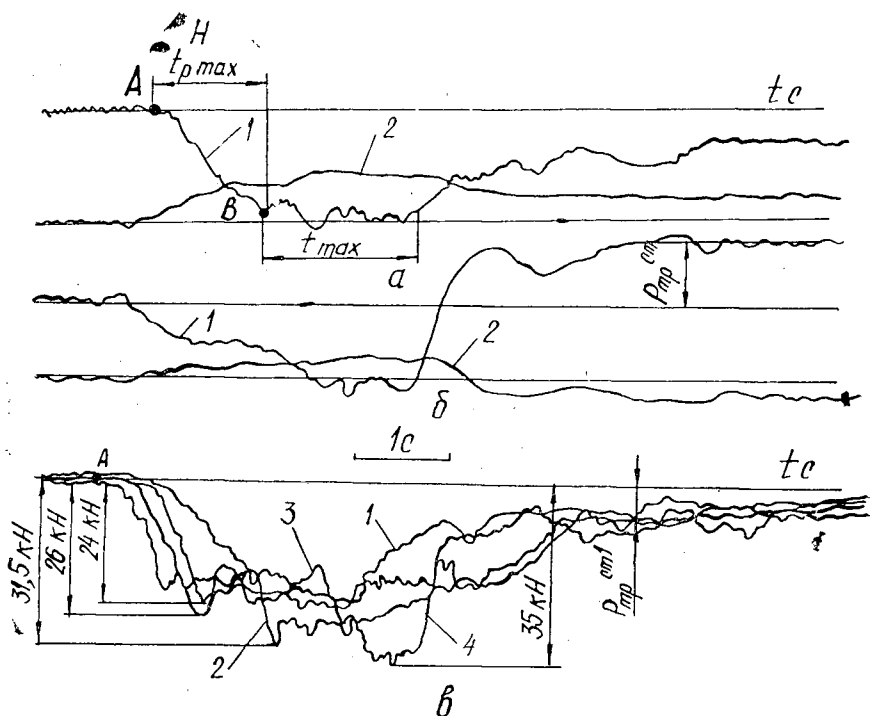


Рис. 2. Процесс загрузки (а, в) и разгрузки (б) пачки на трактор.

а, б: 1 —  $P_{тр}(t)$ ; 2 —  $z_{пр}(t)$ ; в: 1 — работают все упругие узлы системы; 2 — заблокирован узел упругой связи троса; 3 — заблокирована подвеска; 4 — заблокирован узел упругой связи троса и подвеска.

Таблица 1

Состояние упругих звеньев трактора	Значения $K_d$	
	Погрузка пачки	Трогание с места
Работают все упругие звенья	4,8	2,8
Заблокированы пружины троса	5,2	3,4
Заблокирована подвеска трактора	6,3	3,6
Заблокированы пружина троса и подвеска	7,0	4,0

вая 4). При блокировке только упругого узла троса или только подвески трактора увеличение  $P_{тр max}$  также имеет место, однако менее значительно (кривые 2 и 3).

Характер переходного процесса в случае загрузки при различном состоянии упругих звеньев в общем идентичен, однако имеется некоторое различие. В частности, по мере увеличения числа заблокированных элементов продолжительность  $t_{тр max}$  времени действия максимальной нагрузки уменьшается, а момент проявления  $P_{тр max}$  наступает позже, считая от момента начала загрузки (рис. 2).

На рис. 3 приведены записи усилия в тросе лебедки в процессе трогания трактора с грузом при различном состоянии узлов упругих систем.

Процесс трогания характеризуется резким возрастанием усилия в тросе в начальный период движения, затем размах амплитуд снижается и колебания усилия устанавливаются вокруг линии, сдвинутой по отношению к начальной на величину  $P_{тр f}$ . Этот сдвиг мало зависит от состояния узлов демпфирования и определяется в основном сопротивлением волочению пачки деревьев.

Из рис. 3 видно, что общий характер переходных процессов при всех рассматриваемых состояниях упругих узлов одинаков — время проявления типовых значений первого и последующих максимумов примерно совпадает, сохраняется и их число. Основное различие состоит в значениях амплитуды первого типа кривых. Если при работе всех установленных на тракторе элементов поддрессирования максимальное усилие в тросе, отсчитываемое от линии постоянного сопротивления, составляет 9 кН, то при заблокированных подвеске оси и упругого звена троса — 15 кН, т. е. различие составляет 40 %. При блокировке только пружин троса (кривая 2)  $P_{тр}$  увеличивается на 20 %, а только подвески (кривая 3) — на 26,7 %. Значения коэффициентов динамичности, рассчитанные как отношение  $\frac{P_{тр max}}{P_{тр f}}$ , представлены в табл. 1, из которой видно, что при одновременной блокировке подвески и пружин троса имеет место четырехкратное возрастание силы  $P_{тр max}$  в сравнении с постоянным сопротивлением волочащейся части пачки. Попеременная блокировка пружин троса и подвески вызывает меньшее увеличение силы  $P_{тр max}$  ( $K_d$  равен 3,4 и 3,6 соответственно).

Таким образом, при выполнении погрузочно-разгрузочных операций и трогания трактора с места наличие упругих звеньев оказывает явно положительный эффект на продольную динамику трелевочного трактора. Кроме того, можно сказать, что действие упругого звена в трособлочной системе близко по эффекту действия подвески трактора.

Принципиально такие же результаты были получены при анализе данных, касающихся установленного движения трелевочного трактора. В результате статистической обработки кривых, произведенной с помощью ЭВМ «Мир-1», были получены средние квадратичные значения записанных на осциллограммы параметров.

Анализ данных эксперимента свидетельствует о значительном влиянии поддрессирования шита трактора на его динамику. Так как вертикальные и продольно-угловые колебания корпуса трактора взаимосвя-

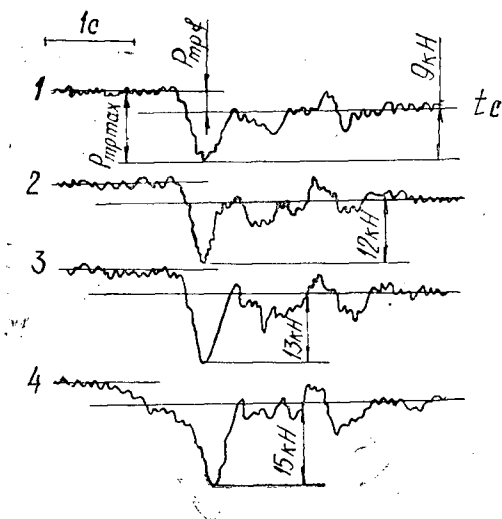


Рис. 3. Зависимости  $P_{тр}(t)$  при трогании трактора. Обозначения см. на рис. 2.

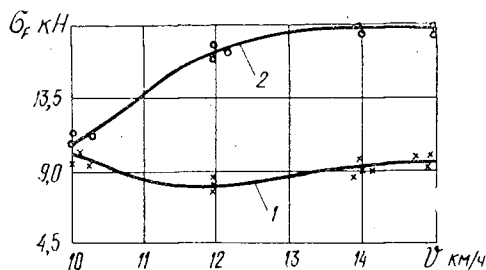


Рис. 4. Зависимости средних квадратичных продольных нагрузок  $\sigma_F$  на щит при движении трактора по волоку.

1 — незаблокированная подвеска; 2 — заблокированная подвеска.

заны, то продольные динамические нагрузки на щит существенно зависят от наличия подвески осей. Из приведенных на рис. 4 графиков видно, что при заблокированной подвеске передней оси в диапазоне скоростей от 10 до 15 км/ч значения  $\sigma_F$  значительно выше, чем при незаблокированной. Так, при  $v = 14$  км/ч это различие составляет 44 %. Характерно, что влияние подвески при движении по волоку наиболее существенно при скорости движения выше 12 км/ч.

При движении по лесной дороге соотношение усилий  $\sigma_F$  при разных состояниях подвески трактора выражается данными, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Состояние подвески трактора	$\sigma_F$ кН при $v$ км/ч			
	18	20	22	24
Заблокирована	5,4	9,6	11,4	8,5
Не заблокирована	2,4	4,8	5,5	6,0

Наличие упругого звена в трособлочной системе также значительно влияет на величину средних квадратичных усилий в тросе. На основании данных эксперимента получена зависимость  $\sigma_{p\text{тр}}$  от скорости движения и жесткости пружин упругого звена:

$$\sigma_{p\text{тр}} = 110,72 + 5,67v + 0,1C_{\text{пр}},$$

где  $C_{\text{пр}}$  — жесткость пружины, кН/см.

Построенные по полученной формуле графики  $\sigma_{p\text{тр}} = f(v, C_{\text{пр}})$  показывают, что при изменении жесткости пружин от 400 до 95 кН/см значение  $\sigma_{p\text{тр}}$  снижается на 15 %.

Таким образом, анализ экспериментальных данных, соответствующих процессам погрузки — разгрузки, неустановившегося и установившегося движения колесного трелевочного трактора позволяет сделать общий вывод о целесообразности введения упругих звеньев в конструкцию технологического оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 694408 (СССР). Приспособление для полуподвесной трелевки леса / А. В. Жуков и др. — Опул. в Б. И., 1979, № 40. [2]. Жуков А. В., Чернявский И. Ш., Рудницкий П. Ф. Исследование вертикальной динамики трелевочного трактора Т-157 с помощью ЭЦВМ. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5.

УДК 539.319 : 625.8

## НАПРЯЖЕНИЯ В СЛОИСТОМ ОСНОВАНИИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КАСАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Б. В. УВАРОВ, Р. Л. КОРОВКИН, В. В. ЩЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

На дорожную одежду воздействует не только вертикальная нагрузка от веса автомобиля, но и касательная (в виде силы тяги и торможения) от ведущих колес автомобиля. Касательная нагрузка достигает 0,4—0,5 нормального давления и не может не оказывать влияния на покрытие автомобильных дорог.

Одновременный расчет дорожной одежды на действие нормальных и касательных нагрузок сравнительно сложен, вследствие нарушения симметрии компонентов перемещений и напряжений относительно координатных осей. Поэтому расчет обычно ведется при действии указанных нагрузок раздельно. Суммарное воздействие определяется затем с учетом принципа независимости действия сил алгебраическим суммированием отдельных значений деформаций и напряжений.

При расчете напряженно-деформированного состояния от воздействия касательной нагрузки нами рассматривается пространственная задача с продольной координатой  $x$ , поперечной  $y$  и вертикальной  $z$ . Касательная нагрузка, направленная вдоль оси  $x$ , считается равномерно распределенной на прямоугольной площадке, равновеликой площади отпечатка колеса. Для решения задачи используется система основных дифференциальных уравнений теории упругости в перемещениях [3]. Массовые силы не учитываются.

При решении системы дифференциальных уравнений в частных производных применим интегральные преобразования. Система уравнений (без массовых сил) содержит только четные производные. По физическому смыслу задачи все компоненты перемещений на бесконечности равны нулю и оказываются либо симметричными, либо обратно симметричными относительно осей  $x$  и  $y$ . Следовательно, по осям  $x$  и  $y$  можно выполнить интегральное преобразование Фурье, а именно: для компонента  $u$  по координате  $x$  и  $y$  — косинус-преобразование; для компонента  $v$  по координате  $x$  и  $y$  — синус-преобразование; для компонента  $w$  по координате  $x$  — синус-, по  $y$  — косинус-преобразование (здесь  $u$ ,  $v$  и  $w$  — компоненты перемещений по координатам  $x$ ,  $y$  и  $z$ ).

Относительно оси  $z$  все компоненты не обладают указанной симметрией, и требуется применение интегрального преобразования Лапласа. Выполнив преобразования, заменяем систему дифференциальных уравнений в частных производных следующими алгебраическими уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} [p^2 - r^2(1+k) - \alpha^2] \bar{u}^{**} + k\alpha r \bar{v}^{**} + krp \bar{w}^{**} &= \\ &= pA + A_1 + krC; \\ kra \bar{u}^{**} + [p^2 - r^2 - (1+k)\alpha^2] \bar{v}^{**} + k\alpha p \bar{w}^{**} &= \\ &= pB + B_1 - k\alpha C; \\ -krp \bar{u}^{**} + k\alpha p \bar{v}^{**} + [(1+k)p^2 - r^2 - \alpha^2] \bar{w}^{**} &= \\ &= (1+k)pC + (1+k)C_1 - krA + k\alpha B. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь  $\bar{u}^{**}$ ,  $\bar{v}^{**}$ ,  $\bar{w}^{**}$  — изображения перемещений в пространствах Фурье и Лапласа;

$r$  и  $\alpha$  — переменные, соответствующие координатам  $x$  и  $y$ ;

$p$  — комплексная переменная, соответствующая координате  $z$ ;

$$k = \frac{\lambda + \mu}{\mu},$$

где

$\lambda$  и  $\mu$  — постоянные Ламе;

$A, A_1, B, B_1, C$  и  $C_1$  — значения перемещений и их первых производных при  $z = 0$ , зависящие от  $r$  и  $\alpha$ .

Система (1) легко решается относительно изображений  $\bar{u}^{**}$ ,  $\bar{v}^{**}$  и  $\bar{w}^{**}$ . Знаменатель у всех изображений равен  $(1+k)(p^2 - a^2)^3$ , где  $a^2 = r^2 + \alpha^2$ . Числители же представляют собой многочлены по  $p$  с наибольшим показателем степени, равным 5. Это позволяет выполнить обратное преобразование Лапласа, используя таблицы [1].

Компоненты перемещений представляются теперь в виде изображения двойного преобразования Фурье. В качестве примера приводим одно из выражений:

$$\begin{aligned} w^{**} = & \frac{krA}{2a} [az \operatorname{ch} az - \operatorname{sh} az] + \frac{k\alpha B}{2a} [\operatorname{sh} az - az \operatorname{ch} az] + \\ & + C \left[ \operatorname{ch} az - \frac{kaz}{2(1+k)} \operatorname{sh} az \right] + \frac{krzA_1}{2(1+k)a} \operatorname{sh} az - \frac{kazB_1}{2(1+k)a} \operatorname{sh} az + \\ & + \frac{C_1}{2a} [(2+k) \operatorname{sh} az - kaz \operatorname{ch} az]. \end{aligned}$$

Компоненты напряжений вычисляются по перемещениям с использованием выражения, известного из теории упругости. Нами были вычислены все шесть изображений компонентов напряжения в пространстве Фурье. Для одного из нормальных и касательных напряжений изображения имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_x^{**} = & -\frac{\mu r A}{a^2} [kr^2 az \operatorname{sh} az + (1+k)a^2 \operatorname{ch} az] + \\ & + \frac{\mu \alpha B}{a^2} [kr^2 az \operatorname{sh} az + (k-1)a^2 \operatorname{ch} az] + \frac{\mu C}{(1+k)a} [(k\alpha^2 - a^2) \operatorname{sh} az + \\ & + kr^2 az \operatorname{ch} az] - \frac{\mu A_1 r}{(1+k)a^3} \{[(1+2k)a^2 + k\alpha^2] \operatorname{sh} az + kr^2 az \operatorname{ch} az\} + \\ & + \frac{\mu \alpha B_1}{(1+k)a^3} [(k\alpha^2 - a^2) \operatorname{sh} az + kr^2 az \operatorname{ch} az] + \frac{\mu C_1}{a^2} [kr^2 az \operatorname{ch} az + \\ & + (k-1)a^2 \operatorname{ch} az]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{xz}^{**} = & \mu \left\{ A [a \operatorname{sh} az + kr^2 z \operatorname{ch} az] - kr\alpha z B \operatorname{ch} az + rC \left[ \operatorname{ch} az - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{kaz}{1+k} \operatorname{sh} az \right] + A_1 \left[ \operatorname{ch} az + \frac{kr^2 z}{(1+k)a} \operatorname{sh} az - \frac{kr\alpha z}{(1+k)a} B_1 \operatorname{sh} az \right] + \right. \\ & \left. + C_1 \left[ \frac{r}{a} \operatorname{sh} az - krz \operatorname{ch} az \right] \right\}. \end{aligned}$$

Предполагается, что касательная нагрузка равномерно распределена по прямоугольной площадке со сторонами  $a$  и  $b$ . Сторона  $a$  на-

правлена вдоль оси  $x$ ,  $b$  — вдоль оси  $y$ ;  $a > b$ . Размеры сторон подбираются в соответствии с площадью отпечатка колеса автомобиля.

Двойное косинус-преобразование Фурье для внешней нагрузки

$$t^{**} = t \frac{\sin ra}{r} \frac{\sin ab}{a}, \quad (2)$$

где  $t$  — интенсивность касательного усилия.

Граничные условия задачи при сцепленных слоях:

$$\begin{aligned} z = 0; \quad \sigma_z^{**} = 0; \quad \tau_{xz}^{**} = -t^{**}; \quad \tau_{xy}^{**} = \tau_{yz}^{**} = 0; \\ z = H_i; \quad u_i^{**} = u_{i+1}^{**}; \quad v_i^{**} = v_{i+1}^{**}; \quad w_i^{**} = w_{i+1}^{**}; \\ z \rightarrow \infty; \quad u^{**} = v^{**} = w^{**} = 0. \end{aligned}$$

Здесь  $i$  — номер слоя основания;

$H_i$  — толщина  $i$ -того слоя.

Для того чтобы определить компоненты перемещений и напряжений по известным изображениям, необходимо выполнить обратное преобразование Фурье. Расчетные формулы для некоторых компонентов имеют вид:

$$w(x, y) = \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty w^{**}(r, \alpha) \sin rx \cos \alpha y dr d\alpha;$$

$$\sigma_z(x, y) = \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty \sigma_z^{**}(r, \alpha) \sin rx \cos \alpha y dr d\alpha;$$

$$\tau_{xz}(x, y) = \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty \tau_{xz}^{**}(r, \alpha) \cos rx \cos \alpha y dr d\alpha.$$

Вследствие сложного вида изображений определение компонентов может быть выполнено только численно.

Расчет напряжений и перемещений в многослойном основании реализован на ЭВМ «Наири-3.1». Программа включает следующие основные блоки: формирование коэффициентов и правых частей системы алгебраических уравнений для определения значений  $A$ ,  $A_1$ ,  $B$ ,  $B_1$ ,  $C$  и  $C_1$ ; решение системы; вычисление компонентов напряжений и перемещений в изображениях Фурье; обратное двукратное преобразование Фурье; вычисление главных напряжений и активного напряжения сдвига.

При обратном двукратном преобразовании Фурье интеграл

$$f(x, y) = \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty f^{**}(r, \alpha) \sin rx \cos \alpha y dr d\alpha$$

для заданной аналитической функции  $f^{**}(r, \alpha)$  можно определить численно методом приведения его к квадратурам, имеющим наивысшую степень точности [2]. Чтобы сделать задачу узлов квадратурной формулы не зависящей от значения частоты, выполним замену:  $\alpha y = \varepsilon$  и  $rx = \delta$  и заменим интеграл в формуле

$$f(x, y) = \frac{4}{\pi^2 xy} \int_0^\infty \int_0^\infty f\left(\frac{\delta}{x}, \frac{\varepsilon}{y}\right) \sin \delta \cos \varepsilon d\delta d\varepsilon.$$



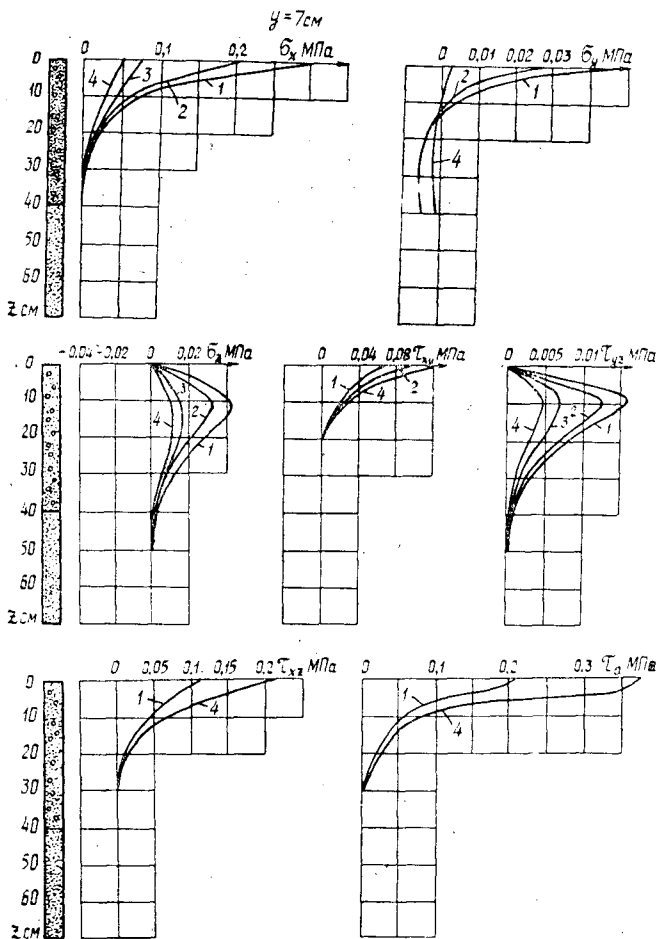


Рис. 1.

Способ приведения этого интеграла к интегралам с положительной весовой функцией может быть полезен в том случае, когда функция  $f^{**}(r, \alpha)$  будет быстро убывать при  $r$  и  $\alpha \rightarrow \infty$  и частоты  $x, y$  имеют небольшие значения. Если в последнем интеграле полюсь интегрирования  $[0, \infty]$  разделить на отрезки длиной  $\pi: [\pi k; (k + 1) \pi]$ ; ( $k = 0, 1, \dots$ ), то его можно привести к следующему виду:

$$f(x, y) = \frac{4}{\pi^2 xy} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} F(\delta) F(\epsilon) \sin \delta \cos \epsilon d\delta d\epsilon,$$

где  $F(\delta) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \varphi\left(\frac{k\pi + \delta}{x}\right)$  при интегрировании по синусу;

$F(\epsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \varphi\left(\frac{k\pi + \epsilon}{y}\right) + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \varphi\left(\frac{k\pi - \epsilon}{y}\right)$  при интегрировании по косинусу.

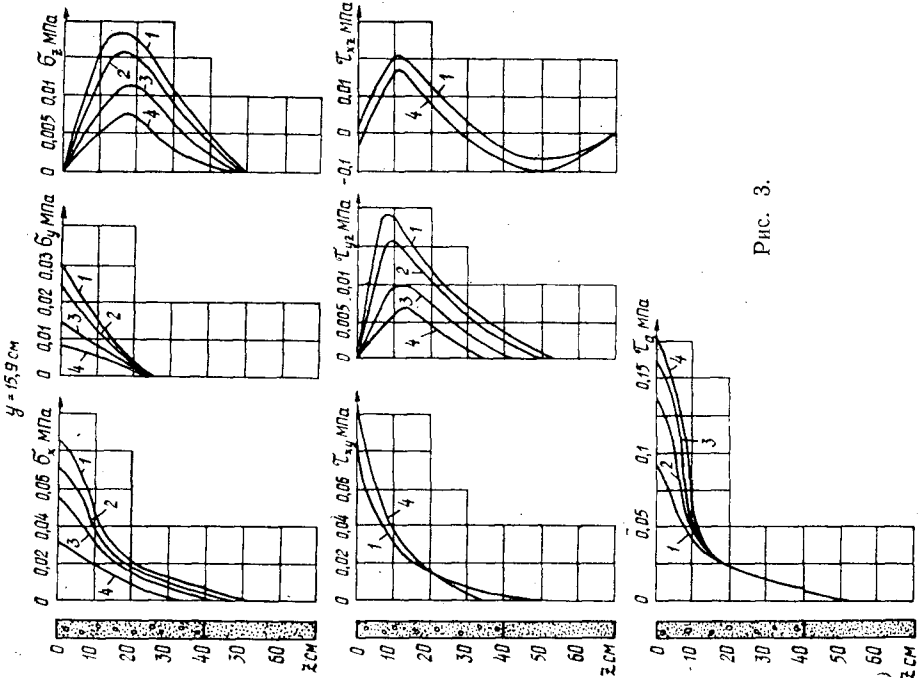


Рис. 3.

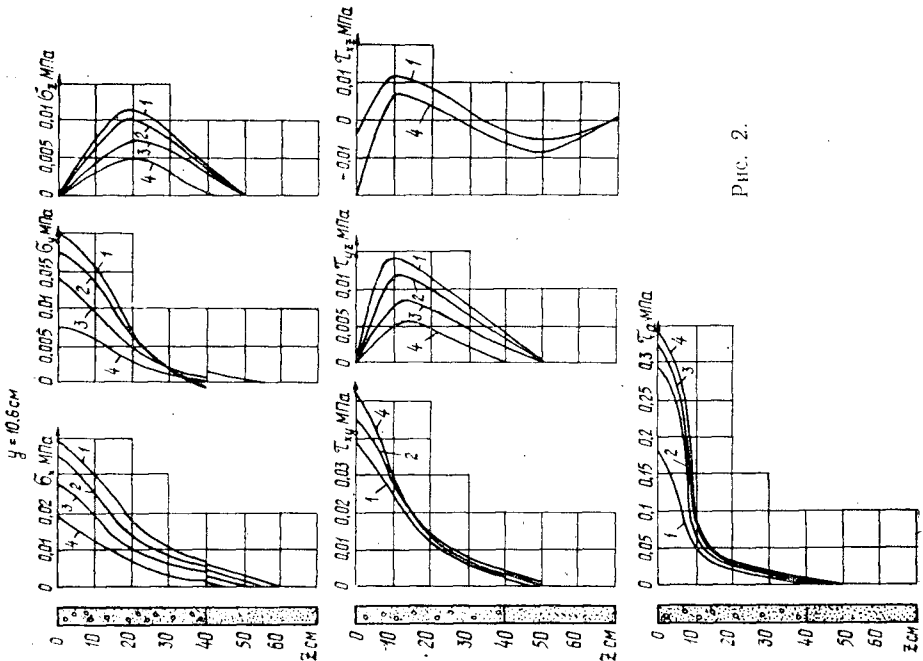


Рис. 2.

Для определения искомой функции в дальнейшем необходимо воспользоваться квадратурной формулой:

$$f(x, y) = \frac{4}{\pi^2 xy} \sum_{i=1}^N A_i F(\delta_i) \sin \delta_i \sum_{j=1}^N B_j F(\epsilon_j) \cos \epsilon_j,$$

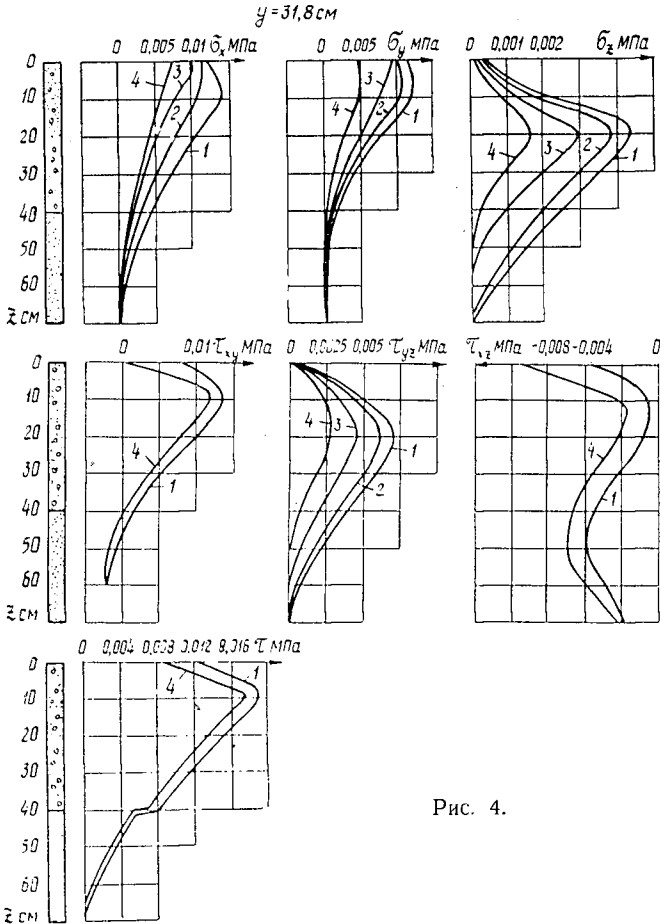


Рис. 4.

где  $A_1, B_j, \delta_i$  и  $\epsilon_j$  — соответственно веса и узлы квадратурной формулы, умноженные на соответствующий интервал интегрирования.

Верхнее значение  $k$  принято равным 2 при числе членов суммы  $N = 5$ . Пробными расчетами установлено, что при этом обеспечивается удовлетворительная точность результатов, которая оценивалась сравнением  $\tau_{xz}$  на поверхности основания с заданной внешней нагрузкой. Программа составлена таким образом, что за одно решение могут быть получены все компоненты напряжений и перемещений по координате  $x$  при постоянных значениях  $y$  и  $z$ .

Недостатком принятого метода обратного преобразования Фурье является наличие значений  $x$  и  $y$  в знаменателе при определении функций  $F(\delta)$  и  $F(\epsilon)$ , что не дает возможности определить компоненты напряжений и перемещений под центром приложения нагрузки ( $x = 0$  и  $y = 0$ ) и близко к нему.

При определении компонентов напряжений и перемещений результаты с точностью до 4—5% получаются уже при удалении 0,07 м от центра штампа.

Затраты машинного времени на одно решение составляют около 35 мин и пропорциональны числу слагаемых квадратурной формулы  $N$ .

В качестве примера выполнен расчет перемещений и напряжений от касательной нагрузки под задним колесом автомобиля МАЗ-509.

Касательная нагрузка интенсивности 0,24 МПа распределена на прямоугольной площадке  $a = 43,2$  см,  $b = 21,6$  см.

Дорожная одежда состоит из слоя гравия толщиной 40 см ( $E = 250$  МПа) и слоя песка 30 см ( $E = 120$  МПа). Грунт — суглинок влажностью  $W = 0,8W_r$ .

На рис. 1—4 представлены эпюры всех компонентов напряжений, а также активного напряжения сдвига в зависимости от  $z$  при  $y = 7; 10,6; 15,9$  и  $31,8$  см и  $x$ , равном 21,2 см (кривые 1), 15,9 см (кривые 2), 10,6 см (кривые 3) и 7 см (кривые 4).

Из анализа полученных материалов можно сделать следующие выводы.

1. Напряжения от касательной нагрузки весьма быстро затухают с глубиной. Они действуют практически только в верхнем слое дорожной одежды.

2. Компоненты напряжений  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  и  $\tau_{xy}$ , а также активное напряжение сдвига испытывают разрыв на границе слоев, имеющих разные деформативные свойства.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Бейтен Г., Эрдей А. Таблицы интегральных преобразований. — М.: Наука, 1969. Т. 1. [2] Крылов В. И., Шульгина Л. Т. Справочная книга по численному интегрированию. — М.: Наука, 1966. [3] Новацкий В. Теория упругости. — М.: Мир, 1975.

Поступила 11 января 1980 г.

УДК 630\*362.7 : 621.93.023.19

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПИЛЬНОЙ ШИНЫ БЕНЗИНОМОТОРНОЙ ПИЛЫ МП-5 «УРАЛ-2»

И. И. ФЕДОТОВ

Ленинградская лесотехническая академия

За последнее время ресурс пильной шины заметно снизился, а число шин, поставляемых с пилой и в группкомплектах запчастей, осталось прежним, что затрудняет организацию труда на валке леса.

Для оценки надежности пильных шин выпуска 1977—1979 гг. и выявления причин снижения их ресурса проведены наблюдения за работой пил «Урал-2» на валке леса со средним объемом хлыста 0,22—0,39 м<sup>3</sup>.

Количественно надежность пильной шины может быть оценена средней наработкой на отказ, или ресурсом. Фактическая наработка шины, совпадающая по величине с ресурсом, составляет 220 ч в нормальных и 135 ч в рядовых условиях эксплуатации (допускающих отклонения от нормальных, т. е. от требований заводской инструкции).

Основные показатели надежности пильной шины приведены в табл. 1.

Распределение отказов пильной шины согласуется с законом Вейбулла. Используя данные табл. 1, легко определить показатели безотказности пильной шины на любом отрезке времени эксплуатации.

Как установлено, ресурс пильной шины колеблется в значительных пределах, так как с изменением условий эксплуатации меняется характер воздействия основного разрушающего фактора. Если основным

Таблица 1

Показатели	Условия эксплуатации шины	
	нормальные	рядовые
Ресурс пыльной шины, ч	220/320	135/164
Коэффициент вариации ресурса	0,585/0,404	0,610/0,482
Среднее квадратичное отклонение, ч	129/130	82/79
Параметры закона Вейбулла:		
$m$	1,76/2,70	1,70/2,20
$t_0 \times 10^4$	1,63/791	0,51/9,72
Критерий согласия $\chi^2$	0,70/0,48	0,34/0,67
Количество отказов, %, по причине:		
износа	70	67
поломок	13	20
выкрашивания стенок паза	17	13

Примечание. В знаменателе даны соответствующие показатели ресурса по износу (учтены только отказы по причине износа).

разрушающим фактором является изнашивание, усталость при изгибе и кручении, либо комплекс разрушающих факторов, то коэффициент вариации наработки равен 0,3—0,4, если контактная усталость — то 0,5—0,7. Результаты наших исследований согласуются с выводами практики и подтверждают, что отказы пыльной шины связаны с изнашиванием, поломками и выкрашиванием стенок паза.

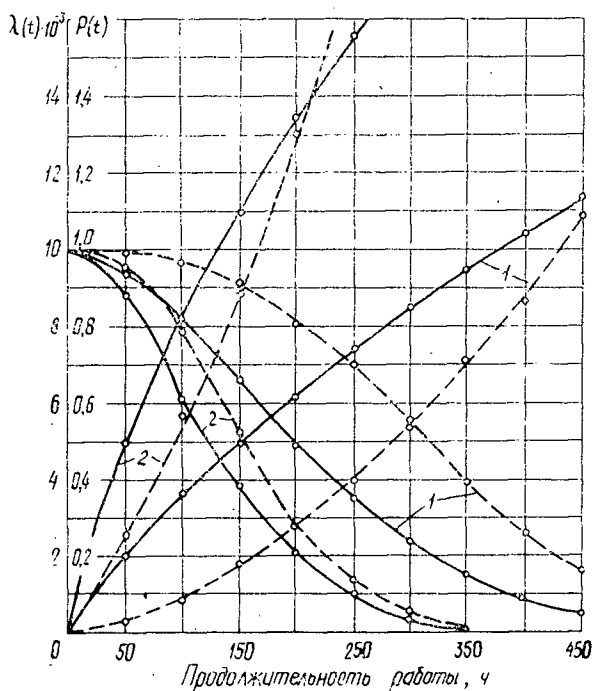


Рис. 1. Зависимость вероятности  $P(t)$  безотказной работы и интенсивности  $\lambda(t)$  отказов пыльной шины от условий эксплуатации.

1 — нормальные условия; 2 — рядовые условия; штриховые линии — износовые отказы.

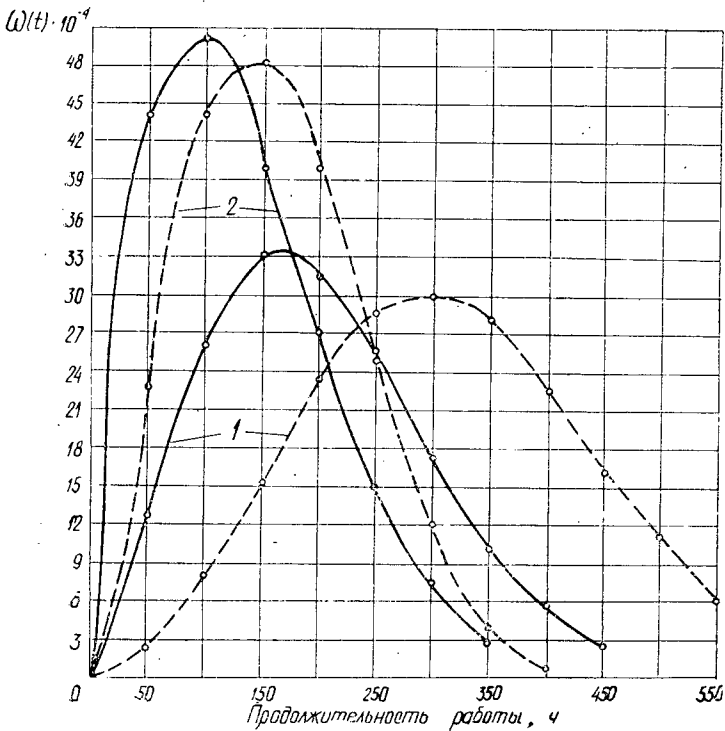


Рис. 2. Зависимость частоты  $\omega(t)$  отказов пильной шины от условий эксплуатации. Обозначения см. на рис. 1.

Рассмотрим основные причины возникновения отказов пильной шины. Около 10 % отказов происходит в начальный период эксплуатации. Это вызвано наличием скрытых дефектов производства: риски, зарезы, скрытые пороки и раковины в материале, низкое качество термообработки, которые обнаруживаются при нагрузках, близких к предельным.

Характер изменения вероятности  $P(t)$  безотказной работы, интенсивности  $\lambda(t)$  и частоты  $\omega(t)$  отказов пильной шины в зависимости от факторов эксплуатации представлен графически на рис. 1, 2. Кривые показывают, что в рядовых условиях эксплуатации по сравнению с нормальными вероятность отказа шины после 100, 200 и 300 ч эксплуатации увеличивается соответственно с 18 до 39, с 50 до 80 и с 77 до 96 %. Частота отказов достигает максимума в интервале 25—150 ч, а затем снижается. Это указывает не на повышение надежности, а на заметное уменьшение безотказно работающих к этому времени шин, вследствие чего число отказавших шин будет небольшим.

Установлено, что до 70 % шин заменяется из-за предельного уменьшения глубины направляющего паза (износ) и более 30 % — вследствие поломок и выкрашивания стенок паза.

Износ шины, обусловленный действием сил трения, неизбежен. С ухудшением нормальных условий эксплуатации до уровня рядовых поток отказов из-за износа увеличивается на 50 %, из-за выкрашивания — на 20 %, из-за поломок — в 2,4 раза, а ресурс уменьшается на 50—60 %. Эффективное средство защиты шины от форсированного износа — смазка, значение которой недооценивается эксплуатацион-

никами. Отсутствие смазки или ее недостаточность вызывают износ беговых дорожек шины более чем в 2 раза.

По различным причинам до 52 % шин эксплуатируется с нарушением режимов смазки: масляные каналы забиваются опилками и грязью — 24 %, не совпадают выходные отверстие маслопроводящего канала на корпусе редуктора и входное на шине — 7 %, неисправен мажлонасос — 9 % и др.

Износ шины связан не только с нарушением режимов смазки, но и с ненормальным нагнетением пыльной цепи, чрезмерными усилиями наведения при пилении (особенно тупой цепью), низким качеством изготовления (17 % шин имеет толщину стенок паза 0,8 вместо требуемых 1,6 мм и ширину паза до 2,6 вместо 1,8 мм). Тонкая стенка паза изнашивается быстрее, цепь перекашивается и рез получается косой, производительность пиления снижается. Подобный дефект устраняется шлифовкой менее изношенной стенки паза до уровня более изношенной. В результате снижается ресурс шины из-за уменьшения глубины паза. При изготовлении шины глубина паза нередко оказывается уменьшенной. Занижение глубины паза лишь на 1 мм равносильно снижению ресурса шины на 35—40 ч. Распределение шин по глубине паза и ее влияние на ресурс показано в табл. 2.

Таблица 2

Средняя глубина паза шины, мм	Количество шин, %	Возможное уменьшение ширины (износ), мм	Возможный ресурс, ч	Ресурс по износу рабочей и передней части шины, ч
8,25	7	3,4	130	90
8,75	20	4,5	170	120
9,25	19	5,5	210	150
9,75	30	6,5	250	175
10,00	24	7,0	270	190

Данные таблицы показывают, что у 46 % шин глубина паза не соответствует конструктивному размеру — занижена до 2 мм. При глубине паза менее 6,5 мм нарушается нормальная работа пыльной цепи вследствие задевания хвостовиков средних звеньев о дно, поэтому предельное уменьшение глубины паза в зависимости от его первоначального ресурса составит 1,7—3,5, а ширины шины — 3,4—7,0 мм. Средний износ (уменьшение ширины) шины составляет 5,1 мм (доверительные границы 5,5—4,7 мм, среднее квадратичное отклонение 1,1 мм). При полученной нами средней скорости изнашивания рабочей и холостой ветвей беговых дорожек (соответственно 20 и 6 мкм/ч) ресурс шины изменяется в пределах 130—270 ч в зависимости от первоначальной глубины паза.

Характер износа пыльной шины по длине показан на рис. 3. Интенсивно изнашивается рабочая и передняя части, так как первая испытывает большие удельные давления контактных площадок звеньев цепи на беговые дорожки шины от усилий наведения при пилении, а вторая — еще и ударное воздействие пыльной цепи, особенно при слабом ее натяжении. Низкое качество заточки, работа затупившейся цепью также способствуют увеличению удельного давления и износа. Действие указанных сил приводит к образованию характерного напыла (заусенца) вдоль наружной кромки беговых дорожек. Ударное воздействие вызывается, прежде всего, несовершенством контура шины, особенно передней ее части. На участке 130—150 мм от оси ведомой звездочки траектория движения цепи не совпадает с контуром шины

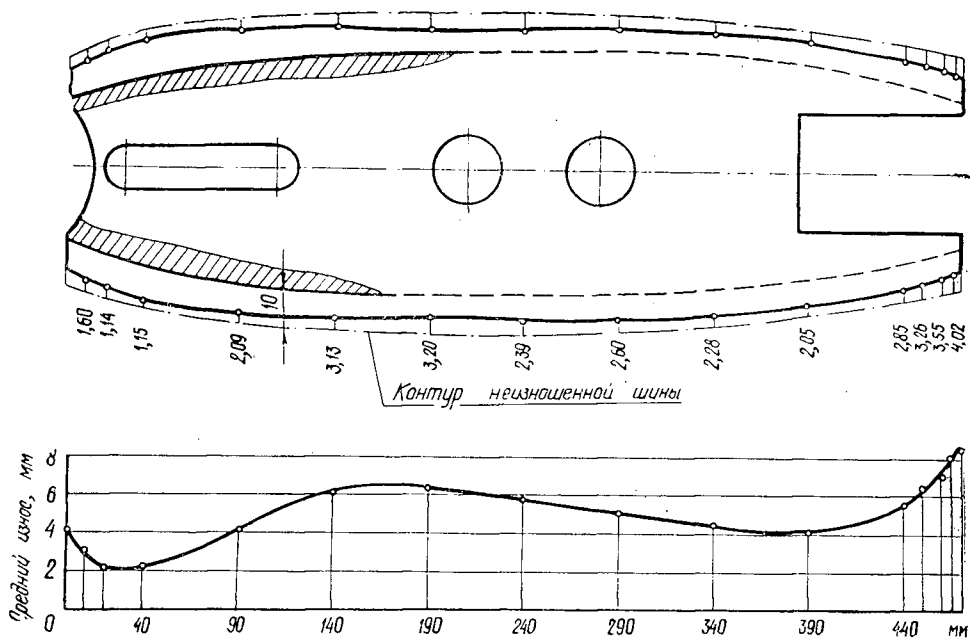


Рис. 3. Динамика износа пильной шины (уменьшение первоначальной ширины).

и цепь оказывается как бы в подвешенном состоянии, ее движение становится волнообразным. Удары контактными площадками звеньев о беговые дорожки вызывают повышенный износ последних (пластическое течение материала). Для предотвращения отрыва и последующего удара цепи о беговые дорожки шины необходимо усовершенствовать контур передней части, обеспечив плавное набегание и сбегание с ведомой звездочки. Скорость изнашивания передней рабочей и холостой беговой дорожек шины составляет соответственно 28 и 9 мкм/ч. При данной скорости и фактической глубине паза (табл. 2) ресурс шины равен 90—190 ч. Следовательно, шина заменяется, главным образом, из-за износа передней части, подвергающейся наиболее сильному ударному воздействию пильной цепи. Сила и характер ударов зависят от шага и скорости движения цепи, величины и характера износа зубьев ведущей и ведомой звездочек и беговых дорожек, от формы контура шины.

По мере износа шарнирной системы шаг и длина цепи увеличиваются, соответственно возрастает сила ударов. Удары цепи о беговые дорожки способствуют развитию усталостных трещин, которые приводят к отколу направляющих (выкрашиванию) или излому шины.

Шина ломается также вследствие низкого качества термообработки, наличия скрытых дефектов производства, использования запрещенных приемов валки леса, неумелого выбивания клина из подпила, пиления носком шины («таран»).

Исследование сломанных шин, обработавших 28, 45, 55 и 70 ч, показало, что вместо высокопрочной стали 45ХНМФА они изготовлены из марганцовистой стали ( $Mn = 1\%$ , твердость 42—44 HRC). Микроструктура — троостомартенсит, обнаружены неметаллические включения — сульфиды. Особенности макроскопического строения — поперечное направление волокон — способствовали поломке шин.



У 45 % исследованных шин твердость, замеренная до начала эксплуатации, оказалась ниже требуемой и составила 36—50 HRC. Часть этих шин изгибалась даже при незначительных усилиях и браковалась.

Только из-за технологических отказов ресурс шины снижается на 30—40 %, а затраты потребителя повышаются на 25—35 %.

Случаи усталостного разрушения, поломки, интенсивный износ беговых дорожек вследствие расклевывания и выкрашивания указывают на низкое качество термообработки, несоответствие материала условиям и режимам работы, конструктивное несовершенство шины, особенно передней ее части.

### Выводы

1. Устранение технологических отказов, возникающих из-за поломок, выкрашивания и разбивания беговых дорожек, а также усовершенствование формы контура шины позволяют повысить срок службы до 350 ч и получить более 2 р. экономии на одну шину.

2. Один из способов защиты от интенсивного изнашивания пыльной шины — тщательный ежедневный уход и регулярная смазка. При недостаточной смазке износ беговых дорожек шины повышается в 2 раза.

3. Суммарный ресурс двух шин, поставляемых в комплекте к пиле, при существующем уровне надежности, не обеспечивает нормальной ее работы в течение срока службы и нуждается в увеличении.

Поступила 11 апреля 1980 г.

УДК 532.5.074 : 626.34

## О МЕТОДАХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ КАНАЛОВ И ДОРОЖНЫХ ВОДООТВОДНЫХ КАНАВ

М. М. КОРУНОВ, Н. Д. ТАГИЛЬЦЕВ, В. И. ШУСТОВ

Уральский лесотехнический институт

Расход воды в канале трапецеидального сечения ( $Q$  м<sup>3</sup>/с) определяют по известному уравнению

$$Q = \omega v = (b + mh) h C \sqrt{Ri}, \quad (1)$$

где  $\omega$  — площадь живого сечения, м<sup>2</sup>;

$v$  — средняя скорость, м/с;

$C$  — коэффициент Шези, м<sup>0,5</sup>/с;

$i$  — продольный уклон канала;

$R$  — гидравлический радиус, м;

$b$  и  $h$  — соответственно ширина по дну и глубина заполнения канала, м;

$m$  — коэффициент заложения откоса.

Для гидравлически наивыгоднейшего живого сечения

$$R = \frac{h}{2}; \quad b = \beta h; \quad \beta = 2(\sqrt{1+m^2} - m),$$

где  $\beta$  — коэффициент относительной ширины канала.

Если принять (по Н. Н. Павловскому)  $C = \frac{1}{n} R^y$ , то уравнение (1) можно записать так:

$$Q = (\beta h^2 + mh^2) \frac{1}{n} \left(\frac{h}{2}\right)^y \left(\frac{h}{2}\right)^{1/2} \sqrt{i} = (\beta + m) \frac{1}{n} h^{2,5+y} \left(\frac{1}{2}\right)^{0,5+y} \sqrt{i},$$

откуда

$$h = 2^{\frac{0,5+y}{2,5+y}} \sqrt[2,5+y]{\frac{Qn}{(\beta + m)\sqrt{i}}}. \quad (2)$$

Показатель степени  $y$  рекомендуется определять как средний из двух известных эмпирических формул Н. Н. Павловского, т. е.

$$y = 1,4\sqrt{n}, \quad (3)$$

где  $n$  — коэффициент шероховатости стенок канала.

При  $y = 0,5$  уравнение (2) принимает вид

$$h = \sqrt[3]{\frac{2Qn}{(\beta + m)\sqrt{i}}}. \quad (4)$$

В табл. 1 представлено сравнение результатов подсчета глубины заполнения канала по известному методу подбора и уравнениям (2) и (4).

Таблица 1

№ п/п	Данные для расчета				Глубина $h$ , м, вычисленная		
	$Q$ м <sup>3</sup> /с	$i$	$n$	$m$	методом подбора	по формуле (2)	по формуле (4)
1	1,0	0,0004	0,030	1,0	1,13	1,12	1,18
2	3,0	0,0060	0,025	1,5	0,91	0,91	0,96
3	3,5	0,0050	0,025	1,5	1,00	0,99	1,05
4	4,0	0,0010	0,025	2,0	1,32	1,32	1,37
5	4,2	0,0004	0,040	1,5	2,00	2,02	1,97
6	5,0	0,0015	0,025	2,0	1,33	1,33	1,37
7	12,0	0,0004	0,025	1,0	2,64	2,62	2,54
8	20,0	0,0004	0,090	1,5	4,53	4,50	4,40

Как видим, разница в расчетах по трем методам незначительна. Это подтверждает вывод И. И. Агроскина [1], что колебания показателя степени  $y$  в пределах 0,2—0,5 мало влияют на конечный результат подсчета.

Имеется много различных методов подсчета глубины заполнения трапециевидальных каналов. Самым распространенным и наиболее точным считается метод подбора, который, как и другие, описан подробно в технической литературе.

Выполненные нами сравнительные подсчеты показали, что практически можно пользоваться любым методом, так как разница между ними, как правило, редко превышает  $\pm 5\%$ . Сравнение некоторых способов расчета для расхода  $Q = 4,2$  м<sup>3</sup>/с при  $i = 0,0004$ ,  $n = 0,040$  и  $m = 1,5$  приведено в табл. 2.

Метод И. И. Агроскина, помимо ряда вычислений, требует применения специально составленных таблиц и нередко еще интерполяции. По степени точности он приближается к методу подбора.

Метод А. А. Угинчуса [2] при достаточно хорошей точности не отличается быстротой выполнения решения и уступает в этом отношении методу гидравлического показателя русла.

Метод расчета площади живого сечения в функциональной зависимости

$$\omega_{min} = \Phi(Q, i, n, m)$$

Таблица 2

Название метода или уравнения	h	
	м	% к точному значению
Метод И. И. Агроскина	1,99	99,5
» подбора	2,00	100
» безразмерных характери- стик	1,98	99,0
» площади живого сечения	2,03	101,5
Уравнение (2)	1,99	99,5
» (4)	2,00	100
» А. А. Угинчуса	1,99	99,5

впервые предложен Г. М. Шахуньянцем и применен для проектирования водоотвода на железных дорогах [3], а затем был развит нами на основе анализа материалов, полученных на ЭВМ, и их обработки методом математической статистики. В результате получено уравнение

$$\omega_{min} = (k_i Q)^{0,75} k_n k_m, \quad (5)$$

где  $k_i$  — коэффициент учета продольного уклона, определяемый по формуле:

$$k_i = \frac{0,054}{\sqrt{i}}; \quad (6)$$

$k_n$  — коэффициент учета гидравлической шероховатости стенок сооружения

$$k_n = 0,223 + 31,5n - 51,5n^2; \quad (7)$$

$k_m$  — коэффициент учета поперечного уклона

$$k_m = 0,898 + 0,068m. \quad (8)$$

В расчетах принято, что  $k_n = 1$  соответствует  $n = 0,025$  и  $k_m = 1$  — коэффициенту крутизны откоса  $m = 1,5$ . При этом формула принимает вид

$$\omega_{min} = (k_i Q)^{0,75}. \quad (5a)$$

Сравнение  $\omega$  и  $h$ , полученных по методу подбора и площади живого сечения, приведено в табл. 3.

Таблица 3

Данные для расчета					$\omega$	h
Q	i	n	m	$\beta$		
1,0	0,0030	0,020	1,0	0,83	0,77	0,56
					0,79	0,66
3,0	0,0020	0,025	1,5	0,61	2,60	1,11
					2,57	1,11
4,0	0,0010	0,025	2,0	0,47	4,32	1,37
					4,27	1,31
7,5	0,0004	0,013	1,0	0,83	5,58	1,74
					5,74	1,72

Примечание. В числителе данные, полученные методом подбора; в знаменателе — методом площади живого сечения.

Результаты решения ряда задач методами И. И. Агроскина и площади живого сечения также совпадают или близки.

Исследованиями А. А. Угичуса и А. М. Латышенкова установлено, что существует большая область гидравлически наивыгоднейших профилей, имеющих практически одинаковые площади живых сечений, но отличающихся глубинами наполнений и шириной по дну. Поэтому можно выбирать любые удобные размеры по условиям строительства или эксплуатации сооружения.

### Выводы

1. По уравнениям (2) и (4) можно с достаточной для практики точностью определить глубину заполнения трапецидальных каналов. Точность подсчета мало отличается от точности метода подбора, а время, требующееся на решение задачи, сокращается в 7—8 раз.

2. Расчет по методу площади живого сечения может применяться для определения размеров сечений любых трапецидальных каналов с точностью, мало отличающейся от точности метода подбора.

При неизвестном гидравлическом радиусе показатель степени  $y$  можно определять по формуле (3).

3. Подтверждается вывод И. И. Агроскина о малом влиянии в уравнении (2) показателя степени  $y$  на конечный результат расчета.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агроскин И. И. Гидравлический расчет каналов. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1958. — 8 с. [2]. Угичус А. А. Гидравлические и технико-экономические расчеты каналов. — М.: Стройиздат, 1965. — 100 с. [3]. Фришман А. М., Хохлов И. Н., Титов В. П. Земляное полотно железных дорог. — М.: Транспорт, 1972. — 228 с.

Поступила 21 июля 1980 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.934 : 536.24

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ  
ОХЛАЖДАЕМЫХ ДИСКОВ ПИЛ

В. К. ПАШКОВ, А. С. КРАСИКОВ

Уральский лесотехнический институт

Проведены экспериментальные исследования влияния различных факторов на коэффициенты теплоотдачи дисков, охлаждаемых на спокойном воздухе, направленной струей воздуха, низконапорной струей воды и водо-воздушной смесью.

Коэффициенты теплоотдачи измеряли по методике\*, разработанной на основе теории регулярного теплового режима. Модель представляет собой стальной диск диаметром 520 мм, разбитый на концентрические узкие кольца, теплоизолированные друг от друга для предотвращения перетока тепла по радиусу. Диск нагревали токами высокой частоты; температуру колец измеряли термомпарами.

Результаты обрабатывали в критериальном виде. При расчете критериев Нуссельта  $Nu$  и Рейнольдса  $Re$  за определяющую температуру принимали температуру охлаждающей среды, а за определяющий линейный размер — радиус пильного диска. При струйном охлаждении коэффициент теплоотдачи определяли в точке диска, на которую направлена охлаждающая среда. Ошибка определения коэффициента теплоотдачи составляла не более 2 %, критерия  $Nu$  — 2,5 %, критерия  $Re$  — 2 %.

При охлаждении на спокойном воздухе и струей воздуха исследовали влияние скорости вращения пильного диска  $\omega$  и температурного напора  $\vartheta$  (разность температур диска и охлаждающей среды). Критерий  $Re$ , характеризующий скорость вращения диска, изменялся от  $1,4 \cdot 10^5$  до  $14,4 \cdot 10^5$ , относительный температурный напор  $\vartheta/T$  ( $T$  — абсолютная температура охлаждающей среды, К) — от 0,0136 до 0,2713. В случае охлаждения направленной струей воздуха его расход  $Q_v = 8,0$  кг/ч.

При охлаждении диска низконапорной струей жидкости изучали влияние величин  $\omega$ ,  $\vartheta$ , расхода жидкости  $Q_{ж}$  и относительного расстояния от сопла до поверхности диска  $l/d$ . Проведено два полных факторных эксперимента. В одном из них расход жидкости изменялся за счет изменения давления воды при неизменном диаметре сопла  $d = 0,8$  мм, а в другом — за счет изменения диаметра сопла при неизменном давлении воды  $P = 60$  кПа. Интервалы варьирования изучаемых факторов представлены в табл. 1.

При охлаждении диска струей водо-воздушной смеси изучали влияние  $\omega$ ,  $\vartheta$ ,  $l/d$ ,  $d/r$  и концентрации водо-воздушной смеси  $X = Q_{ж}/Q_v$ . Проведен полный факторный эксперимент. Интервалы варьирования изучаемых факторов представлены в табл. 2.

\* Красиков А. С., Пашков В. К. Определение коэффициентов теплоотдачи вращающихся дисков пил. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 2, с. 70—73.

Таблица 1

Номер фактора	Наименование фактора	Обозначение	Размерность	Уровни		
				-1	0	+1
1	Скорость вращения и критерий Рейнольдса	$\omega$ Re	1/с —	85 $3,8 \cdot 10^5$	165 $7,4 \cdot 10^5$	320 $14,3 \cdot 10^5$
2	Абсолютный и относительный температурные напоры	$\vartheta$ $\vartheta/T$	$^{\circ}\text{C}$ —	6,5 0,0222	18,1 0,06161	50 0,1710
3	Относительное расстояние	$l/d$	—	5	22,4	100
4	Расход жидкости	$Q_{\text{ж}}$	кг/ч	17,5	31,2	55,5

Таблица 2

Номер фактора	Наименование фактора	Обозначение	Размерность	Уровни		
				-1	0	+1
1	Скорость вращения и критерий Рейнольдса	$\omega$ Re	1/с —	68 $3,04 \cdot 10^5$	147,2 $6,58 \cdot 10^5$	320 $14,3 \cdot 10^5$
2	Абсолютный и относительный температурные напоры	$\vartheta$ $\vartheta/T$	$^{\circ}\text{C}$ —	6,5 0,0222	18,1 0,06161	50 0,1710
3	Концентрация смеси	$X$	—	0,25	1	4
4	Относительное расстояние	$l/d$	—	5	22,4	100
5	Относительный диаметр сопла	$d/r$	—	$4,04 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$8,08 \cdot 10^{-3}$

В результате исследований получены следующие зависимости для коэффициентов теплоотдачи в критериальном виде:  
при охлаждении диска на спокойном воздухе

$$Nu = 0,0733 Re^{0,8} (\vartheta/T)^{0,23}; \quad (1)$$

при охлаждении диска струей воздуха через сопло диаметром  $d = 2,1$  мм под давлением  $P = 300$  кПа с расстояния  $l = 10,5$  мм

$$Nu = 5,22 Re^{0,5} (\vartheta/T)^{0,23}; \quad (2)$$

при охлаждении низконапорной струей воды с регулированием расхода жидкости за счет изменения давления для постоянного диаметра сопла  $d = 0,8$  мм

$$Nu = 738 Re^{0,23} (\vartheta/T)^{0,31} Q_{\text{ж}}^{0,32}, \quad (3)$$

а в случае регулирования расхода воды за счет изменения диаметра сопла при постоянном давлении  $P = 60$  кПа

$$Nu = 1410 Re^{0,15} (\vartheta/T)^{0,33} Q_{\text{ж}}^{0,48} \quad (4)$$

(формулы (3) и (4) применимы для расхода воды  $Q_{\text{ж}} = 17-55$  кг/ч);  
при охлаждении диска струей водо-воздушной смеси

$$Nu = 4300 Re^{0,3} (\vartheta/T)^{0,36} X^{0,28} (l/d)^{-0,083} (d/r)^{0,37}. \quad (5)$$

Ошибка определения критерия  $Nu$  по уравнениям (1) — (5) не превышает 5 %.

Анализ зависимостей (1) — (5) позволяет сделать следующие выводы.

1. Расчеты по формулам (1), (2) показывают, что при  $Re = 3,5 \cdot 10^5$  охлаждение диска струей воздуха позволяет в 1,5 раза увеличить коэффициент теплоотдачи по сравнению с диском, вращающимся на спокойном воздухе, а при  $Re = 14 \cdot 10^5$  коэффициенты теплоотдачи практически одинаковы. Можно сделать вывод о целесообразности охлаждения диска струей воздуха лишь при низких скоростях вращения диска.

2. При охлаждении низконапорной струей воды коэффициент теплоотдачи не зависит от расстояния среза сопла до охлаждаемой поверхности. В этом случае для малых расходов воды эффективнее выбирать большее давление и меньший диаметр сопла, а для больших расходов воды — меньшее давление и больший диаметр сопла.

3. При охлаждении водо-воздушной смесью для одинакового расхода жидкости нужно стремиться выбирать концентрацию смеси большей, а диаметр сопла меньшим, но не меньше 1,0 мм (из-за возможности засорения); расстояние от сопла до поверхности нужно выбирать минимальным.

4. При малых расходах жидкости ( $Q_{ж} < 20-30$  кг/ч) охлаждение водо-воздушной смесью эффективнее по сравнению с низконапорной струей воды. Для получения больших коэффициентов теплоотдачи, когда расход воды не ограничен, лучше применять охлаждение низконапорной струей воды.

5. Коэффициенты теплоотдачи дисков в 5—15 раз больше при охлаждении их водой и водо-воздушной смесью, чем при охлаждении на спокойном воздухе. В условиях наших экспериментов коэффициенты теплоотдачи изменялись в следующих пределах: при охлаждении на спокойном воздухе — от 80 до 360 Вт/(м<sup>2</sup>·°С); при охлаждении низконапорной струей воды — от 1000 до 5000 Вт/(м<sup>2</sup>·°С); при охлаждении водо-воздушной смесью — от 350 до 3700 Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Поступила 23 апреля 1980 г.

УДК 676.2.052

## ВИБРАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА И НОРМИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

А. А. САННИКОВ, А. М. ВИТВИНИН, В. П. СИВАКОВ, С. А. МИШИН,  
Ю. Н. ЗАВЬЯЛОВ, В. И. МУЗЫКАНТОВА, А. М. КЛЕПАЛОВ, А. Г. ЦИБИЛЕВ

Уральский лесотехнический институт

Современные бумагоделательные машины (БМ) обладают значительной виброактивностью, которая приводит к ухудшению качества продукции. В результате исследований [1, 3] установлено, что виброактивность БМ существенно зависит от технического состояния узлов и агрегатов.

В данной статье обобщаются результаты исследований диагностики причин и источников колебаний БМ; вибродиагностики технического состояния узлов эксплуатирующихся машин с целью предотвращения аварийных отказов и прогнозирования остаточного ресурса составных частей машины, в первую очередь подшипниковых узлов и зубчатых

передач; вибродиагностики БМ перед их модернизацией для обоснования выбора путей модернизации и рабочих параметров машины после модернизации, а также после монтажа с целью оценки качества изготовления и монтажа машины. Кроме того, рассматривается вопрос диагностики причин и факторов, отрицательно воздействующих на качественные показатели бумажного полотна.

Узлы и агрегаты БМ имеют сложные периодические колебания, преимущественно в диапазоне частот 2—1000 Гц. Вынужденные колебания станин и фундаментов в горизонтальных направлениях (в продольном, совпадающем с направлением движения полотна бумаги, и в поперечном, перпендикулярном направлению движения полотна) имеют формы, подобные первой кососимметричной форме изгиба рамной конструкции. Уровни горизонтальных колебаний составляют 80—1000 мкм, уровни вертикальных колебаний находятся в пределах 10—20 мкм. Амплитуды колебаний станин и фундаментов в поперечном направлении в 3—6 раз превышают амплитуды колебаний в продольном направлении.

Для обоснования выбора конкретных мероприятий по уменьшению колебаний машин производится диагностика источников и причин повышенных колебаний. Диагностика заключается в выявлении частотного состава колебаний и в сопоставлении с частотами возбуждающих колебания сил, а также в сравнении интенсивности колебаний с нормативными значениями [2]. Источники колебаний БМ — неуравновешенность валов и цилиндров, некруглость (овальность, волнистость, ограда и др.) рабочей поверхности валов прессов и каландров, кинематическое воздействие подшипников качения, несоосность муфт и др. Неуравновешенность валов и цилиндров возбуждает колебания с частотой, равной и кратной частоте их вращения, несоосность муфт — с частотой вращения, некруглость рабочих поверхностей валов — с частотами, кратными частотам вращения валов. Подшипники качения возбуждают колебания с частотой перекачки внутреннего кольца по телам качения.

Интенсивность колебаний существенно зависит от соотношения частот возбуждающих колебания сил, достигая максимального значения при резонансе. Низшие частоты собственных колебаний станин и фундаментов сеточных столов, прессовых и сушильных частей, а также каландра соизмеримы с частотами вращения валов и цилиндров. Низшие частоты собственных колебаний конструкции определяли при возбуждении ее кратковременным приложением и снятием нагрузки (ударом и разрывом предварительно растянутой связи), микросейсмическими воздействиями, а также по амплитудно-частотным характеристикам, полученным при разгоне одной из секций или при помощи вибратора.

Нормирование колебаний производится по действующим значениям виброскорости и амплитудам вибросмещений. Уровни колебаний станин и фундаментов изменяются в зависимости от рабочей скорости БМ. При модернизации БМ рабочая скорость их, как правило, увеличивается. С целью прогнозирования колебаний и выявления возможности увеличения скорости разработана и успешно реализуется вибродиагностика БМ, которая заключается в измерении и оценке колебаний при установленном режиме работы БМ, определении критических скоростей для станин, валов и фундаментов частей машины, прогнозировании и оценке колебаний БМ при увеличении скорости.

Зависимости вибросмещений системы станина — фундамент от скорости машины № 6 Балахнинского ЦБК приведены на рис. 1. Здесь



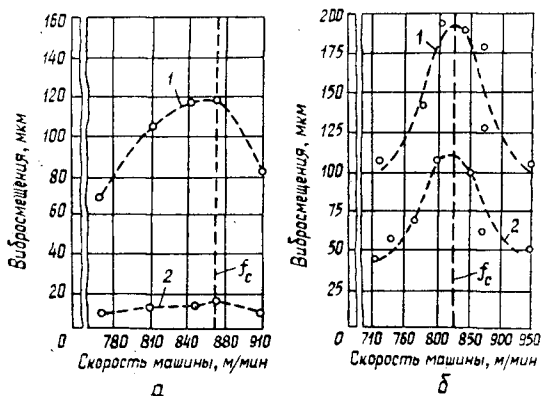


Рис. 1.

а — прессовая часть; б — сушительная часть; 1 — станина; 2 — фундамент.

же показаны частоты собственных колебаний. Критическую скорость БМ  $v_k$  определяли по совпадению частоты собственных колебаний конструкции с частотами вращения валов и цилиндров, являющихся источниками колебаний,

$$v_k = 60\pi D f_c \frac{1}{\eta} \text{ м/мин,} \quad (1)$$

где  $f_c$  — частота собственных колебаний конструкции, относительно которой определяется  $v_k$ , Гц;

$D$  — диаметр вала (источника колебаний), м;

$\eta$  — коэффициент, учитывающий проскальзывание вала (источника колебаний) относительно соответствующего ведущего вала агрегата БМ.

Оптимальными в динамическом отношении являются прогнозируемые скорости

$$v_n = (0,75 - 1,3) v_k. \quad (2)$$

При работе БМ в зоне прогнозируемых скоростей интенсивность колебаний станин и фундаментов должна соответствовать допустимым нормативным значениям [2].

В таблице приведены средние арифметические частоты собственных поперечных колебаний  $f_c$  станин сушительных частей, а также критические  $v_k$  скорости БМ относительно поперечных колебаний станин, возбуждаемых силами инерции неуравновешенных масс сушительных цилиндров и сукноведущих валиков.

БМ	$f_c$ Гц	$v_k$ , м/мин, для системы станина — фундамент относительно	
		сушительных цилиндров	сукноведущих валов
№ 9 Соликамского ЦБК	3,8	1070	—
№ 4 Кондопожского ЦБК	2,45	700	225
№ 7 Кондопожского ЦБК	2,55	720	231
№ 9 Кондопожского ЦБК	3,3	930	288
№ 6 Балахнинского ЦБК	2,9	820	250
То же № 7	3,0	850	260
То же № 2 и № 3	4,65	1310	356
№ 2 Камского ЦБК	5,5	1550	394
№ 2 Красноярского ЦБК	6,27	1770	277
№ 1 Ингурского ЦБК	3,5	980	204
№ 1 Ново-Лялинского ЦБК	4,85	1370	215

Значения критических скоростей, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что станины и фундаменты сушильных частей колеблются в околорезонансном режиме.

Серьезная авария машины редко происходит внезапно, без накопления погрешностей, приводящих к появлению сигналов, которые позволяют предусмотреть неполадки. В частности, при появлении дефектов подшипников качения, зубчатых зацеплений, брачиных поверхностей валов прессов и каландров изменяются спектральный состав и уровень вибрации корпусных конструкций. Выявление функциональной зависимости параметров колебаний корпусных конструкций от характера и степени повреждения деталей — основа разработки вибродиагностики технического состояния составных частей БМ.

Рассмотрим для примера выявление вибрационных диагностических параметров подшипниковых узлов однотипных устройств каждой БМ (сукноведущих валов, сушильных цилиндров, шестерен привода). С этой целью производили статистический анализ спектрального состава колебаний узлов. Уровни колебаний 30—70 однотипных узлов измеряли при установившемся режиме работы БМ в одних и тех же контрольных точках узлов в течение одной рабочей смены. Спектрограммы статистически обрабатывали на ЭВМ «Наври-К».

Установлено, что закон распределения интенсивности колебаний как случайной величины близок к нормальному. Выборочные средние значения эффективной виброскорости  $m_v$  в каждой октавной полосе определяли по формуле

$$m_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i. \quad (3)$$

Здесь  $v_i$  — виброскорость  $i$ -того подшипникового узла в рассматриваемой октаве;

$n$  — количество однотипных подшипниковых узлов.

Грубые ошибки наблюдений, а также уровни колебаний заведомо неисправных узлов при определении статистических характеристик исключались. Полученные средние статистические спектрограммы можно считать контрольными, характеризующими исправное состояние подшипниковых узлов. Предельно допустимые отклонения уровней колебаний исправных узлов от среднего выборочного значения определяли по формуле

$$v_k = m_v + k\delta, \quad (4)$$

где  $k$  — число, характеризующее вероятность нахождения уровней колебаний узлов ниже предельного значения;

$\delta$  — среднее квадратичное отклонение

$$\delta = \frac{n}{n-1} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^2 - m_v^2}. \quad (5)$$

Заметим, что при нормальном законе распределения практическая зона рассеивания уровней виброскорости с вероятностью 0,977 находится в пределах  $m_v + 2\delta$ . Если спектр колебаний диагностируемого узла располагается ниже границы рассеивания, то узел находится в удовлетворительном техническом состоянии. Установлено, что уровни колебаний дефектных подшипников в 3—10 раз превышают уровни колебаний исправных.

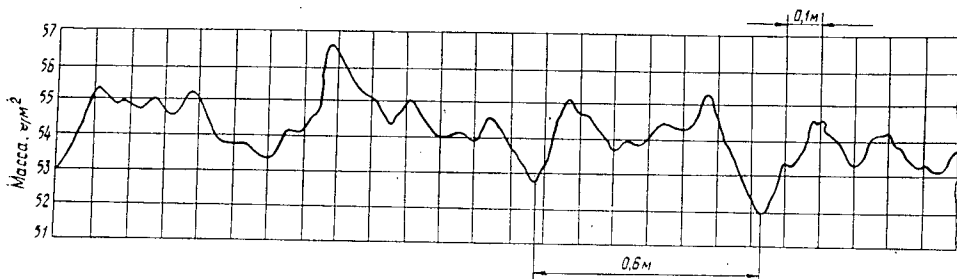


Рис. 2.

В качестве оценки неудовлетворительного состояния рекомендуется принять спектр колебаний, уровни которых находятся в пределах  $m_v + 2\delta < v_i \leq 2,5(m_v + 2\delta)$ . Уровни колебаний, превышающие величину  $2,5(m_v + 2\delta)$ , оценивают как соответствующие предельному техническому состоянию подшипникового узла. По контрольным средним статистическим значениям виброскорости составляли нормы на ограничения колебаний БМ. Нормы выполнены по четырехбалльной системе через два интервала нормочисел, рекомендованных международным комитетом ISO. Нормами ограничиваются колебания БМ в области частот 1,4—4000 Гц в зависимости от рабочей скорости БМ. В нормах конкретизированы контрольные точки и направления измерения колебаний объектов.

Важно диагностировать качественные показатели бумажного полотна, в первую очередь, толщину и массу  $1 \text{ м}^2$  бумаги при выравненной влажности. На изменение массы  $1 \text{ м}^2$  в продольном направлении влияют следующие отклонения: непериодические случайные преимущественно технологического характера; периодические с большими периодами, вызываемые системами автоматического регулирования; периодические быстропеременные (с малыми периодами), источником которых являются периодические процессы в машине, в том числе обусловленные дефектным состоянием некоторых узлов.

На рис. 2 приведен профиль бумажного полотна с бумагоделательной машины № 12 Соликамского ЦБК.

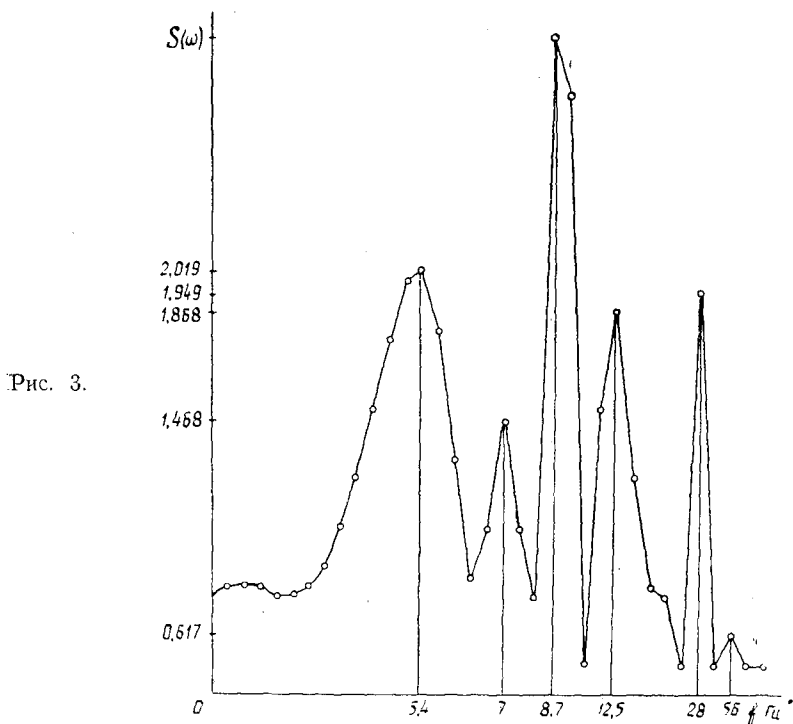
Причины периодического изменения массы бумажного полотна в машинном направлении — колебания давления в системе подачи массы на сетку, вибрация корпуса напорного ящика и узлов мокрой части БМ.

Задача диагностики качественных показателей бумажного полотна сводится к проблеме выявления в спектре отклонений массы  $1 \text{ м}^2$  полотна скрытых быстропеременных периодических составляющих и сопоставления периодов отклонений с периодами динамического процесса, сопровождающего дефект того или иного узла системы подачи массы и мокрой части машины. Так как отклонение массы  $1 \text{ м}^2$  полотна от дефектов сопоставимо, а может быть и меньше отклонений, вызванных технологическими причинами и системой автоматического регулирования, то для выявления периодических составляющих строят спектральные плотности  $\hat{S}(\omega)$  и нормированные корреляционные функции

$$\hat{S}(\omega) = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{\tau}{n}\right) \hat{K}(\tau) \cos(\omega t). \quad (6)$$

Нормированные корреляционные функции и спектральные плотности профилограмм массы  $1 \text{ м}^2$  полотна вычисляли на ЭВМ, профиль полотна снимали на профилометре типа ЕН-61. Зависимость спектральной плотности  $S(\omega)$  массы  $1 \text{ м}^2$  полотна с БМ № 10 (стол с гидропланками) Соликамского ЦБК от частоты  $f$  приведена на рис. 3.

Диагностирование качественных показателей бумажного полотна позволяет оперативно принимать меры по устранению причин, вызывающих неоднородность бумаги.



Таким образом, вибродиагностика — важный фактор повышения надежности БМ, совершенствования их технического обслуживания и ремонта, модернизации, повышения качественных показателей бумаги.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вибрационная диагностика и контроль технического состояния бумагоделательного оборудования / А. А. Санников, В. П. Сиваков, А. М. Витвинин, А. И. Партин. — Экспресс-информ. — М.: ЦИНТИЭИлеспром, 1978. — 18 с. [2]. Методические рекомендации по ограничению колебаний бумагоделательного оборудования. — ВНИПИЭИлеспром, 1976. — 16 с. [3]. Санников А. А., Витвинин А. М., Королев Е. И. Колебания бумагоделательных машин и пути их уменьшения. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 128 с.

Поступила 11 декабря 1979 г.

УДК 630\*812 : 539.62

## О МЕХАНИЗМЕ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

А. И. ОЗЕРСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящей статье поставлена цель объяснить механизм трения скольжения древесины и получить качественную аналитическую зависимость коэффициента трения от определяющих его факторов.

В опубликованных работах по изучению трения древесины определены факторы, обуславливающие коэффициент трения скольжения: влажность древесины, шероховатость опорной поверхности, скорость скольжения, давление и температура в зоне контакта трущихся тел. В то же время в известных исследованиях практически нет аналитического выражения зависимости коэффициента трения древесины от этих факторов, а существующие объяснения влияния этих факторов на коэффициент трения, весьма разноречивы.

Наиболее просто изменение коэффициента трения древесины с изменением ее влажности объясняют [4] тем, что увеличение влажности приводит к набуханию древесины и поднятию ее ворса. При этом снижается чистота поверхности древесины и увеличивается зацепление между трущимися телами. Автором проведен анализ шероховатости образцов шпона различной влажности с разными коэффициентами трения скольжения. Выполненный при 42-кратном увеличении по высоте неровностей (оптический прибор ТСП-4) анализ показал, что с изменением влажности не изменялись не только ворсистость, но и структурные неровности поверхности шпона. Это позволяет предположить, что гипотеза об определяющем влиянии ворса древесины на ее коэффициент трения не вполне состоятельна. Этой гипотезе противоречит и тот факт, что зависимость коэффициента трения скольжения древесины от ее влажности сохраняется при давлении на жесткую опорную поверхность в десятках килограммов на квадратный сантиметр. При таком большом давлении ворс и неровности древесины легко сминаются и маловероятно, чтобы они определяли величину трения.

Существует мнение [3, 6], что трение древесины по некоторой поверхности, в частности металлической, обусловлено химической связью между трущимися телами. Авторы этих работ считают, что адгезия осуществляется за счет водородных связей между окисным слоем металла и несвязными гидроксильными группами древесины. Это предположение подтверждается экспериментами, в которых число гидроксильных групп по поверхности древесины снижалось при обработке уксусным ангидридом [3], мономерными кремнийорганическими соединениями (ГКЖ-94) и многоатомными спиртами (сахароза) [6]. Такая обработка поверхности приводила к снижению трения между сталью и деревом, что, по мнению авторов работ [3, 6], служит подтверждением того, что именно водородные связи древесины с окисным слоем металла определяют величину трения. Однако наличие корреляции между коэффициентом трения древесины по стали и количеством ОН-групп древесины не дает основания однозначно утверждать, что именно связь ОН-групп с контртелом определяет коэффициент трения. Дело в том, что обработка древесины описанными соединениями приводит к изменению ее физических и механических свойств, которые в значительной мере определяют коэффициент трения. Кроме того, химическое взаимодействие между телами является избирательным и существует лишь при определенных условиях. Наиболее универсальна ван-дер-ваальсова связь [5]. Каков бы ни был характер межмолекулярного взаимодействия между древесиной и некоторым контртелом, он не указывает прямо на связь коэффициента трения древесины с определяющими его факторами.

В работах [3, 9, 10] трение древесины предлагается рассматривать с точки зрения молекулярно-механической теории трения эластомеров. Согласно этой теории, сила трения между древесиной и опорной поверхностью обусловлена их молекулярным взаимодействием и деформацией древесины о микровыступы жесткой поверхности контртела. Можно считать, что коэффициент трения скольжения  $f_c$  древесины складывается из молекулярной  $f_{\text{мол}}$  и механической  $f_{\text{мех}}$  составляющих, т. е. можно записать

$$f_c = f_{\text{мол}} + f_{\text{мех}} \quad (1)$$

Следует особо отметить, что ставшая классической зависимость (1) предполагает режим сухого трения, т. е. отсутствие какой-либо смазки, например, влаги между трущимися телами.

В исследованиях [3, 8—10] по трению древесины режимы ее трения разделяют на «сухой» и «мокрый». Считается, что режим сухого трения реализуется в том случае, если значение влажности древесины находится ниже ее предела гигроскопичности. При влажности же древесины выше предела гигроскопичности (влага находится как в клетках, так и в капиллярных пространствах) на поверхности трения присутствует влага и здесь имеет место режим мокрого трения (со смазкой — влагой).

В реальных условиях даже при трении абс. сухой древесины истинно сухого трения не существует. Опытами [1] доказано, что коэффициент трения скольжения, например железа по железу, во влажном воздухе в два раза ниже, чем в сухом, что свидетельствует о смазывающем действии водяных паров, осаждающихся на поверхности трения. Поскольку древесина — гигроскопичный капиллярно-пористый материал, то на ее поверхности обязательно имеется влага, количество которой тем больше, чем влажнее древесина. Если количество влаги на поверхности трения невелико, то она располагается по площади контакта древесины с некоторым контртелом отдельными очагами — «мостиками», т. е. существуют участки сухого контакта тел пары трения и участки контакта по жидкости. Условно можно принять, что сила трения обусловлена здесь сухим и вязкостным трением (торможением) поверхностью влаги.

Обобщая рассмотренные теории трения, основные из которых изложены в работах [2, 3, 5, 7, 8], запишем аналитическое выражение сухого трения древесины

$$f_c = k_1 \frac{A_r}{N} \frac{\delta}{\Theta} + k_2 \frac{N}{A_r} \Theta \delta, \quad (2)$$

где  $k_1 \frac{A_r}{N} \frac{\delta}{\Theta} = f_{\text{мол}}$ ;  $k_2 \frac{N}{A_r} \Theta \delta = f_{\text{мех}}$ ;

$k_1$  и  $k_2$  — коэффициенты пропорциональности;  
 $N$  — нагрузка;  
 — логарифмический декремент затухания древесины;

$\Theta = \frac{1-\mu}{E}$  — упругая постоянная материала древесины;

$E$  — модуль упругости;  
 $\mu$  — коэффициент Пуассона;

$A_r$  — фактическая площадь контакта (ФПК) трущихся тел.

ФПК — функция жесткости древесины и нагрузки, действующей на пару трения, и может быть выражена следующим уравнением:

$$A_r = k_3 (N\Theta)^n. \quad (3)$$

Здесь  $k_3$  — коэффициент пропорциональности;

$n$  — показатель степени (в зависимости от шероховатости контактирующих тел и их упругих свойств  $0,66 < n < 1$ ).

Для наблюдения зоны контакта между древесиной и гладким жестким телом (стеклом) и для определения изменения  $A_r$  мы предлагаем использовать метод светового сечения, применяемый в технике при измерении шероховатости поверхностей. Он отличается простотой и наглядностью.

На рис. 1 представлена оптическая схема для наблюдения зоны контакта между стеклом и шпоном, на рис. 2 — фотография зоны контакта, выполненная на микроскопе МИС-11.

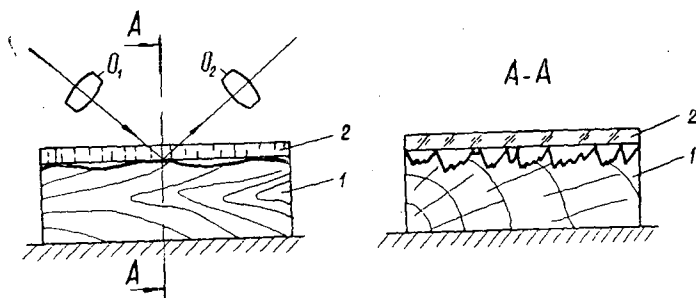


Рис. 1.

1 — древесина; 2 — стекло;  $O_1$  — объектив проектирующего микроскопа;  $O_2$  — объектив наблюдательного микроскопа.

Соотношение между величинами  $f_{\text{мол}}$  и  $f_{\text{мех}}$  в уравнении (1) определяется условиями трения и, в основном, шероховатостью более твердой поверхности. При скольжении по оптически гладкой поверхности с весьма малой высотой микронеровностей составляющая  $f_{\text{мех}}$  практически равна нулю. При трении же древесины по весьма шероховатым жестким поверхностям  $f_{\text{мех}}$  значительно больше  $f_{\text{мол}}$ .

В данной работе мы предлагаем записать аналитическое выражение вклада каждой из составляющих  $f_{\text{мол}}$  и  $f_{\text{мех}}$  в общий коэффициент трения  $f_c$  сухой древесины [с учетом уравнения (3)].

$$f_c = k'_1 k(\gamma) (N\Theta)^{n-1} \delta + k'_2 [1 - k(\gamma)] \cdot (N\Theta)^{1-n} \delta, \quad (4)$$

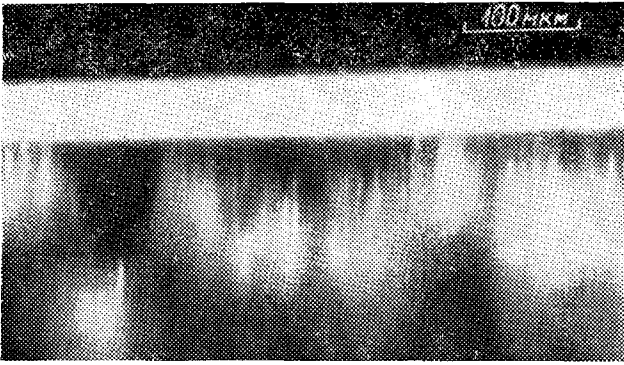


Рис. 2.

где  $k'_1 = k_2 k_3$ ;  $k'_2 = \frac{k_2}{k_3}$  — коэффициенты пропорциональности;

$k(\nabla)$  — коэффициент, принимающий значения в пределах  $0 < k(\nabla) < 1$  в зависимости от шероховатости опорной поверхности, обозначенной  $\nabla$ ;

$k(\nabla) \rightarrow \begin{cases} 0 & \text{при трении скольжения древесины по} \\ & \text{весьма шероховатой жесткой поверхности;} \\ 1 & \text{при трении скольжения по оптически} \\ & \text{гладкой жесткой поверхности;} \end{cases}$

$$k'_1 k(\nabla) (N\theta)^{n-1} \delta = f_{\text{мол}}; \quad k'_2 [1 - k(\nabla)] (N\theta)^{1-n} \delta = f_{\text{мех}}.$$

Уравнение (4) представляет собой качественную зависимость величины сухого трения древесины от определяющих его факторов. Зависимости вязкоупругих свойств древесины, характеризующихся величинами  $E$ ,  $\mu$  и  $\delta$ , известны из древесиноведения.

Ранее отмечено, что сухого трения древесины как такового в реальных условиях не существует и коэффициент сухого трения  $f_c$  является составной частью общего коэффициента трения древесины.

Известно, что даже самое незначительное количество смазки (влаги) на поверхности трения, например металлов, резко снижает коэффициент трения скольжения. Это объясняется несущей способностью смазки, осуществляющей гидродинамическое «расклинивание» пары трения.

Древесина — капиллярно-пористое тело. Поэтому поверхностная влага под действием гидродинамического давления не расклинивает поверхности трения, а сама уходит в капилляры. При этом она контактирует как с древесиной, так и с опорной поверхностью, создавая между ними «мостики» связи, обуславливающие вязкостное трение. В том случае, если влага прилипает к опорной поверхности (что имеет место в большинстве случаев), то сила сцепления между древесиной и этой поверхностью, вызванная мостиками связи, есть не что иное, как сила внутреннего трения жидкости, образующей мостики, или сила вязкостного трения. Применяя закон внутреннего трения жидкости Ньютона для определения коэффициента вязкостного трения  $f_{\text{вязк}}$ , можно записать:

$$f_{\text{вязк}} = k'_3 \eta \frac{A_w v}{N}. \quad (5)$$

Здесь  $k'_3$  — коэффициент пропорциональности;  
 $\eta$  — динамическая вязкость воды, образующей мостик;  
 $A_w$  — общая площадь поперечного сечения мостиков связи, пропорциональная влажности древесины;  
 $v$  — относительная скорость перемещения трущихся поверхностей.

Проскальзывание смазки-влаги относительно опорной поверхности уменьшает ее вязкостное трение по сравнению со случаем отсутствия движения на границе жидкость — твердое тело. Такое проскальзывание может иметь место в том случае, если опорная поверхность гидрофобна. Причем проскальзывание тем больше, чем больше угол  $\gamma$  смачивания этой поверхности водой.

В связи с этим мы предлагаем ввести в зависимость (5) коэффициент  $k(\gamma)$ , учитывающий проскальзывание смазки-влаги относительно опорной поверхности. Уравнение (5) принимает следующий вид:

$$f_{\text{вязк}} = k'_3 k(\gamma) \eta \frac{A_w v}{N}, \quad (6)$$

где

$$k(\gamma) \rightarrow \begin{cases} 1 & \text{при } \gamma \rightarrow 0^\circ; \\ 0 & \text{при } \gamma \rightarrow 180^\circ. \end{cases}$$

В случае, если влажность древесины достаточно велика и поверхностная влага под действием гидродинамического давления не в состоянии преодолеть сопротивление находящихся в капиллярно-пористой системе воды и воздуха, она расклинивает тела пары трения. Возникает состояние «гидропланирования» древесины по гладкой поверхности трения, или гидродинамический режим смазки, характеризующийся тем, что жидкость практически полностью разделяет трущиеся поверхности. Коэффициент трения скольжения древесины при наступлении этого режима резко падает. Момент наступления гидродинамического расклинивания зависит от влажности древесины, ее плотности, нагрузки, шероховатости опорной поверхности, скорости скольжения, температуры пары трения.

Считая, что молекулярное взаимодействие между древесиной и контртелом осуществляется на участках сухого контакта, а вязкостное трение — на участках контакта по жидкости, а также учитывая, что механическая (деформационная) составляющая трения практически не зависит от наличия смазки между трущимися телами, можно записать:

$$f = f_{\text{мол}} (1 - s) + f_{\text{мех}} + f_{\text{вязк}} s. \quad (7)$$

Здесь  $s = \frac{A_w}{A_r}$  — общая относительная площадь контакта по жидкости.

Подставляя значения  $f_{\text{мол}}$ ,  $f_{\text{мех}}$  и  $f_{\text{вязк}}$  из уравнений (4) и (6) в зависимость (7) и производя преобразования, получим:

$$f = k'_1 k(\nabla) (N\Theta)^{n-1} \delta (1 - s) + k'_2 [1 - k(\nabla)] (N\Theta)^{1-n} \delta + k'_3 k(\gamma) \eta \Theta^n N^{n-1} s^2. \quad (8)$$

Зависимость (8) позволяет определить конкретное значение  $f$ .



## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Айнбиндер С. Б., Тюнина Э. Л. Введение в теорию трения полимеров. — Рига: Зинатне, 1978. — 224 с. [2]. Бартенев Г. М., Лаврентьев В. В. Трение и износ полимеров. — Л.: Химия, 1972. — 242 с. [3]. Боуден Ф., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. — М.: Машиностроение, 1968. — 543 с. [4]. Залдастанишвили Н. К., Боколишвили Б. И., Чичуа И. В. Коэффициенты статического трения измельченной древесины. — Лесн. пром-сть, 1975, № 4, с. 27—28. [5]. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977. — 526 с. [6]. Купчинов Б. И. Некоторые аспекты фрикционного взаимодействия природных полимеров при трении по металлам. — Механика полимеров, 1975, № 2, с. 263—268. [7]. Мур Д. Трение и смазка эластомеров. — М.: Химия, 1977. — 262 с. [8] Мур Д. Основы и применения трибоники. — М.: Мир, 1978. — 487 с. [9]. Atack D., Tabor D. The Friction of Wood. — Proceedings of the Royal Society, 1958, vol. 246, N 1247, p. 539—555. [10]. McKenzie W. M., Karpovich H. The Frictional Behaviour of Wood. — Wood Science and Technology, 1968, vol. 2, N 2, p. 138—152.

Поступила 13 июня 1980 г.

УДК 62-493

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЩЕПЫ, ВЫБРАСЫВАЕМОЙ В ВОЗДУШНУЮ СТРУЮ

Л. Г. НЕВЗОРОВА, Э. М. ЛАУТНЕР

Архангельский лесотехнический институт  
Ленинградская лесотехническая академия

При проектировании приемных и транспортирующих устройств рубительных машин с безударным удалением потока частиц щепы [4] необходимо иметь данные о скорости и траектории полета частиц. В машинах такого типа вместе с вылетающими частицами щепы движется воздух. Рассмотрим полет единичной частицы щепы в воздушной струе и сравним с тем случаем, когда частица перемещается в неподвижном воздухе [4].

Математическая постановка задачи такова: из круглого отверстия радиусом  $r_0$  выходит струя воздуха, начальная скорость движения которого  $u_0$  одинакова во всех точках поперечного сечения  $ab$  (рис. 1, 2); из некоторой точки данного сечения с координатами  $x_0, z_0$  выбрасывается частица массой  $m$  с начальной скоростью движения  $v_0$  (рис. 1), образующей углы  $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$  с осями координат. Определим скорость движения частицы в любой момент времени.

Задача рассматривается в следующих предположениях: 1) движение частицы происходит под действием силы тяжести  $P$  и силы лобового сопротивления воздуха  $R$  (рис. 1); 2) коэффициент лобового сопротивления частицы щепы — величина постоянная [4]; 3) движущаяся частица не изменяет распределения скоростей движения воздуха в струе.

Дифференциальное уравнение движения центра масс частицы в векторной форме имеет вид

$$m \overline{W} = \overline{P} + \overline{R}. \quad (1)$$

Сила лобового сопротивления воздуха — функция относительной скорости — определяется зависимостью [2, 6]:

$$R = \frac{1}{2} c s \rho v_r^2, \quad (2)$$

где  $c$  — коэффициент лобового сопротивления;  
 $s$  — площадь миделева сечения частицы;  
 $\rho$  — плотность воздуха.

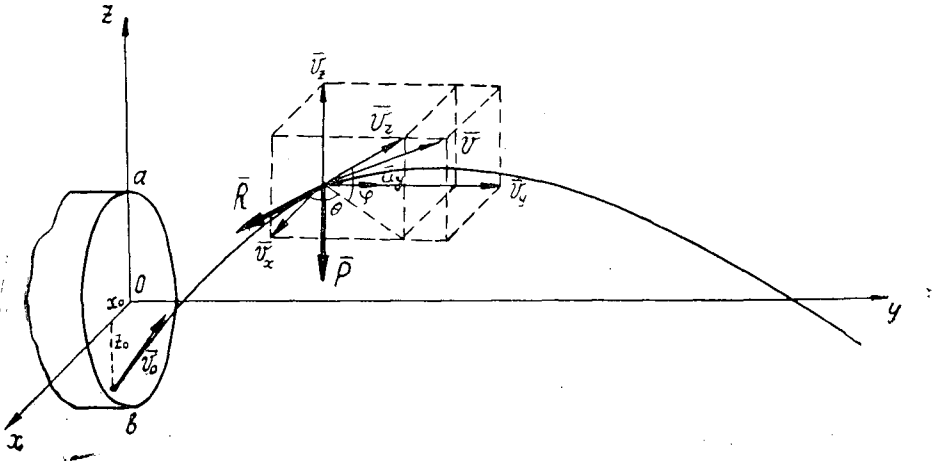


Рис. 1.

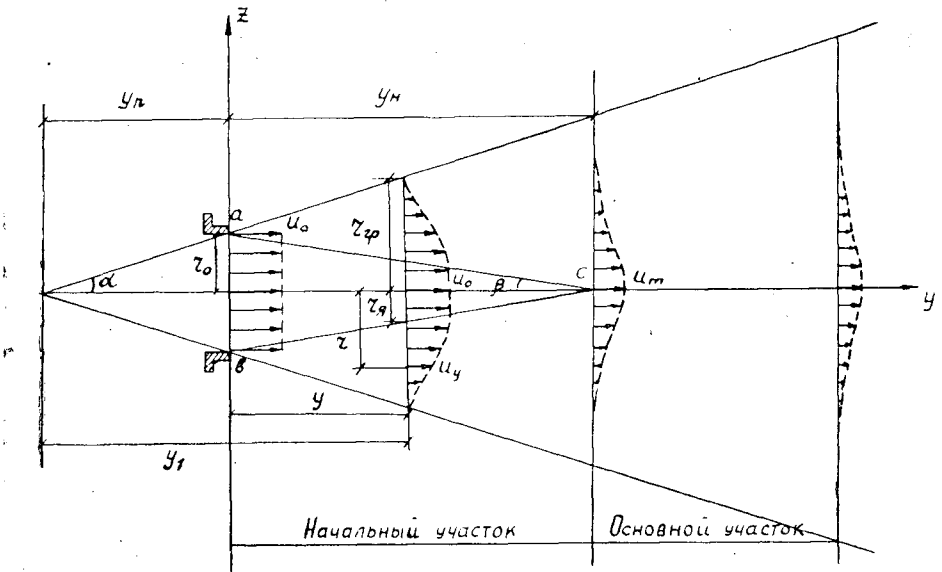


Рис. 2.

Квадратичный закон сопротивления справедлив в случаях, когда значение  $c$  постоянно. Для частиц неправильной формы область постоянства  $c$  начинается при числах Рейнольдса  $Re \approx 200-350$  [3]. В условиях полета щепы, выбрасываемой из рубильной машины, примерные пределы изменения скорости  $100-5$  м/с, при этом  $Re = 2 \cdot 10^5 - 10^4$ , следовательно, для определения силы сопротивления воздуха формула (2) приемлема.

Дифференциальные уравнения движения центра масс частицы в декартовой системе координат можно записать в виде

$$m\ddot{x} = -\frac{1}{2} c s \rho v^2 \cos \varphi \cos \theta; \quad (3a)$$

$$m\ddot{y} = -\frac{1}{2} cspv_r^2 \cos \varphi \sin \Theta; \quad (36)$$

$$m\ddot{z} = -\frac{1}{2} cspv_r^2 \sin \varphi - P. \quad (37)$$

Относительная скорость движения частицы  $\bar{v}_r = \bar{v} - \bar{u}_y$  (где  $\bar{v}$  — абсолютная скорость движения частицы;  $\bar{u}_y$  — скорость движения воздуха в данной точке пространства). Относительную скорость и ее проекции на оси координат определяем по формулам

$$v_{rx} = v_r \cos \varphi \cos \Theta = \dot{x}; \quad (4a)$$

$$v_{ry} = v_r \cos \varphi \sin \Theta = \dot{y} - u_y; \quad (46)$$

$$v_{rz} = v_r \sin \varphi = \dot{z}; \quad (4в)$$

$$v_r = \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - u_y)^2 + \dot{z}^2}. \quad (4г)$$

Разделив уравнения (3) на величину  $m$  и учитывая соотношения (4), получим дифференциальные уравнения движения частицы щепы:

$$\ddot{x} = -k \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - u_y)^2 + \dot{z}^2} \dot{x}; \quad (5a)$$

$$\ddot{y} = -k \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - u_y)^2 + \dot{z}^2} (\dot{y} - u_y); \quad (56)$$

$$\ddot{z} = -k \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - u_y)^2 + \dot{z}^2} \dot{z} - g. \quad (5в)$$

Здесь  $k = \frac{csp}{2m}$ .

В принятых предположениях уравнения (5) совместно с выражениями (4) и начальными условиями при  $t = 0$ ,  $x = x_0$ ,  $y = 0$ ,  $z = z_0$ ,  $\dot{x} = v_0 \cos \alpha_0$ ,  $\dot{y} = v_0 \cos \beta_0$ ,  $\dot{z} = v_0 \cos \gamma_0$  являются математической моделью движения частицы щепы в воздушной струе. Для решения дифференциальных уравнений необходимо знать скорость движения воздуха в той точке пространства, где в данный момент находится частица. Из теории свободной осесимметричной затопленной струи следует, что частица находится в ядре струи при условии, если  $y \leq y_n$  и  $r \leq r_n$  (рис. 2), то  $u_y = u_0$  [1, 2, 5]. Когда частица движется на начальном участке струи, но вне ядра, то  $y \leq y_n$ ,  $r > r_n$ ,  $r < r_{rp}$ , и для определения скорости движения воздуха можно воспользоваться формулой [1]

$$\frac{u_0 - u_y}{u_0} = (1 - \eta_n^{3/2})^2, \quad (6)$$

где  $\eta_n = \frac{r_{rp} - r}{r_{rp} - r_n}$ .

Длину начального участка  $y_n$  и радиус границы струи  $r_{rp}$  вычисляем по эмпирическим формулам [5]

$$y_n = 0,67 \frac{r_0}{a}; \quad r_{rp} = r_0 + 3,4au,$$

где  $a$  — степень турбулентности.

Для практических расчетов можно принять  $a = 0,08$  [2]. На основном участке струи при  $y > y_n$  и  $r < r_{rp}$  скорость движения воздуха определяем из уравнения [1]

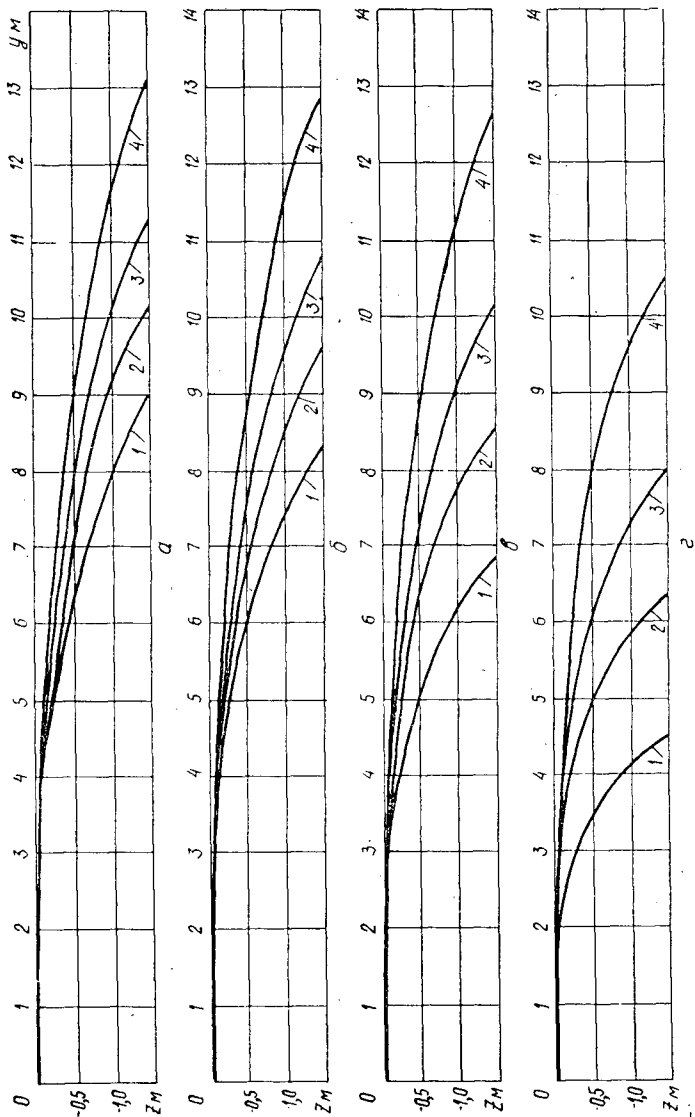


Рис. 3. Траектории полета частиц различного размера.  
 а — 33×26×5,5; б — 26×23×4,5; в — 22×12×3; г — 17×4×1,5 мм; 1 —  $u_0=0$ ;  
 2 — 5; 3 — 10; 4 — 20 м/с.

$$\frac{u_y}{u_m} = (1 - \eta^{3/2})^2, \tag{7}$$

где  $\eta = \frac{r}{r_{гр}}$ ;  $u_m = \frac{0,96u_0}{0,29 + ay/r_0}$ .

Если  $r \geq r_{гр}$ , то это значит, что частица вышла за пределы струи, и при дальнейшем интегрировании полагаем  $u_y = 0$ .

При известных скоростях движения воздуха систему обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений (5) можно проинтегрировать каким-либо численным методом. Большой объем вычислительных работ приводит к необходимости применять ЭВМ.

Для решения задачи составлена программа для «Наири-2» с использованием стандартной программы интегрирования дифференциальных уравнений по методу Рунге—Кутты. Вычислены траектории частиц (рис. 3) размерами 33×26×5,5; 26×23×4,5; 22×12×3; 17×4×1,5 мм и массой соответственно 2,26, 1,30, 0,38, 0,05 г при началь-

ных скоростях движения воздуха 0; 5; 10 и 20 м/с. Начальная скорость движения частиц равна 30 м/с и направлена параллельно оси  $y$ .

Из рис. 3 видно, что начальная скорость движения воздуха оказывает заметное влияние на траекторию полета частицы. С увеличением скорости движения воздуха от 0 до 20 м/с при  $y = -1,5$  м различие в абсциссах составляет 4—6 м.

По предлагаемой методике можно вычислять траектории полета частиц щепы и скорость их движения в любой момент времени. Исследование движения единичной частицы дает возможность изучить движение потока частиц щепы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика. — М.: Физматгиз, 1969, с. 333—336. [2]. Альтшуль А. Д., Киселев П. Г. Гидравлика и аэродинамика. — М.: Стройиздат, 1975, с. 136—138, 228. [3]. Горбис З. Р. Теплообмен и гидромеханика дисперсных сквозных потоков. — М.: Энергия, 1970, с. 103. [4]. Невзорова Л. Г., Лаутнер Э. В. Исследование движения единичной частицы щепы. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 70—74. [5]. Повх И. Л. Техническая гидромеханика. — Л.: Машиностроение, 1969, с. 370—376. [6]. Яблонский В. С. Краткий курс технической гидромеханики. — М.: Физматгиз, 1961, с. 161.

Поступила 2 июля 1980 г.

УДК 630\*812

## ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ В КУЛЬТУРАХ ДУБА

А. Н. СМОЛЬЯНОВ

Воронежский лесотехнический институт

В лесной таксации применяют объемные способы учета стволовой древесины. Это объясняется тем, что взвешивание в лесу даже модельных деревьев настолько трудоемко, что может практиковаться лишь в молодняках. При использовании способов, не связанных со взвешиванием, необходимо знать коэффициенты, с помощью которых от объема можно перейти к массе. Один из таких коэффициентов, частично отражающий свойства древесины, — плотность. Самый надежный способ определения плотности — непосредственно по образцам, но он трудоемок.

Из обзора литературных данных [2, 6, 7, 10, 11] следует, что все факторы внешней среды и внутривидовая изменчивость оказывают влияние на плотность древесины. Для практической оценки можно использовать усредненные показатели. С этой целью нами собраны данные о плотности дуба различного возраста, условий произрастания, происхождения и фенологических форм [1—6, 8, 10, 11]. В указанных работах плотность определяли при различной влажности (что потребовало перевода на стандартную влажность 12 %) по формулам Б. Н. Уголева [9]

$$\rho_{12} = \frac{\rho_{15}}{1,012}; \quad (1)$$

$$\rho_{12} = \frac{\rho_0}{0,946}; \quad (2)$$

где  $\rho_{15}$  и  $\rho_0$  — плотность древесины при влажности 15 % и в абс. сухом состоянии. Полученные значения плотности группировали в зависимости от воздействующих на нее факторов (табл. 1). В первую группу вошли показатели плотности культур дуба ЦНР поздней и ранней форм в возрасте от 20 до 40 лет. Вторая группа представлена насаждениями порослевого происхождения более старшего возраста. В третьей и четвертой группах плотность зависит от фенологических форм.

Таблица 11

Средние статистические показатели плотности древесины дуба  
(по литературным данным), кг/м<sup>3</sup>

Номер группы	Район произрастания, возраст, происхождение	$M_{cp}$	$\sigma$	$c\%$	$\pm m$	Достоверность различия между группами
1	ЦЧР, культуры 20—40 лет, поздняя и ранняя формы	787	15	1,92	3	$t_{1-3} = 0,8$
2	Прочие районы исследования*, порослевые насаждения 60—200 лет	709	64	8,59	10	$t_{2-1} = 7,5$
3	Воронежская область, культуры до 20 лет, ранняя форма	783	13	1,66	4	$t_{3-4} = 2,5$
4	Воронежская область, культуры до 20 лет, поздняя форма	794	7	0,68	2	$t_{4-1} = 1,9$

\* Чувашская АССР, Куйбышевская обл., Татарская АССР, Тульская обл., УССР, Абхазская ССР, Дальневосточный р-н.

Средняя плотность древесины дуба искусственного происхождения до 40 лет не зависит от районов произрастания, возраста и фенологических форм и значительно отличается от этого показателя в порослевых насаждениях.

Различие статистически достоверно ( $t = 7,5 > 3$ ) на самом высоком уровне безошибочных прогнозов (0,999).

Следовательно, самый существенный фактор, влияющий на плотность древесины, — возраст. Это достаточно убедительно подтверждается и результатами дисперсионного анализа: сила влияния  $r^2 = 0,84$  для вероятности 0,95.

Для расчетов фитомассы в культурах дуба до 40 лет в условиях ЦЧР можно использовать усредненную плотность 788 кг/м<sup>3</sup>. Определяя массу стволовой древесины с использованием плотности, найдем точность вычисления массы.

В 20-летних культурах дуба Красного лесничества сравнивали массу древесины по модельным деревьям и вычисленную по формулам Б. Н. Уголева [9]

$$P_w = \rho_w V; \quad (3)$$

$$\rho_w = 0,823\rho_{12}(1 + 0,01W), \quad (4)$$

где  $P_w$  — масса стволовой древесины при влажности  $W$ , кг;

$\rho_w$  — плотность древесины при влажности  $W$ , кг/м<sup>3</sup>;

$V$  — объем ствола, м<sup>3</sup>;

$W$  — абс. влажность древесины, %.

Подставляя в формулу (4) среднюю плотность ( $\rho_{12} = 788$  кг/м<sup>3</sup>) и преобразуя выражение (3), получим

$$P_w = 648V(1 + 0,01W). \quad (5)$$

Данные сравнения фактической массы стволовой древесины и вычисленной по формуле (5), а также данные вычисления ошибок приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер модели	Плотность древесины, кг/м <sup>3</sup>	Абс. влажность древесины, %	Истинная масса ствола в абс. сухом состоянии $P_{ист}$ , кг	Вычисленная масса ствола в абс. сухом состоянии, $P$ , кг	Ошибка $P_1 = P_{ист} - P$ , кг	Ошибка $P_1$ без систематической ошибки, кг	$P_1^2$
1	885	40	4,774	4,691	-0,08	+ 0,85	0,72
2	885	40	16,20	16,195	-0,01	+ 2,56	6,55
3	885	40	0,984	0,994	+0,01	+ 3,59	12,89
4	885	40	1,260	1,682	+0,42	+ 35,99	1295,30
5	885	40	0,994	0,708	-0,28	-26,2	686,44
6	885	40	3,595	3,275	-0,32	- 6,3	39,69
7	885	40	6,096	6,018	-0,08	+ 1,4	1,96
8	885	40	8,683	8,850	+0,17	+ 4,49	20,16
9	878	39	1,299	0,878	-0,42	-29,8	888,04
10	866	37	2,085	1,905	-0,18	- 6,9	36,0
11	866	37	4,444	4,763	+0,32	+ 9,79	95,84
12	860	36	5,660	6,880	+1,22	+24,09	580,33
13	866	37	7,497	8,140	+0,64	+14,60	213,60
14	866	37	11,161	11,777	+0,62	+ 8,4	70,56
15	860	36	13,609	14,706	+1,09	+10,69	114,28
16	886	37	22,517	22,602	+0,08	+ 2,99	8,94
17	860	36	1,048	0,946	-0,02	+ 0,69	0,48
18	828	31	1,664	1,500	-0,16	- 7,21	51,98
19	828	31	2,255	2,153	-0,10	- 1,9	3,61
20	841	33	3,887	3,532	-0,36	- 6,5	42,25
21	828	31	5,715	5,713	-0,002	+ 2,56	6,25
22	828	31	7,968	7,618	-0,35	- 1,8	3,24
23	828	31	10,346	10,267	-0,075	+ 1,89	3,57
24	866	37	1,140	1,125	-0,015	+ 1,29	1,66
25	891	41	0,643	0,534	-0,11	-14,31	204,78
26	885	40	0,785	0,796	+0,01	+ 3,99	15,92
27	885	40	1,749	1,593	-0,16	- 6,31	39,80
28	885	40	2,693	2,567	-0,13	- 2,0	4,00
29	885	40	0,979	0,885	-0,09	- 7,0	49,00
30	885	40	1,058	1,062	+0,004	+ 2,89	8,35
31	885	40	1,681	1,682	+0,001	+ 2,64	6,97
32	885	40	2,995	2,744	-0,251	- 5,7	32,49
33	885	40	4,297	4,337	+0,08	+ 4,5	20,25
34	885	40	4,991	4,868	-0,033	+ 2,0	4,00
35	885	40	0,547	0,443	-0,104	-16,4	269,96
36	885	40	1,099	1,02	-0,037	-0,81	0,66
Сумма			158,204	169,491	-3,367 +4,675		4836,90

Систематическая ошибка

$$\Sigma P_{ист} - \Sigma P = 158,204 - 169,491 = -11,287;$$

$$m_{сист} = \frac{\Sigma P_{ист} - \Sigma P}{N} \cdot \frac{\Sigma P_{ист}}{N} = \frac{(\Sigma P_{ист} - \Sigma P) 100}{\Sigma P_{ист}}$$

$$= \frac{-11,287}{158,201} \cdot 100 = -7 \%$$

Ошибка случайная

$$m_{сл} = \sqrt{\frac{P_1^2}{N}} = \sqrt{\frac{4836,9}{36}} = \pm 11,59 \%$$

Общая ошибка

$$m_{об} = \frac{m_{сл}}{\sqrt{N}} = \frac{11,59}{\sqrt{36}} = \pm 1,93 \%$$

В результате расчетов получено, что точность вычисления массы стволовой древесины по отношению к истинной равна  $\pm 2\%$ , что отвечает биометрическим и таксационным требованиям.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ванин С. И., Баженова П. А., Прикоп Н. Г. Таблица физических и механических свойств древесных пород СССР. — Л.: Гослестехиздат, 1934, с. 79—240. [2]. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. — М.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 13—63. [3]. Жуков А. Б. Влияние способа возобновления дуба на технические свойства его древесины. — Тр. по ЛОД Украины, вып. 12, 1928, с. 46—49. [4]. Леонтьев Н. И. Таблицы механических свойств древесных пород СССР. — Техн. бюл. № 17, ЦНИИМОД, 1940, с. 25—28. [5]. Лукьянец В. Б. Свойство древесины семенного потомства экотипов семенного дуба. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 4, с. 48—52. [6]. Перельгин Л. М. Строение древесины. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — 200 с. [7]. Поздняков Л. К., Протопопов В. В., Горбатенко В. М. — Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. — Красноярск: Красн. кн. изд-во, 1969, с. 17—29. [8]. Проект руководящих технических материалов. Древесина. Показатели физико-механических свойств. — ЦНИИМОД, 1974, с. 28. [9]. Уголев Б. Н. Древесноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975, с. 18—134. [10]. Чеведаев А. А. Древесина дуба при разных условиях произрастания. — Лесн. хоз-во, 1951, № 11. [11]. Ширнин В. К. Влияние фенологических форм и почвенных экотипов дуба черешчатого на продуктивность и качество дубов Центральной лесостепи: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — Воронеж, 1969 — 23 с.

---

Поступила 10 сентября 1979 г.



## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 678.6:541.127

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА  
ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО  
СВЯЗУЮЩЕГО С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Л. П. КОВРИЖНЫХ, А. А. ЭЛЬБЕРТ, Е. Н. РЯЗАНЦЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Древесностружечные плиты, используемые в качестве несущих и ограждающих конструкций деревянных домов, должны обладать кроме высокой прочности способностью выдерживать длительное влияние различных атмосферных воздействий, т. е. быть атмосферостойкими. Как показали предварительные исследования [4], фенолоформальдегидные смолы, применяемые для производства этого вида плит, имеют недостаточную степень отверждения при невысоких температурах, что ограничивает их водостойкость.

С целью изучения кинетики процесса поликонденсации фенолоформальдегидного связующего и определения стадий, лимитирующих скорость процесса для направленного воздействия на них, нами применен метод математического моделирования.

С помощью математического моделирования реальный процесс можно рассматривать как сочетание различных «элементарных» процессов, подчиненных закономерностям, которые описываются определенными соотношениями. Влияние концентраций реагирующих веществ на скорость реакции между ними определяется законом действующих масс: скорость реакции пропорциональна концентрации реагирующих веществ. Изучали скорость реакции изменения содержания метилольных групп. На аналоговой вычислительной машине МН-7 смоделировали две системы: фенолоформальдегидная смола СФЖ-3014 и такая же смола, модифицированная серноокислым алюминием (1 % от массы абс. сухой смолы) [3]; отвержденные при 105, 120 и 160 °С.

Основные реакции процесса поликонденсации фенолоформальдегидного связующего [5]: 1) взаимодействие метилольных групп с незамещенным атомом водорода в бензольном кольце с образованием метиленовой связи; 2) взаимодействие двух метилольных групп между собой с образованием эфирной связи, которая в дальнейшем может переходить в метиленовую связь,



где  $A$  — группы —  $\text{CH}_2\text{OH}$ ;

$H$  — незамещенный реакционноспособный атом водорода в бензольном кольце;

$M$  — метиленовая связь —  $\text{CH}_2$  —;

$B$  — эфирная связь —  $\text{CH}_2\text{—O—CH}_2$ —.

В дифференциальной форме кинетические уравнения (1), (2) можно представить следующим образом [2]:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A C_H - k_2 C_A C_A; \quad (3)$$

$$\frac{dC_H}{dt} = -k_1 C_A C_H; \quad (4)$$

$$\frac{dC_M}{dt} = k_1 C_A C_H + k_3 C_B; \quad (5)$$

$$\frac{dC_B}{dt} = k_2 C_A C_A - k_3 C_B. \quad (6)$$

Здесь  $C_A, C_H, C_B, C_M$  — концентрация соответственно групп  $-\text{CH}_2\text{OH}$ ; незамещенных атомов водорода в бензольном кольце;  $\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2$ ;  $-\text{CH}_2-$ .

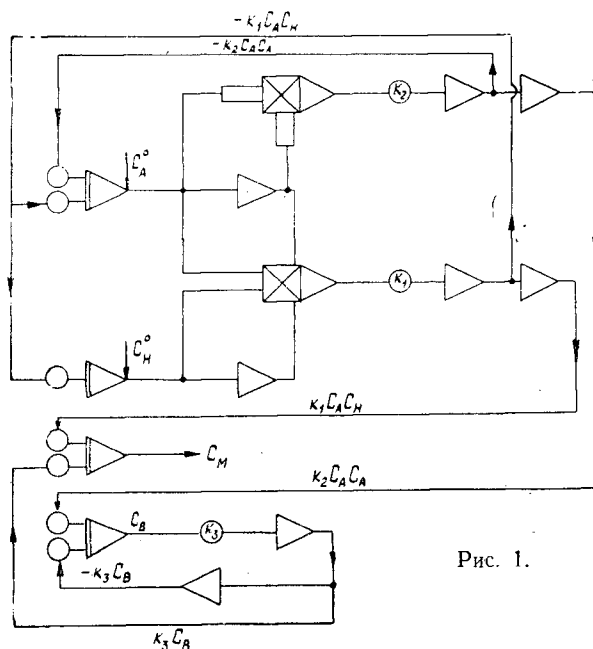


Рис. 1.

На основе этих уравнений составили аналоговую модель суммарно-го процесса поликонденсации смолы СФЖ-3014 (рис. 1). Предварительно получили экспериментальную зависимость изменения содержания метилольных групп при различных условиях термообработки; из этой зависимости рассчитывали константы скорости элементарных реакций. В результате решения системы дифференциальных уравнений на вычислительной машине получили суммарные кривые изменения содержания групп при температурах 105, 120 и 160 °С, а также кривые расхода метилольных групп по элементарным стадиям процесса (рис. 2). На основе машинных коэффициентов рассчитывали значения энергии активации и константы скорости элементарных реакций при различной температуре (см. табл.). Анализируя полученные данные, следует отметить, что исходная смола СФЖ-3014 не отверждается при невысоких температурах. Необходимо ускорить все элементарные стадии процесса отверждения. Проведенные ранее испытания этой смолы химическими и физико-химическими методами также показали ее недостаточную степень отверждения при температуре 100—105 °С.

С целью ускорения и углубления процесса поликонденсации связующего и повышения его водостойкости проводили модификацию смо-

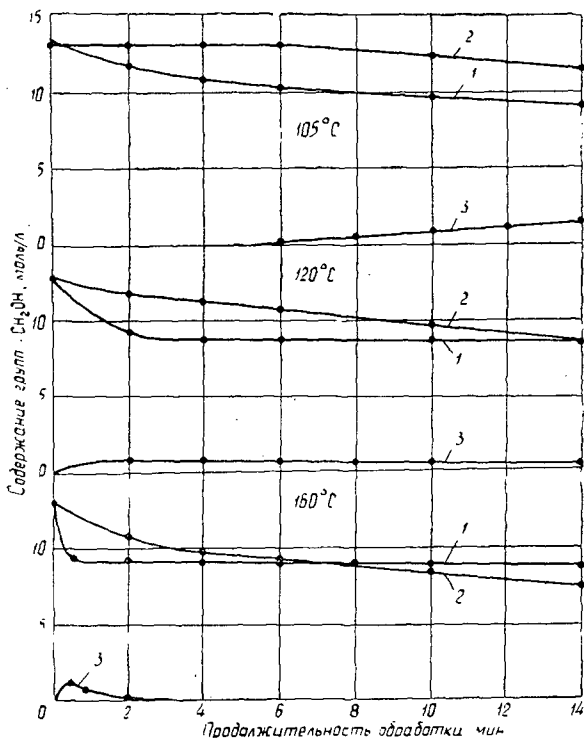


Рис. 2. Кинетические кривые изменения содержания метилольных групп по элементарным стадиям процесса отверждения смолы СФЖ-3014.

- 1 — реакция  $A + H \rightarrow M$ ;  
2 — реакция  $A + A \rightarrow B$ ;  
3 — реакция  $B \rightarrow M$ .

Кинетические характеристики процесса поликонденсации фенолоформальдегидного связующего

Связующее	Элементарные стадии	Энергия активации, кДж/моль	Порядок реакции	Значения $k_{\text{СК}} \cdot 10^{-4}$ при температуре, °С		
				105	120	160
СФЖ-3014	$A + H \xrightarrow{k_1} M$	80,9	I	6,74*	22,50*	225,20*
	$A + A \xrightarrow{k_2} B \rightarrow$	164,3	II	0,13**	0,96**	85,44**
	$B \xrightarrow{k_3} M$	83,5	I	—	0,91*	34,33*
СФЖ-3014 + $Al_2(SO_4)_3$	$A + H \xrightarrow{k_1} M$	49,0	I	47,33*	85,24*	255,21*
	$Al^{+3} + 2A \xrightarrow{k_2} C$	115,6	II	0,27**	1,18**	33,54**
	$A + A \xrightarrow{k_3} B \rightarrow$	140,9	II	—	1,05**	90,63**
	$B \xrightarrow{k_4} M$	84,0	I	—	0,93*	36,4*

Примечание. Одной звездочкой даны значения  $k_{\text{СК}}$  в  $\text{с}^{-1}$ ; двумя звездочками — в  $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ .

лы раствором сернокислого алюминия. Исследования показали, что положительное действие  $Al_2(SO_4)_3$  связано не столько с кислотным характером его раствора, сколько с ярко выраженной комплексообразующей способностью иона  $Al^{+3}$  (около 70 % от введенного количества ионов алюминия связано при отверждении смолы) [3]. Основные схемы

реакции процесса поликонденсации модифицированного фенолоформальдегидного связующего те же, что и у исходной смолы, добавляется лишь реакция координационного связывания нескольких метилольных групп ионом алюминия:



где  $A$  — группы  $—CH_2OH$ ;

$H$  — незамещенный атом водорода в бензольном кольце;

$M$  — связь  $—CH_2—$ ;

$B$  — эфирная связь  $—CH_2—O—CH_2—$ ;

$C$  — координационная связь  $Al^{+3}$  с группами  $—CH_2OH$ .

Кинетические уравнения скорости расходования реагентов  $A$  и  $H$  и накопления продуктов реакции  $B$ ,  $C$ ,  $M$  выражаются следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A C_H - k_2 C_A C_A - k_3 C_A C_A;$$

$$\frac{dC_H}{dt} = -k_1 C_A C_H;$$

$$\frac{dC_M}{dt} = -k C_A C_H + k_4 C_B;$$

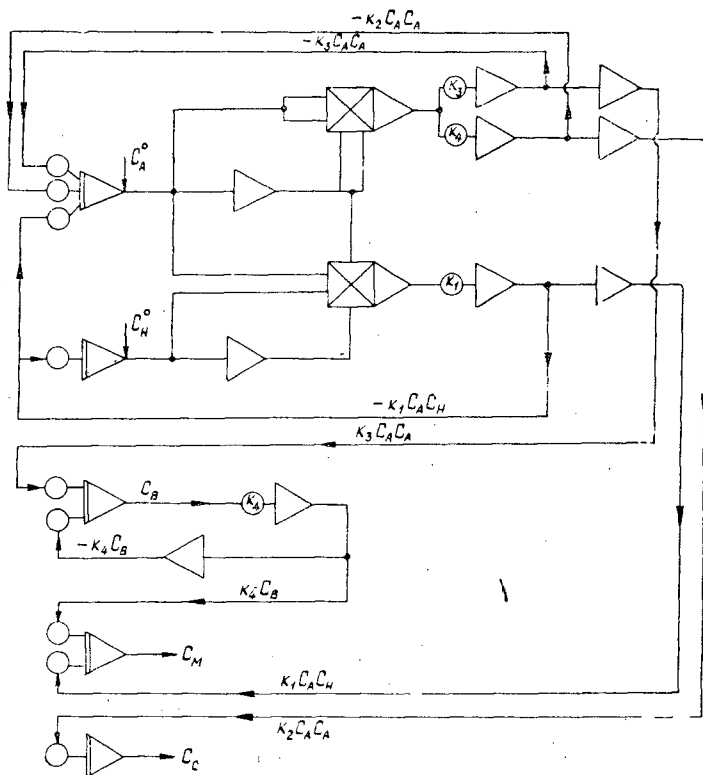


Рис. 3.

$$\frac{dC_B}{dt} = k_3 C_A C_A - k_4 C_B;$$

$$\frac{dC_C}{dt} = k_2 C_A C_A.$$

Здесь  $C_A, C_H, C_C, C_B, C_M$  — концентрация соответственно групп  $-\text{CH}_2\text{OH}$ ; незамещенных реакционноспособных атомов водорода в бензольном кольце; ионов  $\text{Al}^{+3}$ , связанных с группами  $-\text{CH}_2\text{OH}$ ; эфирной связи  $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$ ; метиленовой связи  $-\text{CH}_2-$ .

На основе этих уравнений составлена аналоговая модель процесса поликонденсации модифицированного фенолоформальдегидного связующего [СФЖ-3014+1. %  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ] (рис. 3) и получены кривые изменения содержания метилольных групп по элементарным стадиям процесса (рис. 4). Сравнивая значения энергии активации модифицированной смолы и исходной смолы СФЖ-3014, можно отметить значительное увеличение скорости всех элементарных процессов. Особенно это важно при невысоких температурах (см. табл.).

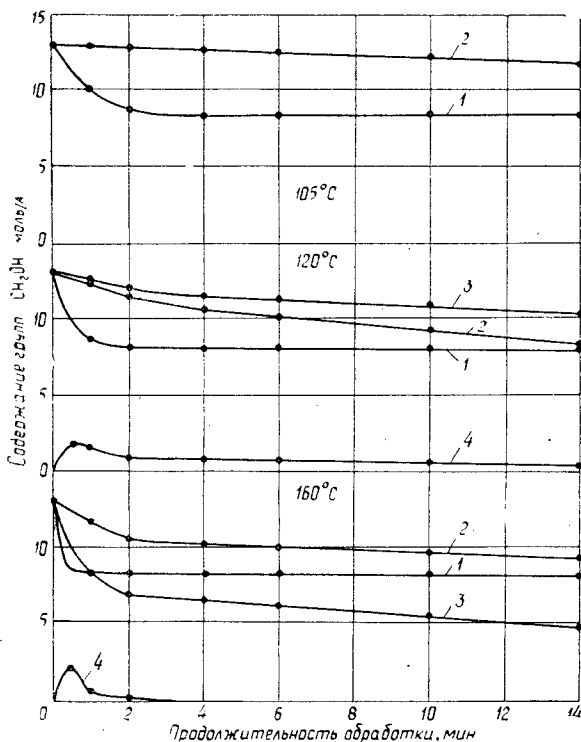


Рис. 4. Кинетические кривые изменения содержания метилольных групп процесса отверждения модифицированной смолы [СФЖ-3014+1 %  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ].

1 — реакция  $A + H \rightarrow M$ ; 2 — реакция  $A + \text{Al}^{+3} + A \rightarrow C$ ; 3 — реакция  $A + A \rightarrow B$ ; 4 — реакция  $B \rightarrow M$ .

Адекватность полученной математической модели и экспериментальных данных оценивали по сходимости кинетических и экспериментальных кривых изменения содержания метилольных групп при различных условиях термической обработки и по величине констант скорости элементарных реакций процесса отверждения, рассчитанных из экспериментальных кривых и полученных при решении задачи на АВМ. Коэффициент корреляции для сравниваемых данных составил 0,96, точность эксперимента — 1,5 % [1]. Следовательно, подтверждена правильность выбранной схемы основных уравнений процесса отверждения смолы СФЖ-3014 и модифицированного связующего.

В результате применения метода математического моделирования удалось определить энергию активации и значения констант скорости элементарных процессов, происходящих при отверждении смолы СФЖ-3014 и этой же смолы с 1 %  $Al_2(SO_4)_3$ , определить лимитирующие реакции (проходящие с наименьшей скоростью) и направление их ускорения. Использование сернокислого алюминия позволяет провести процесс поликонденсации фенолоформальдегидного связующего более быстро и глубоко.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Коваленко И. Н., Филиппова А. А. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высш. школа, 1973, с. 368. [2]. Луценко В. А., Финякин Л. Н. Математическое моделирование химико-технологических процессов на аналоговых вычислительных машинах. — М.: Химия, 1975, с. 335. [3]. Модификация фенолоформальдегидных смол для древесностружечных плит/ А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, А. М. Завражных, В. В. Васильев. — Деревообработ. пром-сть, 1979, № 7, с. 3—4. [4]. Эльберт А. А., Коврижных Л. П., Васильев В. В. Сравнительные исследования фенолоформальдегидных связующих и древесностружечных плит на их основе. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 3, с. 94—98. [5]. Martin R. W. The Chemistry of Phenolic Resins, 1956, p. 298.

Поступила 7 июля 1980 г.

УДК 661.728.2

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛЕННЫХ ВЫСОКООБЛАГОРОЖЕННЫХ СОДОВО-СУЛЬФИТ-СУЛЬФАТНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ

Л. А. МИЛОВИДОВА, Г. А. ПАЗУХИНА, А. П. ТИМОФЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Целлюлоза для химической переработки должна обладать высокой реакционной способностью при большой химической чистоте. Известно, что показатели качества целлюлозы определяются условиями ее получения.

Исследования, проведенные на кафедре целлюлозно-бумажного производства ЛТА, показали, что методом содово-сульфит-сульфатной варки из древесины березы можно получить целлюлозы, пригодные к переработке в полинозное волокно.

Для выяснения влияния условий варки и отбелки на качество целлюлозы приготовлены четыре образца содово-сульфит-сульфатных целлюлоз и один образец сульфит-сульфатной целлюлозы из древесины березы. Условия варок и показатели полученных целлюлоз приведены в табл. 1.

Варки проводили в автоклаве (емкостью 2,5 л) с электрообогревом. Использовали воздушносухую березовую щепу, приготовленную на рубительной машине Красноярского ЭЦБЗ. Режим содово-сульфит-сульфатных варок приведен в ранее опубликованных работах [1, 2].

Номер образца	Условия варок						
	Сульфитная стадия						Сульфатная стадия
	Концентрация раствора $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , г/л в ед. $\text{Na}_2\text{O}$	Состав кислоты		$\frac{\text{Na}_2\text{O в соде}}{\text{Na}_2\text{O в кислоте}}$	Температура варки, °С	Общее время варки, ч-мин	
		Концентрация $\text{Na}_2\text{O}$ , %	Концентрация всей $\text{SO}_2$ , %				Расход активной $\text{Na}_2\text{O}$ , %
1	—	0,80	6,0	$\frac{0}{100}$	140	9-00	12
2	41,5	0,26	6,0	$\frac{80}{20}$	145	5-45	10
3	41,5	0,26	6,0	$\frac{80}{20}$	145	5-45	12
4	41,5	0,26	6,0	$\frac{80}{20}$	145	5-45	15
5	25,0	0,65	6,0	$\frac{50}{50}$	145	5-25	12

Примечание. Для всех образцов температура сульфатной стадии варки 140 °С, 35 перм. ед.

Как видно из данных табл. 1, изменение соотношения количества  $\text{Na}_2\text{O}$ , задаваемого на сульфитную варку при пропитке щепы и с варочной кислотой, в пределах 80:20, 50:50 и 0:100 не влияло на показатели сульфитной целлюлозы. Увеличение расхода активной щелочи белого щелока на облагораживание от 10 до 15 % от массы древесины (образцы 2, 3, 4) привело к увеличению содержания  $\alpha$ -целлюлозы всего лишь на 0,8 %.

Таблица 2

Степень отбелки	Применяемый реагент	pH	Температура, °С	Концентрация массы, %	Продолжительность обработки, мин	Расход реагента к массе целлюлозы, %
Х/Д	Хлор/двуокись хлора	—	20	3	45	0,75/0,05
Ш	Едкий натр	9,5	50	7	60	0,5
Д	Двуокись хлора	3,5	70	7	180	0,6
Г	Гипохлорит натрия	10,0	42	7	90	0,4
Д	Двуокись хлора	3,5	70	7	180	0,3
К	Водный раствор $\text{SO}_2$	—	20	3	60	1,0
	Соляная кислота	—	20	3	60	1,0
	Щавелевая кислота	—	20	3	60	1,0

Номер образца	Содержание, %			Степень полимеризации	Зольность, %	Выход, % к массе древесины	Содержание, %		
	$\alpha$ -целлюлозы	$\beta$ -целлюлозы	$\gamma$ -целлюлозы				карбонильных групп	карбоксильных групп	смола и жиров
1	95,6	2,09	2,46	785	0,021	32,5	0,025	0,093	0,40
2	95,0	0,65	3,97	780	0,021	32,7	0,025	0,067	0,41
3	95,3	1,89	3,42	790	0,015	32,6	0,025	0,066	0,40
4	95,6	1,89	2,88	787	0,018	31,5	0,025	0,107	0,40
5	94,6	2,29	3,80	771	0,011	32,0	0,025	0,054	0,40
„Полинье- Q“	93,6	—	—	906	0,060	—	0,084	0,180	0,10

Таблица 1

После сульфитной стадии	Показатели целлюлоз					
	После сульфатной стадии					
	Выход, %	Степень полимеризации	Степень провара, перм. ед.	Содержание $\alpha$ -целлюлозы, %	Содержание $\beta$ -целлюлозы, %	Содержание $\gamma$ -целлюлозы, %
920	34,6	1130	21	96,4	1,93	2,23
880	34,5	1100	25	96,0	2,21	3,04
900	34,0	1050	22	96,3	1,50	2,46
900	33,0	1060	20	96,8	0,87	3,20
880	34,0	970	21	96,0	0,87	3,26

продолжительность 90 мин; выход после сульфитной стадии 43,5 %, степень провара

Полученные образцы целлюлозы отбеливали по схеме: хлорирование с добавлением  $\text{ClO}_2$  (Х/Д) — щелочение (Щ) — добелка двуокисью хлора (Д) — обработка гипохлоритом натрия (Г) — добелка двуокисью хлора (Д) — кислотка (К).

Данные о режиме отбелики содово-сульфит-сульфатных и сульфит-сульфатных образцов целлюлозы приведены в табл. 2. Показатели беленых высокооблагороженных целлюлоз приведены в табл. 3 и 4. Здесь же для сравнения даны показатели образца целлюлозы «Полинье-Q», используемого для получения полинозного волокна. Как следует из сопоставления данных табл. 1 и 3, целлюлозы, полученные по сульфит-сульфатному и содово-сульфит-сульфатному способам, проявляют одинаковую устойчивость к действию отбеливающих реагентов: снижение содержания  $\alpha$ -целлюлозы для всех образцов целлюлозы одинаково (1,0—1,4 %). Содержание  $\alpha$ -целлюлозы во всех полученных образцах больше, чем в образцах «Полинье-Q». Несколько повышенное содержание экстрактивных веществ объясняется тем, что на сульфатной стадии варки ПАВ не добавляли.

Основной критерий для характеристики полинозных целлюлоз — реакционная способность. Как видно из табл. 3, все образцы целлюлозы имели высокую реакционную способность (90  $\text{CS}_2/11$   $\text{NaOH}$ ) при небольшом замедлении скорости фильтрации.

Таблица 3

Белизна, %	Растворимость в растворах				Содержание в щелочной целлюлозе, %			Реакционная способность, $\frac{\text{CS}_2}{\text{NaOH}}$	Замедление фильтрации, с
	5%-ного $\text{NaOH}$	10 %-ного $\text{NaOH}$	18 %-ного $\text{NaOH}$	средняя $\left(\frac{10+18}{2}\right)$	$\alpha$ -целлюлозы	$\beta$ -целлюлозы	$\gamma$ -целлюлозы		
90,0	2,52	5,77	2,45	95,8	97,3	1,60	0,35	90/11	35,0
91,0	2,30	5,36	4,16	96,2	97,3	1,52	0,15	90/11	54,2
90,0	2,20	5,28	4,88	95,0	97,6	1,43	0,46	90/11	30,2
90,5	1,95	4,57	4,53	95,5	97,3	1,70	0,26	90/11	30,4
—	1,91	6,58	4,10	94,7	96,4	2,54	0,24	90/11	18,0
—	—	—	—	—	96,8	2,02	0,71	—	—



Содержание карбонильных и карбоксильных групп (табл. 3) у всех полученных образцов целлюлозы ниже, чем у образца «Полинье-Q», а у содово-сульфит-сульфатной целлюлозы ниже, чем у сульфит-сульфатной. Увеличение расхода щелочи на сульфатной стадии варки приводит к повышению содержания карбоксильных групп в целлюлозе.

Изучение устойчивости целлюлоз к щелочной деструкции в процессе мерсеризации и предсозревания (табл. 4) показало, что требуемая степень полимеризации 600—650 для образцов 1—4 может быть достигнута за 90 мин обработки. Содержание  $\alpha$ -целлюлозы при этом составляет 97,3—97,6 %, количество  $\beta$ -целлюлозы снижается до 0,15—0,46 %, содержание  $\gamma$ -целлюлозы практически не изменилось (в табл. 3 щелочная целлюлоза). Образец 5 оказался менее устойчивым в условиях щелочной обработки: при степени полимеризации 670, достигнутой за 60 мин, содержание  $\alpha$ -целлюлозы составило 96,4 %.

Таблица 4

Изменение степени полимеризации образцов целлюлоз в зависимости от продолжительности процесса предсозревания

Номер образца	СП исходной целлюлозы	СП целлюлозы после щелочной обработки в течение времени, мин			
		45	60	75	90
1	785	770	737	700	630
2	780	770	722	718	679
3	790	747	720	715	661
4	787	718	704	700	682
5	771	755	670	657	600
„Полинье-Q“	906	770	—	—	613

С целью определения молекулярно-массового распределения (ММР) проведено фракционирование образцов целлюлоз 2, 3 и 4 в кадоксене.

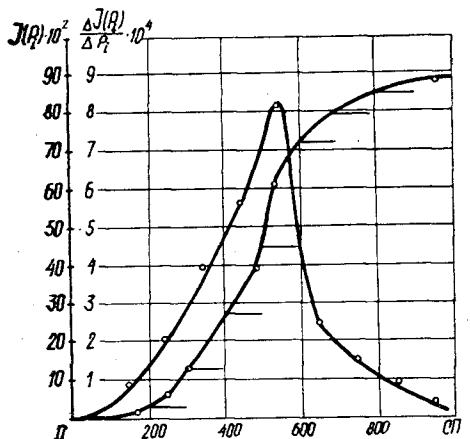


Рис. 1. Дифференциальная и интегральная кривые ММР содово-сульфит-сульфатной беленой березовой целлюлозы (образец 2).

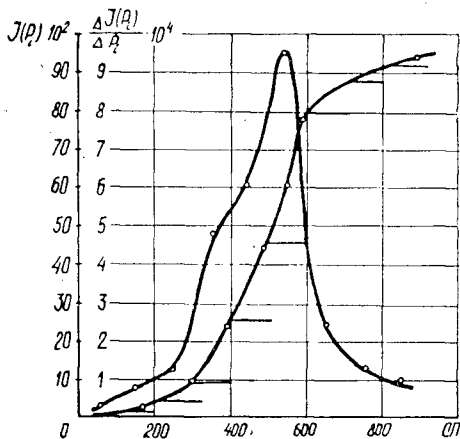
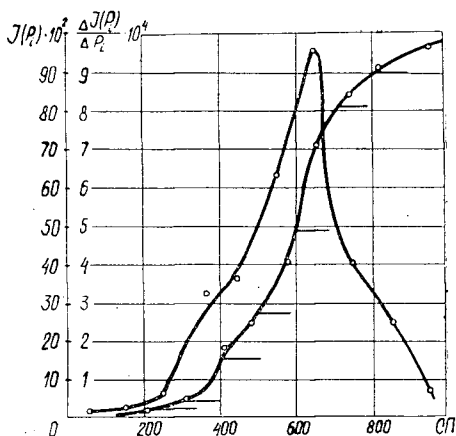


Рис. 2. Дифференциальная и интегральная кривые ММР содово-сульфит-сульфатной беленой березовой целлюлозы (образец 3).

Как видно из рис. 1—3, образцы 2, 3 и 4 имели высокую степень однородности. Максимум на кривых ММР располагается в области значений степени полимеризации 500—600. Повышение расхода активной щелочи на сульфатной стадии варки с 10 до 15 %  $\text{Na}_2\text{O}$  приводит

Рис. 3. Дифференциальная и интегральная кривые ММР содово-сульфит-сульфатной беленой березовой целлюлозы (образец 4).



к снижению содержания как низко-, так и высокомолекулярных фракций целлюлозы и сдвигает максимум на дифференциальных кривых ММР в сторону больших значений СП.

Выполненное исследование подтвердило возможность получения из древесины березы целлюлоз, удовлетворяющих требования, предъявляемые к целлюлозам, предназначенным к переработке в полинозное волокно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Миловидова Л. А., Пазухина Г. А. Изучение распределения серы при быстрой содово-сульфитной варке березовой древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 2, с. 120—124. [2]. Миловидова Л. А., Пазухина Г. А. Изучение основных закономерностей растворения лигнина и углеводов березовой древесины в процессе содово-сульфитной варки. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4, с. 96—101.

Поступила 4 августа 1980 г.

УДК 668.478.28 : 543.422

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЛИЦЕРИНОВОГО ЭФИРА КАНИФОЛИ С ФУРФУРОЛЬНО-АЦЕТОНОВЫМ МОНОМЕРОМ

Г. К. УТКИН, Н. И. КОРШУНОВА, С. И. ВАСИЛЕВСКАЯ,  
Н. И. ЛАТОШ

Уральский лесотехнический институт

Для улучшения эксплуатационных свойств канифоль модифицируют, используя для этого ее способность взаимодействовать с ангидридами и альдегидами [4], а также вступать в реакцию этерификации [2]. В ряде случаев эти методы совмещают. Для повышения термической и химической стойкости глицеринового эфира канифоли нами использован фурфурольно-ацетоновый мономер (мономер ФА), являющийся продуктом конденсации эквимольных количеств фурфурола и ацетона в щелочной среде. Взаимодействие эфира канифоли с мономером ФА изучали методами электронной и ИК-спектроскопии.

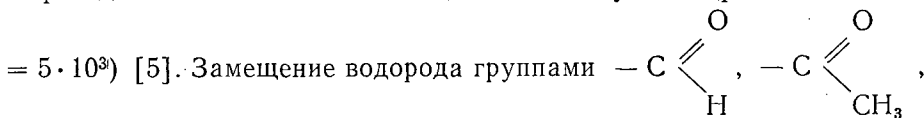
Электронные спектры снимали на спектрометре Specord UV VIS в УФ-области спектра (350—200 нм). В качестве растворителей использовали диоксан и метанол, хо-

рошо растворяющие каждый из исследуемых реагентов и полученный продукт. Предпочтение отдавали метанолу, оптически прозрачному в области 200—220 нм, в то время как диоксан в этой области имеет собственное поглощение.

ИК-спектры получены на спектрометре UR-20 при двухлучевом режиме работы с использованием разборных кювет KRS-5. Твердые образцы суспендировали в вазелиновом масле, жидкие исследовали непосредственно, раздавливая каплю между стеклами.

Электронные спектры поглощения позволяют судить о хромофорности исследуемой системы. Увеличение длины сопряженной системы приводит к батохромному смещению, величина которого зависит от окружения добавляющейся двойной связи. Гипсохромный сдвиг, наоборот, свидетельствует об уменьшении числа двойных связей или раскрытии цикла в системе. Применительно к нашей системе при взаимодействии исходных веществ в спектрах должно наблюдаться смещение полос поглощения или их исчезновение.

Фуран и его простые производные характеризуются в УФ-области спектра одной полосой поглощения с максимумом при  $\lambda = 220$  нм



$-\text{CH} = \text{CH}_2$  приводит к смещению в длинноволновую область, особенно в том случае, если замещение происходит в положении 2 фуранового цикла.

Раствор мономера ФА в диоксане и метаноле дает одну полосу поглощения с максимумом при  $\lambda = 315$  нм ( $\epsilon = 29 \cdot 10^3$ ), что согласуется с представлениями теории о батохромном сдвиге при замещении фуранового цикла в положении 2 и увеличении длины сопряженной системы.

Канифоль в своем составе содержит ряд смоляных кислот с конъюгированными двойными связями, дающими характерные максимумы поглощения в УФ-области спектра (230—280 нм) [1]. В спектре раствора глицеринового эфира канифоли в этой области наблюдается три максимума поглощения 235, 245, 253 нм (рис. 1, кривая 5).

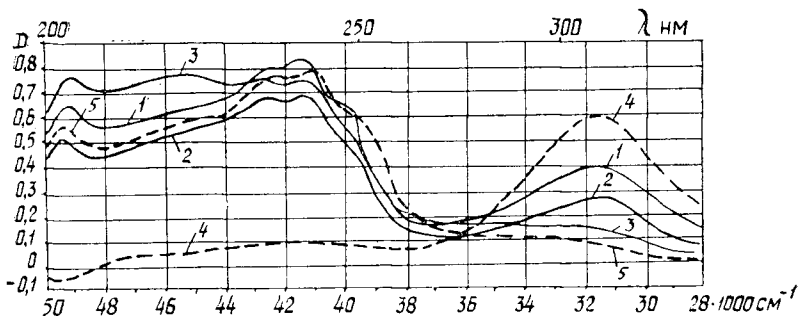


Рис. 1. Электронные спектры продуктов взаимодействия эфира канифоли с 15 % мономера ФА, полученных при разных температурах (1 — 150 °С; 2 — 200 °С; 3 — 250 °С) и спектры исходных реагентов (4 — мономер ФА; 5 — эфир канифоли).

Исследовано влияние температуры реакции и соотношения исходных компонентов на процесс взаимодействия между ними. На рис. 1 представлены электронные спектры некоторых продуктов взаимодействия глицеринового эфира канифоли с 15 % мономера ФА при разных температурах. При этом на оси ординат отложена оптическая плот-

ность  $D$ , на нижней оси абсцисс — волновое число в  $\text{см}^{-1}$ , на верхней оси абсцисс — длина волны  $\lambda$ , нм. Как видно, спектр образца, полученного при температуре  $150^\circ\text{C}$ , содержит полосы поглощения, характерные для реагирующих веществ. При дальнейшем увеличении температуры реакции в спектре продукта наблюдается уменьшение поглощения при  $\lambda = 315$  нм, характерного для мономера ФА, а при температуре  $250^\circ\text{C}$  поглощение совсем исчезает. При этом наряду с уменьшением поглощения в области  $230\text{--}280$  нм наблюдается возникновение размытого поглощения в более коротковолновой области ( $215\text{--}225$  нм). Можно предположить, что при этой температуре происходит взаимодействие фурфурилиденацетона с частью эфира канифоли и полученный продукт является менее конденсированной системой, имеющей поглощение в области  $215\text{--}225$  нм. Часть эфира канифоли остается при этом неиспользованной, о чем свидетельствуют сохраняющиеся полосы поглощения ( $230\text{--}280$  нм), хотя и меньшей интенсивности.

Аналогичные, но еще более выраженные изменения в спектрах продуктов взаимодействия, полученных при температуре  $250^\circ\text{C}$ , происходят с увеличением в реакционной смеси количества мономера ФА.

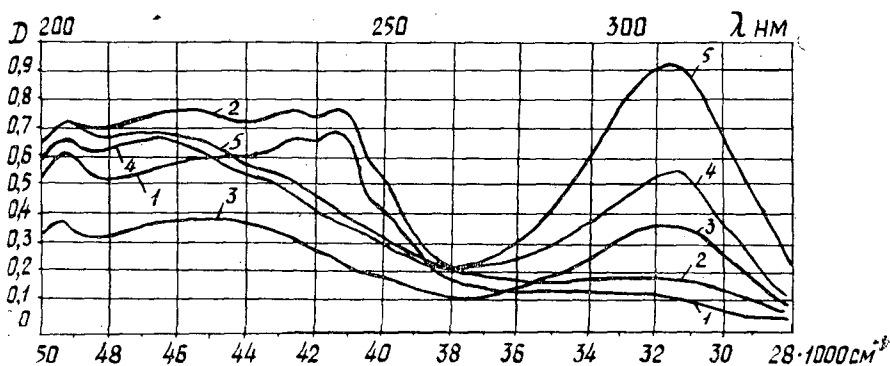


Рис. 2. Электронные спектры поглощения продуктов взаимодействия эфира канифоли с разным количеством мономера ФА, полученных при температуре  $250^\circ\text{C}$ .

1 — 10 % ФА; 2 — 20; 3 — 30; 4 — 35; 5 — 40 % ФА; для образцов 1, 3, 4, 5 толщина поглощающего слоя  $0,2$  см, концентрация раствора  $0,1 \cdot 10^{-3}$  м/л; для образца 2 — соответственно  $0,1$  см и  $0,25 \cdot 10^{-3}$  м/л.

Как видно из рис. 2, полоса поглощения мономера ФА в спектрах образцов 1 и 2 отсутствует. С увеличением количества фурфурольноацетонового мономера в реакционной смеси (образцы 3, 4, 5) наблюдается его избыток, что проявляется в спектре в виде полосы поглощения, характерной для этого соединения.

С увеличением концентрации мономера наблюдается уменьшение интенсивности поглощения в области, характерной для эфира канифоли, причем максимумы полос поглощения сглаживаются и становятся менее различимыми. Одновременно с этим увеличивается поглощение в более коротковолновой области спектра ( $215\text{--}225$  нм). Подобное изменение в спектрах продуктов взаимодействия эфира канифоли и мономера ФА следует отнести за счет происходящего между ними взаимодействия при температуре  $250^\circ\text{C}$ .

На основании полученных оптических спектров можно предположить, что в этих условиях в реакцию взаимодействия с эфиром канифоли вступает около 20 % мономера ФА от массы эфира.

Предположение о конденсации мономера ФА в присутствии эфира канифоли следует исключить, так как в этом случае с увеличением его

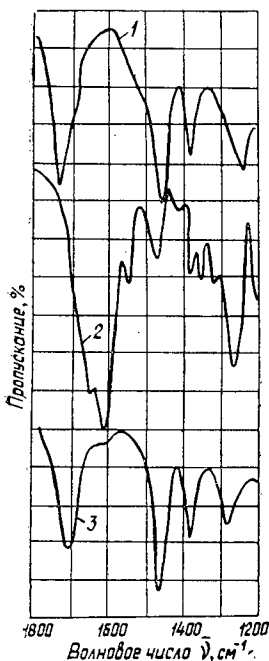


Рис. 3. ИК-спектры эфира канифоли (кривая 1); мономера ФА (кривая 2); продукта взаимодействия (кривая 3).

количества в реакционной смеси не появлялась бы полоса поглощения свободного мономера, что наблюдается при его избытке (рис. 2, образцы 4, 5). Кроме того, продукт, полученный из фурфурольно-ацетонового мономера в тех же условиях реакции, но без эфира канифоли, не растворяется в метаноле и диоксане.

О характере взаимодействия между эфиром канифоли и мономером ФА можно судить по ИК-спектрам.

В инфракрасном спектре фураны имеют несколько полос поглощения [3]. В спектре мономера ФА к ним можно отнести следующие: 3140, 1565, 1025, 890, 755  $\text{см}^{-1}$ . Однако в спектрах канифоли, эфира канифоли и чистой абиетиновой кислоты также наблюдаются полосы поглощения при частотах 1020, 900 и 750  $\text{см}^{-1}$ . Спектры продуктов конденсации сняты в вазелиновом масле, поэтому валентные колебания метильных групп фуранового цикла подавляются более сильным поглощением дисперсионной среды (3140  $\text{см}^{-1}$ ). Следовательно, остается одна полоса поглощения при  $\nu = 1565 \text{ см}^{-1}$ , ответственная за колебания  $\text{>C=C<}$  связи фуранового цикла, изменение интенсивности которой может служить характеристикой происходящей реакции.

На всех спектрах продуктов взаимодействия, полученных при температуре 250 °С с разным количеством мономера ФА, при  $\nu = 1565 \text{ см}^{-1}$  полосы поглощения нет (рис. 3). Можно предположить поэтому, что процесс взаимодействия реагирующих веществ происходит с раскрытием двойной связи фуранового цикла. Сопряженность системы при этом уменьшается, что находит отражение в гипсохромном сдвиге на электронных спектрах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Добелис Ю. Я. Изучение некоторых процессов образования аддуктов смоляных кислот: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. — Рига, 1973.
- [2]. Дринберг А. Я. Технология пленкообразующих веществ. — Л.: Госхимиздат, 1955. — 651 с. [3]. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. — М.: Мир, 1965. — 216 с. [4]. Славянский А. К., Медников Ф. А. Технология лесохимических производств. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 387 с. [5]. Штерн Э., Тиммонс К. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии. — М.: Мир, 1974. — 295 с.

Поступила 15 апреля 1980 г.

УДК 54-4:630\*41

## О ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ПРЕПАРАТЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ ОТ БИОРАЗРУШЕНИЯ И ВОЗГОРАНИЯ

*Н. А. МАКСИМЕНКО, С. Н. ГОРШИН*

Сенежская лаборатория консервирования древесины ВНИИдрев.

Для изыскания и оценки огнезащитных или огнебиозащитных препаратов необходимо иметь представление о механизме их защитного действия [2]. Данное исследование посвящено изучению процессов, происходящих при воздействии на сухие соли препаратов температур 200—800 °С, характерных для условий возгорания.

Испытанию подвергали препараты Сенежской лаборатории: ПББ-255 (пентахлорфенолят натрия, бура, борная кислота при соотношении 2:5:5); ПБС-255 (пентахлорфенолят натрия, борная кислота, кальцинированная сода 2:5:5); ХМББ-1128 (бихромат натрия, сульфат меди, бура, борная кислота 1:1:2:8); в качестве контрольного брали известный препарат СД-11 (сульфат аммония, диаммонийфосфат 1:1). Навески препаратов (2 г) в конических фарфоровых тиглях нагревали в муфельной печи в течение 15, 30, 60, 120, 240 с в каждом случае при температурах 200, 400, 600, 800 °С. Потерю массы препаратов определяли взвешиванием, а изменение содержания компонентов — методами количественного анализа.

Препарат ПББ-255 при нагреве вспучивался, появлялся сильный фенольный запах; при длительном воздействии максимальной из испытанных температур он становился почти черным. Препарат ПБС-255 вспучивался меньше, издавал тот же фенольный запах, при длительном воздействии наибольших температур плавился, растекался и, наконец, вспыхивал. Некоторые различия в поведении указанных препаратов связаны, по-видимому, с неодинаковым соотношением в них пентахлорфенолята натрия (ПХФН) [1] и соединений бора. Химия термического разложения ПХФН изучена недостаточно. Однако известно [1], что при его нагреве выше 110 °С выделяется лишь кристаллизационная вода, плавление происходит при 370 °С. Можно предполагать, что при более высоких температурах ПХФН все же разлагается с образованием и горючих продуктов.

Препарат ХМББ-1128 при нагреве вспучивался меньше, чем ПББ-255. При длительном воздействии наибольших температур он приобретал темно-зеленую окраску, свидетельствующую о химических превращениях соединений хрома и меди. По имеющимся данным [3], сульфат меди при нагреве до 258 °С теряет кристаллизационную воду, а при температуре выше 650 °С разлагается до  $\text{CuO}$  и  $\text{SO}_3$ , причем при высоких температурах  $\text{SO}_3$  может разлагаться до  $\text{SO}_2$  и  $\text{O}_2$ , а бихромат натрия при нагреве выше 400 °С распадается на  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{O}_2$ . В рассматриваемом препарате возможен и более сложный механизм образования продуктов разложения компонентов, поскольку они находятся в смеси. Здесь бура может реагировать с окислами металлов, которые образуются при разложении солей, борная кислота способна взаимодействовать с солями летучих кислот ( $\text{CuSO}_4$ ), в результате чего образуются свободные кислоты, в частности  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

При нагреве препарата СД-11 выше 400 °С продолжительность более 60 с значительно уменьшается насыпной объем, что, очевидно, связано с термической неустойчивостью его компонентов и образованием при их разложении газообразных продуктов  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ .

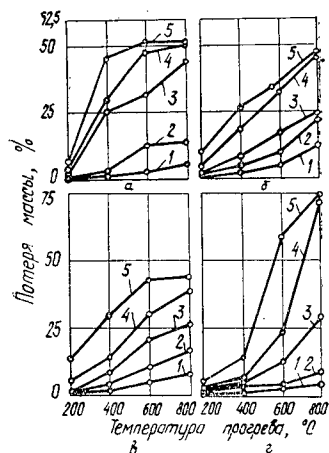


Рис. 1. Зависимость потери массы препаратов от интенсивности прогрева.

а — ПББ-255; б — ПБС-255; в — ХМББ-1128; г — СД-11; 1 — 15 с; 2 — 30; 3 — 60; 4 — 120; 5 — 240 с.

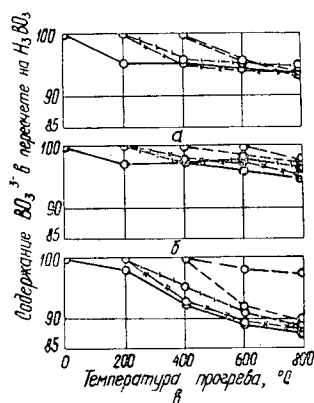


Рис. 2. Зависимость изменения содержания борат-иона в пересчете на борную кислоту в растворе остатка препарата от интенсивности прогрева.

а — ПБС-255; б — ПББ-255; в — ХМББ-1128.

Количественные результаты исследований даны на рис. 1—4. Особенность семейства кривых, характеризующих поведение препаратов ПББ-255 и ПБС-255 (рис. 1), — наличие заметного разрыва в уровнях потери массы при нагреве продолжительностью до 30 с и выше (для ПББ-255) или до 60 с и выше (для ПБС-255). С увеличением времени воздействия препарат ХМББ-1128 теряет массу более равномерно. В отличие от препарата СД-11 скорость потери массы трех указанных выше препаратов при более высоких ступенях нагрева примерно в 1,5 раза ниже. Однако оценить эту разницу, с точки зрения ее значения для эффективности препаратов в целом, пока трудно. Например, из трех новых препаратов потеря массы при нагреве у препарата ПББ-255 несколько больше. Наши исследования [2] показали, что он обладает и более высокими огнезащитными свойствами. Однако для других препаратов, механизм защиты которых не сводится лишь к выделению ими газообразных продуктов термического разложения антипирена, эта зависимость может быть другой.

Рассмотрим данные по механизму огнезащитного действия испытанных препаратов, полученные с применением методов количественного анализа растворов остатков препаратов после их прогрева. Мы исходили из того, что количество хрома и меди, а также подавляющей части бора в препаратах практически остается постоянным, но возможно, как уже указывалось выше, образование новых соединений с их участием. Для выявления этого мы определяли содержание  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  в остатках соответствующих препаратов.

Как видно из рис. 2, при прогреве всех препаратов кривые потери массы борных соединений, определенные по борат-иону в пересчете на борную кислоту, сравнительно однотипны и весьма пологи. Это указывает на то, что содержание борат-иона в препаратах изменяется незначительно и мало зависит от температуры и времени ее воздействия. Из литературных источников [4, 6] известно, что соединения бора относятся к термостойчивым. Бора при нагревании лишь теряет воду

и плавится при 741 °С, частично распадаясь на метаборат натрия и борный ангидрид ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow 2\text{NaBO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$ ). Борная кислота при 150 °С переходит в метаборную ( $\text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HBO}_2$ ), а последняя уже при 160 °С — в тетраборную ( $4\text{HBO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), которая при более высоких температурах распадается до борного ангидрида, плавящегося при 577 °С. Однако имеются и данные [5] о том, что некоторое количество борной кислоты при определенных условиях способно улетучиваться с парами воды.

Следовательно, можно считать, что бор, в основном, остается в древесине и некоторые потери его, например, для препаратов с участием пентахлорфенолята натрия при нагреве до 200 °С, по-видимому, связаны лишь с возгонкой борной кислоты с парами воды. Потери бора из препарата ХМББ не могли быть определены методами количественного анализа в связи с образованием в данном случае некоторого количества нерастворимого бората меди. Однако допущение того, что потери бора из всех исследованных препаратов одинаковы, позволяет отнести разницу между анализируемым количеством бора в остатках препаратов с участием ПХФН и МХ-5 к его количеству, связанному в борате меди. Это количество, как видно из рис. 2, равно примерно 7 %. Отсюда следует, что динамика температурной трансформации соединений бора зависит от состава препаратов. Установление низких потерь бора и отсутствие негорючих газов подтверждает ранее высказанное положение о том, что в основе огнезащитного действия соединений бора лежит, главным образом, понижение аэрации материала продуктами расплава. Результаты позволяют сделать вывод о различных механизмах антипиренного действия у борсодержащих препаратов и препарата СД-11.

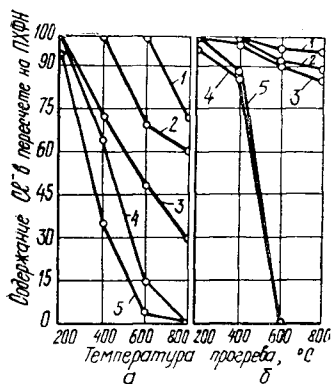


Рис. 3.

а — ПБВ-255; б — ПБС-255.

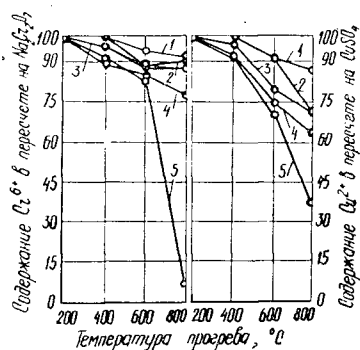


Рис. 4.

На рис. 3 представлены кривые зависимости изменения содержания иона хлора в пересчете на ПХФН в препаратах ПБВ-255 и ПБС-255 от интенсивности их нагрева. Здесь картина противоположна рассмотренной выше для соединений бора. В данном случае ( $t = 600\text{--}800$  °С;  $\tau = 120\text{--}240$  с) зафиксировано полное разложение ПХФН (потеря 100 % хлора). Можно предполагать, что при этом образуются негорючие газообразный хлор и окись натрия, а также горючие окись углерода и угольный остаток. В соотношении негорючих и горючих компонен-



тов разложения, по-видимому, преобладают первые, что и определяет некоторый защитный эффект ПХФН, о котором сказано выше.

Следует отметить некоторую разницу в скорости потери массы хлора для испытанных препаратов на основе ПХФН. Она значительно выше у препарата ПББ-255. В целом для препаратов этого типа имеется смешанный вариант механизма защитного эффекта, когда процесс горения замедляется за счет образования пленки расплава соединений бора и негорючих газов, образующихся при разложении ПХФН.

На рис. 4 приведены кривые зависимости содержания иона меди (в пересчете на сульфат меди) и бихромат-иона (в пересчете на бихромат натрия) в растворах остатков препарата ХМББ-1128 от интенсивности его нагрева. Положение здесь такое же как и с борат-ионом. Как уже указывалось, соединения хрома и меди при нагреве, особенно в присутствии соединений бора, способны лишь переходить в другие нелетучие и большей частью нерастворимые соединения. Поэтому уменьшение содержания бихромат-иона и иона меди свидетельствует лишь о масштабах подобных химических превращений. Обращают на себя внимание наиболее круто падающие участки кривых, характеризующие снижение содержания указанных ионов при максимальном для данного опыта нагреве ( $t = 600\text{--}800\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\tau = 240\text{ с}$ ). В этих условиях наблюдается весьма значительная трансформация исходных соединений, особенно соединений хрома. Ход остальных более пологих кривых сходен, причем в данном случае, наоборот, наблюдается повышенная реактивность сульфата меди. Исходя из хода реакций и свойств конечных продуктов, возникающих при нагреве препарата ХМББ-1128, приходим к выводу, что механизм его защиты определяется, в основном, свойствами соединений бора и, таким образом, сводится к снижению аэрации горящего материала расплавом.

Проведенное исследование внесло некоторые дополнительные данные в имеющиеся представления о механизмах защиты рассмотренных препаратов. Эти механизмы оказались разнотипными: для препаратов ПББ-255 и ПБС-255 — образование пленки и выделение негорючих газов, для препарата ХМББ-1128 — в основном, образование пленки. Это согласуется и с результатами испытаний огнезащитающей способности препаратов [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горшин С. Н., Телятникова Б. И. Пентахлорфенол и его применение для защиты древесины. — М.: Гослесбуиздат, 1162. — 214 с. [2]. Горшин С. Н. Консервирование древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 335 с. [3]. Некрасов Б. В. Курс общей химии. — М.: Гостехиздат, 1954. — 971 с. [4]. Прохоров П. С. Огнезащита деревянных конструкций и сооружений. — М.—Л.: АН СССР, 1943. — 55 с. [5]. Реми Г. Курс неорганической химии, т. 1. — М.: Мир, 1972. — 824 с.; т. 2. — М.: Мир, 1974. — 775 с. [6]. Тидеман Б. Т., Сциборский Д. В. Химия горения. — М.: НКВД, 1930. — 208 с.

Поступила 30 января 1978 г.

## КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 621.31 : 621.873/875

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОВ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОГРУЗОЧНО-ШТАБЕЛЕВОЧНЫХ КРАНОВ

*В. М. ХОЛМАНСКИХ*

Кировский сельскохозяйственный институт

Опыт эксплуатации кранов на нижних складах показывает недостаточную надежность их электрооборудования. Так, у консольно-козловых кранов ККС-10 и ККУ-7,5 отказы электрооборудования составляют 78 % всех неисправностей, у башенных БКСМ-14ПМ2 и КБ-572 — соответственно 73 и 81 %. Нарушение работоспособности кранов приводит к остановке целого ряда технологических потоков, к потерям рабочего времени и неритмичности в работе дорогостоящего оборудования. При этом годовая стоимость запасных дефицитных электротехнических изделий на списочный состав кранов ККС-10 и КБ-572 в целом по Минлеспрому СССР составляет около 1 млн. руб.

Для повышения работоспособности кранов необходимо выполнить многоплановые исследования надежности их электрооборудования. Первый этап таких исследований — сбор, обработка, анализ информации о надежности и изучение потоков отказов и восстановлений электрооборудования. Решение этих задач позволит разработать ряд практических рекомендаций по обеспечению безотказности кранов.

На первом этапе организованы и проведены статистические исследования работы 27 кранов ККС-10, ККУ-7,5 и 20 кранов КБ-572, БКСМ-14ПМ2. Общее время наблюдений составило 120 тыс. ч. За этот период краны погрузили и заштабелевали 4,4 млн. м<sup>3</sup> разнообразных лесоматериалов. По электрооборудованию зарегистрировано около 800 отказов.

При обработке столь представительной информации возник ряд задач, связанных со спецификой ее получения и своеобразными условиями эксплуатации кранов в лесной промышленности.

Во-первых, данные об отказах получены для кранов разных типов и марок, работающих в одном режиме. Их электрооборудование состоит из элементов разных лет выпуска, имеющих отличие как по продолжительности эксплуатации, так и по конструкции. Требовалось установить, можно ли объединить информацию о надежности в одну совокупность.

Во-вторых, информация получена по однотипным кранам, но работающим в разных режимах (со стропами и грейфером). Следовало проверить возможность объединения данных о надежности в одну совокупность независимо от вида используемых грузозахватных приспособлений.

В-третьих, отказы регистрировались исполнителями путем записей в специально разработанной учетной документации. Требовалось проверить достоверность и регулярность записей.

Перечисленные задачи сводятся к проверке однородности статистической информации.

Все зарегистрированные отказы классифицировали по сложности в три группы в соответствии с рекомендациями [5]. При исследовании

потоков учитывали отказы всех групп. В электрооборудовании погружно-штабелевочных кранов наиболее часто возникают отказы 2-й группы сложности (63 %); отказы 1- и 3-й групп составляют соответственно 25 и 12 %.

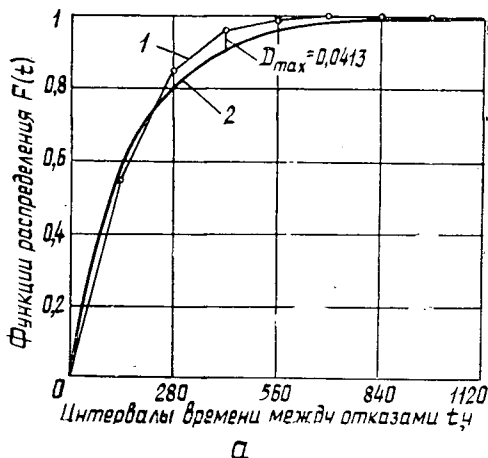
Анализ распределений наработок показал, что у некоторых кранов встречается один довольно большой интервал времени между отказами. Для проверки совместности такого интервала с гипотезой о показательном законе распределения времени безотказной работы рассчитывали критерий Фишера [6]. Расчет показал регулярность и достоверность информации по каждому крану на уровне значимости  $\alpha = 0,95$ .

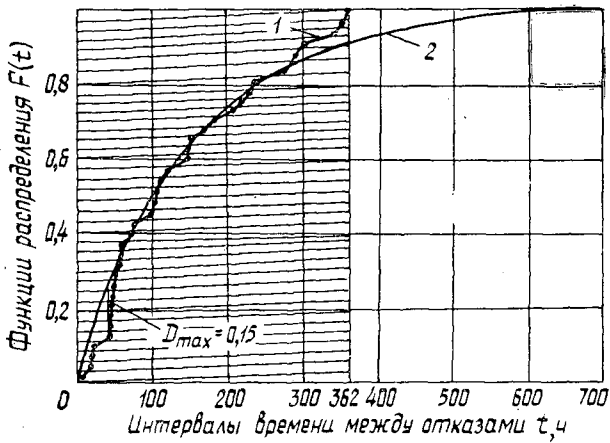
Однородность данных об отказах 27 консольно-козловых кранов ККС-10 и ККУ-7,5, работающих в одном режиме (со стропами), проверяли путем расчета непараметрического критерия проверки однородности информации для выборок разных объемов [4]. Число степеней свободы  $n = (s - 1)(v - 1) = (5 - 1) \cdot (27 - 1) = 104$  (где  $s$  — число разрядов, на которые разбивали интервалы времени между отказами по каждому крану;  $v$  — число кранов). Из работы [1]  $\chi_{кр}^2(5\%; 104) = 124,779$ . Расчетное значение  $\chi^2 = 119,399$ . Следовательно,  $\chi^2 < \chi_{кр}^2$ . Это подтверждает однородность информации для кранов ККС-10 и ККУ-7,5.

Башенные краны БКСМ-14ПМ2 работали в разных режимах: 10 кранов со стропами и 4 — с грейфером. Установлено, что общая информация об их отказах неоднородна и ее следует разбить на две однородные выборки. Первая выборка — для 10 кранов со стропами [ $\chi_{кр}^2(5\%; 36) = 50,998$ ;  $\chi^2 = 42,79\text{E}$ ], вторая — для 4 кранов с грейфером [критерий Бартлетта  $V = 3,04$ ;  $\chi_{кр}^2(5\%; 3) = 7,815$ ].

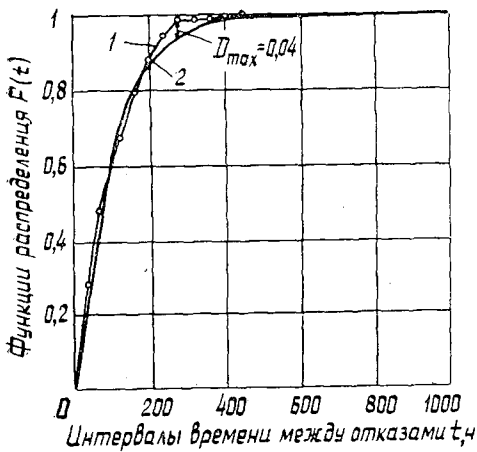
Проверка однородности данных об отказах башенных кранов КБ-572, эксплуатируемых в разных режимах, дала аналогичный результат. Информацию следует разбить на две однородные выборки: первая — для 3 кранов со стропами [ $V = 0,085$ ;  $\chi_{кр}^2(5\%; 2) = 5,991$ ], вторая — для 3 кранов с грейфером [ $V = 0,32$ ;  $\chi_{кр}^2(5\%; 2) = 5,991$ ].

Для подтверждения априорно принятой гипотезы о пуассоновском характере потоков отказов электрооборудования групп кранов с однородной информацией проверяли отсутствие последействия потоков, их ординарность и стационарность. В работе [2] показано, что отсутствием последействия обладает только экспоненциальный закон. Для проверки гипотезы об экспоненциальном законе распределения интервалов времени между соседними отказами находили эмпирические законы распределения, определяли их параметры, вычисляли критерии со-

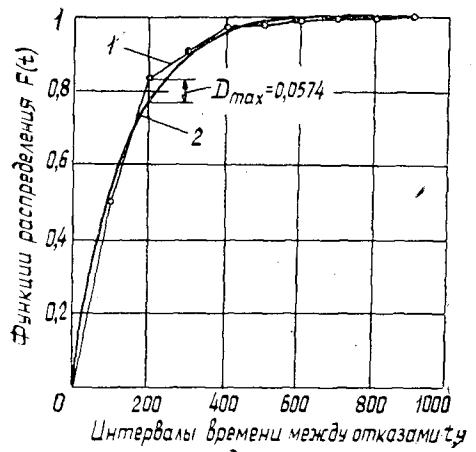




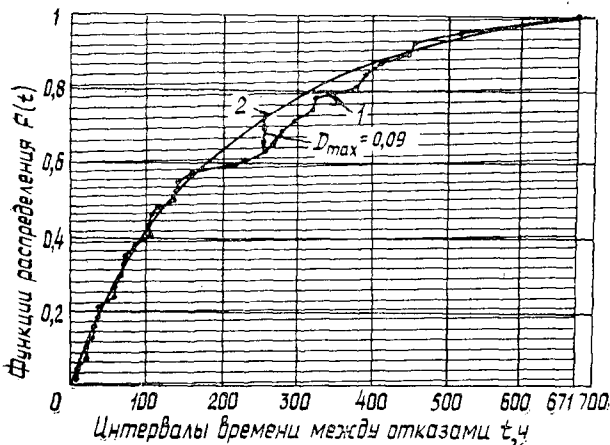
б



в



д



е

а — ККС-10, ККУ-7,5 (со стропами);  $F(t) = \exp\left(\frac{-t}{169,42}\right)$ ;

$T_{cp} = 169,42$  ч;  $\lambda = 59,02 \cdot 10^{-4}$  1/ч;

б — КБ-572 (с грейфером);

$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{145,03}\right)$ ;  $T_{cp} =$

$= 145,03$  ч;  $\lambda = 68,95 \cdot 10^{-4}$  1/ч;

в — БКСМ-14ПМ2 (с грейфером);

$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{101,51}\right)$ ;

$T_{cp} = 101,58$  ч;  $\lambda = 98,45 \cdot 10^{-4}$  1/ч;

г — КБ-572 (со стропами);  $F(t) =$

$= 1 - \exp\left(\frac{-t}{190,97}\right)$ ;  $T_{cp} =$

$= 190,97$  ч;  $\lambda = 52,36 \cdot 10^{-4}$  1/ч;

д — БКСМ-14ПМ2 (со стропами);

$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{135,02}\right)$ ;

$T_{cp} = 135,02$  ч;  $\lambda = 74,06 \cdot 10^{-4}$  1/ч.

гласия  $\chi^2$ -Пирсона и  $\lambda$ -Колмогорова. При построении эмпирических функций распределения для малого числа опытов использовали метод уменьшения неопределенности [3]. В остальных случаях применяли классические методы математической статистики.

На рис. 1, а, б, в, г, д представлены эмпирические (1) и теоретические (2) интегральные функции распределения интервалов времени  $F(t)$  между отказами электрооборудования для групп кранов с однородными данными о надежности.

Теоретические функции распределения наработок между отказами электрооборудования погрузочно-штабелевочных кранов и значения критериев согласия  $\chi^2$  и  $\lambda$  представлены в таблице, из данных которой видно, что для всех групп кранов расчетные значения критериев меньше критических. Следовательно, рассматриваемые распределения экспоненциальные, а потоки отказов случайные, без последействия.

Группы кранов с однородной информацией о надежности	Параметр распределения $T$ (наработка на отказ, ч)	Теоретическая функция распределения $F(t)$	Критерии согласия			
			$\chi^2$	$\chi_{кр}^2$ ( $q = 5\%$ )	$\lambda$	$\lambda_{кр}$ ( $q = 27\%$ )
ККС-10, ККУ-7,5 (со стропами)	169,42	$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{169,42}\right)$	16,28	16,81	0,84	1
БКСМ-14ПМ2 (со стропами)	135,02	$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{135,02}\right)$	13,86	14,06	0,81	1
БКСМ-14ПМ2 (с грейфером)	101,58	$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{101,58}\right)$	5,91	16,92	0,35	1
КБ-572 (со стропами)	190,97	$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{190,97}\right)$	5,52	12,59	0,54	1
КБ-572 (с грейфером)	145,03	$F(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{145,03}\right)$	3,88	11,07	0,82	1

Для проверки гипотезы об ординарности потоков определяли частоту отказов за малый промежуток времени двух или более элементов. Продолжительность контрольного отрезка принимали равной рабочему дню. Статистический анализ распределений наработок между отказами показал строгую ординарность потоков отказов элементов электрооборудования. Так, по башенным кранам БКСМ-14ПМ2 со стропами частота одновременного отказа двух или более элементов составляет 1,64 %, а с грейфером — 1,33 %. По остальным кранам не наблюдалось ни одного случая одновременного отказа двух или более элементов.

Известно, что ординарный поток без последействия и с ограниченным последействием через некоторое время становится близким к стационарному [5]. Для проверки стационарности использовали метод изменения угла наклона прямых квантилей  $T$  для различных периодов эксплуатации. Диаграммы квантилей, построенные по формуле  $T = -\bar{T} \ln[1 - F(t)]$ , показали, что угол наклона прямых  $T = f(t)$  в разные периоды эксплуатации меняется незначительно, значит потоки стационарны.

### Выводы

1. Параметры потоков отказов для групп кранов с однородной информацией о надежности зависят от вида грузозахватных приспособлений (см. табл.). Использование грейферных механизмов существенно снижает надежность кранового электрооборудования.

2. Потоки отказов элементов электрооборудования исследуемых кранов можно считать простейшими (пуассоновскими), т. е. стационарными и ординарными без последствия. Пуассоновский характер потоков отказов электрооборудования значительно облегчает исследование его работоспособности и расчет показателей надежности. В силу свойств пуассоновского потока изучение можно проводить в произвольно выбранный промежуток периода нормальной эксплуатации перегрузочно-штабелевочных кранов.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. — М.: Наука, 1965. [2]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Физматгиз, 1972. [3]. Демаков И. П., Потепун В. Е. Статистические методы определения законов распределения при анализе точности и надежности промышленных изделий по результатам эксперимента. — Л.: ЛДНТП, 1970. [4]. Крамер Г. Математические методы статистики. — М.: ИЛ, 1948. [5]. Тюкавин В. П. Классификация отказов лесозаготовительных машин. — Лесн. пром-сть, 1972, № 2. [6]. Fisher R. A. Tests of significance in harmonic analysis. — Proc. Roy. Soc., A 125, 1929.

Поступила 18 апреля 1980 г.

УДК 621.316.176.016.3.001.24

## К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*В. П. БАЛАКШИН, П. И. ПОТЕРЯЕВ*

Архангельский лесотехнический институт

На современном этапе развития народного хозяйства возрастает роль экономико-математических методов планирования. Решение технико-экономических задач может быть осуществлено экономико-математическими методами при наличии математических моделей изучаемой экономической системы, более или менее полно отражающих исходную систему, т. е. выходные параметры модели должны с достаточной достоверностью описывать поведение изучаемой системы при тех или иных управляющих воздействиях.

Большинство технико-экономических задач принадлежит к классу стохастических задач, для которых характерна ситуация: если даже управляющее воздействие и может быть описано в детерминированной постановке, то для описания реакции системы необходимо привлечь «вероятностный язык». Исходя из вероятностной природы технико-экономических задач, математическая модель для решения таких задач также должна строиться на вероятностно-статистических представлениях.

В современном промышленном производстве, представляющем собой подсистему народного хозяйства, потребляется примерно три четверти всей электрической энергии, вырабатываемой электростанциями общего пользования. Поэтому вопрос о рационализации процесса

электропотребления и оптимизации самих систем электроснабжения промышленных предприятий достаточно актуален.

Процесс электропотребления промышленного предприятия, отражающий режим работы множества зависимых и независимых электроприемников, не является, за редким исключением, ни стационарным, ни тем более детерминированным. А так как от характера этого процесса зависит уровень издержек народного хозяйства на сооружение и эксплуатацию систем электроснабжения, то получение достоверных характеристик процесса — одна из актуальных задач.

Практика проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий насчитывает не менее десятка различных методик определения расчетных электрических нагрузок элементов систем электроснабжения.

Наиболее распространены методы упорядоченных диаграмм (УД) [2] и статистический (СМ) [3]. Оба эти метода базируются на статистическом подходе к решаемой проблематике; существенное различие их в том, что принимаемая за основу в виде коэффициента использования  $K_{и}$  средняя нагрузка  $P_c$  объекта проектирования в первом случае умножается на коэффициент максимума нагрузок  $K_m$ , а во втором случае для получения коэффициента спроса  $K_c$  коэффициент отклонения  $K_0$  суммируется с коэффициентом использования. При этом как коэффициент использования, так и коэффициенты максимума и отклонения определяют по статистическим материалам. Итак, при определении расчетной нагрузки  $P_p$  используют следующие соотношения:

для метода УД

$$P_p = P_c K_m = P_y K_{и} K_m;$$

для СМ

$$P_p = P_y K_c = P_y (K_{и} + K_0),$$

где  $P_y$  — установленная мощность группы электроприемников.

Указанные методы при достаточно больших значениях эффективно-го числа электроприемников  $n_э$  дают более или менее идентичные результаты; однако в области малых значений  $n_э$  результаты существенно расходятся; нередко наблюдается или завышение расчетных нагрузок (метод УД), или их занижение (СМ) по сравнению с действительными реализациями процесса электропотребления.

Исходя из упомянутых выше методов определения расчетных нагрузок можно предложить еще один подход к решению обсуждаемой задачи, реальнее, по нашему мнению, отражающий процесс формирования графиков электрических нагрузок промышленного предприятия, особенно в области малых значений  $n_э$ .

Итак, можно полагать, что на основе широко используемого понятия эффективного числа электроприемников будет продуктивным и оправданным введение понятия мощности (нагрузки) эквивалентного электроприемника  $P_э$  в виде

$$P_э = P_y / n_э.$$

Введение понятия эквивалентной нагрузки заменяет реальную систему электроприемников моделью, в которой за установленную мощность принята действительная нагрузка  $P_y$  реальных электроприемников

$$P_y = \sum_{i=1}^{n_{\Phi}} p_i = P_э n_э$$

(где  $n_{\phi}$  — фактическое число действительных электроприемников;  $p_i$  — действительная мощность реальных электроприемников), а процесс электропотребления и формирования суммарного графика электрических нагрузок представляется случайным. Другими словами, предполагается, что электроприемники мощностью  $P_{\phi}$ , число которых равно  $n_{\phi}$ , включаются в работу и останавливаются независимо друг от друга, т. е. случайно. Следовательно, процесс формирования графика электрических нагрузок можно рассматривать как случайный поток событий со следующими параметрами:

1) математическое ожидание числа включенных эквивалентных электроприемников

$$n_{cp} = \frac{K_{\Pi} P_{\Sigma}}{P_{\phi}} = \frac{P_c}{P_{\phi}},$$

где  $P_c$  — средняя нагрузка изучаемого объекта (среднегодовая либо среднесменная);

2) среднее квадратичное отклонение числа включенных электроприемников от среднего

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_p}{P_{\phi}},$$

где  $\sigma_p$  — среднее квадратичное отклонение нагрузки от средней.

Принимая какое-либо значение вероятности (например, 0,9; 0,95; 0,99) за оптимальное, можно подсчитать число одновременно работающих эквивалентных электроприемников с принятым уровнем вероятности. В порядке замечания отметим, что задача определения оптимального уровня вероятности может быть решена на базе общих представлений о технико-экономическом оптимуме и здесь она не рассматривается.

Для получения законченной модели описанный подход должен быть дополнен некоторым теоретическим распределением случайных событий. Представляется, что функция нормального распределения наиболее всего соответствует описываемому процессу электропотребления. Однако в области малых значений  $n_{\phi}$  более оправдано использование биномиального закона распределения. В расчетном же отношении распределение Пуассона имеет, пожалуй, некоторые преимущества. Но это самостоятельный вопрос. К тому же, при значительных  $n_{\phi}$  названные распределения сходятся к нормальному.

Если записать предлагаемую модель применительно к биномиальному закону распределения вероятностей, то получим

$$B(n \leq m) = \sum_{i=0}^m C_{n_{\phi}}^i K_{\Pi}^i (1 - K_{\Pi})^{n_{\phi} - i} \approx B_m.$$

Здесь  $C_{n_{\phi}}^i$  — биномиальный коэффициент;

$B_m$  — заданный уровень вероятности;

$i$  — число одновременно включенных электроприемников.

Записанное соотношение означает, что с вероятностью  $B_m$  число одновременно включенных эквивалентных электроприемников  $n$  не превзойдет  $m$ .

Если использовать нормальный закон распределения вероятностей, то



$$B(n \leq m) = \Phi_m^* \left( \frac{m - n_{\text{ср}}}{n_{\sigma}} \right),$$

где  $\Phi^*$  — стандартная функция нормального распределения (она за-табулирована и приведена во многих справочных изданиях [1]).

Пример. Требуется определить расчетную нагрузку электроприемников при  $P_y = 100$  кВт;  $K_n = 0,25$ ;  $\sigma_p = 12,5$  кВт;  $n_{\sigma} = 4$ . За оптимальный уровень вероятности принимаем  $B_m = 0,95$ .

Решение:

$$P_{\sigma} = 100 : 4 = 25 \text{ кВт};$$

$$n_{\text{ср}} = 0,25 \cdot 100 : 25 = 1;$$

$$n_{\sigma} = 12,5 : 25 = 0,5;$$

$$\Phi_3^* \left( \frac{3-1}{0,5} \right) = \Phi_3^*(4) = 1,0000;$$

$$\Phi_2^* \left( \frac{2-1}{0,5} \right) = \Phi_2^*(2) = 0,9772;$$

$$\Phi_1^* \left( \frac{1-1}{0,5} \right) = \Phi_1^*(0) = 0,5000;$$

$$B_2 = 0,9772 > B_m = 0,95.$$

Следовательно, с вероятностью 0,9772 нагрузка этой группы не превзойдет 50 кВт, т. е.

$$P_p = mP_{\sigma} = 2 \cdot 25 = 50.$$

Для того же примера, решенного с использованием биномиального закона распределения вероятностей, получаем  $B_2 = 0,95$ , так как при суммировании вероятностей включенного состояния 0, 1 и 2 электроприемников получаем  $B_2 = 0,32 + 0,42 + 0,21 = 0,95 = B_m$ .

Для метода упорядоченных диаграмм  $P_p = 57$  кВт, а для статистического метода  $P_p = 36$  кВт.

Для выявления статистических характеристик графиков электрических нагрузок лесопромышленного предприятия нами осуществлено обследование электроприемников одного из ЛДК Архангельской области, в состав которого входил лесозавод на восемь рам, биржа погрузки, деревообрабатывающий цех, цех древесной муки и сушильное отделение.

Таблица 1

Наименование цеха	$P_y$ кВт	$n_{\sigma}$	$P_c$ кВт	$\sigma_p$ кВт	$P_{\text{max}}$ кВт	$K_n$	$P_{\text{max}}^{5\%}$ кВт	$K_{\text{ср}}$
Деревообрабатывающий	860	45	242	90	600	0,282	576	0,45
Древесной муки	1690	34	793	120	1369	0,467	1150	0,56
Лесозавод	3090	63	925	330	1940	0,300	1730	0,44
Сушильный	1540	80	532	220	1250	0,340	1170	0,50
Биржа погрузки	1140	40	177	105	578	0,156	396	0,24

Примечание.  $P_{\text{max}}$  — максимальная зафиксированная в эксперименте нагрузка цеха;  $P_{\text{max}}^{5\%}$  — нагрузка, ограничивающая снизу 5 % замеров нагрузки, наибольших в условиях эксперимента.

Некоторые характеристики обследованного ЛДК приведены в табл. 1 и 2. Данные получены на основании специально проведенного

Таблица 2

Номер выбор- ки	$P_{\Sigma}$ кВт	$n_{\text{ср}}$	$n_{\sigma}$	$m$	$V$ доли единицы	$P_{\rho}$ кВт	$P_{\rho}^{\text{УД}}$ кВт	$P_{\rho}^{\text{СМ}}$ кВт	$V^{\text{УД}}$ %	$K_{\text{с}}^{\text{СМ}}$ доли единицы
1	19,0	12,7	4,7	21	0,961	400	290	270	71	0,32
2	49,5	16,0	2,5	21	0,977	1040	900	860	81	0,51
3	49,0	19,0	6,7	30	0,962	1470	1100	1040	70	0,33
4	19,2	28,0	11,0	47	0,957	900	610	570	64	0,37
5	28,6	6,2	3,7	13	0,967	370	240	205	72,5	0,18

Примечание.  $P_{\rho}^{\text{УД}}$ ,  $P_{\rho}^{\text{СМ}}$  — расчетные нагрузки, определенные соответственно методами упорядоченных диаграмм и статистическим;  $V^{\text{УД}}$  — вероятность превышения расчетной нагрузки, вычисленной по методу УД, %;  $K_{\text{с}}^{\text{СМ}}$  — коэффициент спроса, определенный по методике СМ [3].

эксперимента для получения нормативов по расходу электроэнергии на производственные цели. Объем каждой из выборок составляет примерно 600 получасовых замеров потребляемой электроэнергии, т. е. обработано 3 тыс. значений нагрузок. Замеры осуществляли в течение 2—5 дневных смен второй половины каждого месяца 1978 г.

Некоторые результаты расчетов по определению расчетных нагрузок по предлагаемой модели и методам УД и СМ приведены в табл. 2.

Таким образом, значения расчетных нагрузок, определенные по предлагаемой модели, достаточно близки к экспериментальным замерам. Хотя они и отклоняются от последних в сторону занижения, однако это отклонение значительно меньше по сравнению с результатами, полученными по эталонным методикам. Попытка объяснить заниженные расчетные нагрузки, определенные методами УД и СМ, наводит на мысль, что эти методы базируются на среднегодовых значениях коэффициента спроса, хотя старение и перегрев изоляции являются функциями не средних, а экстремальных величин.

Определенная по рассмотренной здесь модели вероятность превышения расчетной нагрузки, найденной по методу УД, оценивается в 60—80 %. Этот уровень вероятности явно недостаточен, правда, оптимальный уровень может быть получен только на основе технико-экономических исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969. — 576 с. [2]. Временные руководящие указания по определению электрических нагрузок промышленного предприятия. — М.: ГЭИ, 1962. — 46 с. [3]. Методические указания по расчету электрических нагрузок лесопромышленных предприятий. — М.: Минлесдревпром, 1977. — 62 с.

Поступила 17 декабря 1979 г.

УДК 630\*36

## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ ЛЕСОСЕЧНЫХ МАШИН МАНИПУЛЯТОРНОГО ТИПА

В. А. АЛЕКСАНДРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Оператор лесосечной машины с помощью манипулятора осуществляет сложные технологические операции, связанные с наведением рабочего органа на дерево, его срезанием (ВТМ и ВПМ) и пакетированием на землю (ВПМ) или на трактор (бесчokerные и валочно-трелевочные машины).

Характер нагрузок, действующих на манипулятор и машину в целом в режимах наведения на дерево и оперирования с ним, случаен. При этом случайность нагружений определяется не только предметом труда, но и психофизиологической деятельностью человека-оператора. С целью получения данных по работе операторов автором в 1978—1979 гг. проведены статистические исследования.

В экспериментах, проведенных в Ленинградской, Вологодской, Новгородской и Тюменской областях, в Коми АССР и КАСССР, участвовала большая группа операторов, работающих на валочно-пакетирующих машинах ЛП-19 и на бесчokerных тракторах ТБ-1 и ЛП-18. Средний возраст операторов валочно-пакетирующих машин — 37 лет, операторов бесчokerных тракторов — 42 года. Стаж работы операторов на указанных машинах составлял 2—4 года. Основные задачи эксперимента следующие.

1. Установление вероятностного количества включений элементов манипулятора при наведении его на дерево и пакетировании.
2. Выявление факторов, влияющих на операторов, работающих с органами управления технологическим оборудованием.

Наблюдения за работой каждого оператора проводили в течение двух смен. Включение элементов манипулятора при наборе трех пачек деревьев фиксировали за каждый час работы. Число деревьев в пачках — 8—14 шт. Следовательно, вероятностное число включений стрелы, рукояти и механизма поворота установлено на большом количестве пакетируемых деревьев. Одновременно выявлено влияние таких факторов, как утомляемость операторов под действием вибрации, ослабление мышечной выносливости и реакции организма под действием шума, что в конечном итоге приводит к увеличению количества включений органов управления.

В результате статистической обработки экспериментальных данных установлено, что количество включений элементов манипулятора (стрелы, рукояти и механизма поворота) при наведении на дерево и пакетировании его подчиняется нормальным распределениям.

Установлено также, что при наведении захватно-срезающего устройства на дерево вероятностное среднее количество включений стрелы равняется 1,49; рукояти — 1,34; механизма поворота — 1,37. При пакетировании дерева количество включений составляет 1,37; рукояти — 1,00; механизма поворота — 1,34. Из кривых распределений количества включений элементов манипуляторов бесчokerных тракторов (рис. 1) нетрудно заметить, что операторы этих машин из-за отсутствия автономного привода управления захвата производят несколько больше включений, чем операторы валочно-пакетирующих машин. Так, при наводке на дерево вероятностное среднее количество включений стрелы равняется 1,63; рукояти — 1,47; механизма поворота — 1,45. При пакетировании дерева число включений стрелы составляет 1,57; рукояти — 1,74; механизма поворота — 1,47. Превышение числа включений

Рис. 1. Кривые распределения включений элементов манипуляторов тракторов ТБ-1 и ЛП-18 по частоте.

1, 5, 3 — соответственно при наведении стрелы, рукояти и механизма поворота; 2, 6, 4 — то же при пакетировании.

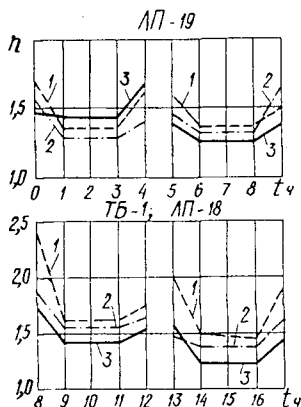
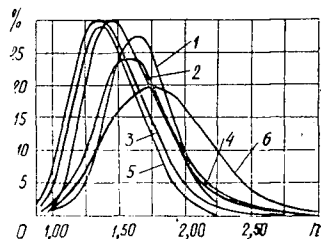


Рис. 2. Наведение рабочего органа лесосечной машины на дерево.

1 — число включений стрелы; 2 — рукояти; 3 — механизма поворота.

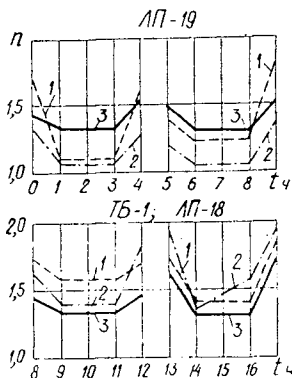


Рис. 3. Режим пакетирования. Обозначения те же, что и на рис. 2.

рукояти при пакетировании по сравнению с наведением на дерево объясняется созданием дополнительных неудобств деревьями, уже лежащими на машине в конике.

Анализ работы операторов валочно-пакетирующих и бесчокерных машин подтвердил уже известные в инженерной психологии положения о работоспособности человека. Работоспособность операторов (рис. 2, 3) значительно изменяется в течение смены и характеризуется несколькими фазами. Первая фаза в начале рабочего дня (с 8 до 9 ч) характеризуется постепенным вхождением операторов в работу. Во второй фазе (с 9 до 11 ч) устанавливается некоторый оптимальный уровень работоспособности, когда операторы на наводку и пакетирование каждого дерева затрачивают примерно постоянное число включений стрелы, рукояти и механизма поворота.

В третьей фазе (с 11 до 12 ч) работоспособность снижается вследствие нарастания утомления. В этот период вновь наблюдается рост воздействий на органы управления. Причем увеличение числа включений элементов манипулятора при наводке и пакетировании дерева в отдельных случаях достигает уровня первой фазы (рис. 2, 3). Во второй половине рабочего дня, после обеденного перерыва, фазы вновь повторяются. Причем у операторов ВПМ послеобеденное вхождение в работу сопровождается в целом несколько меньшими затратами включений стрелы, рукояти и механизма поворота при обработке деревьев, чем в первой и третьей фазах дообеденного периода работы. У операторов бесчокерных машин послеобеденное вхождение в работу сопро-

вождается даже некоторым увеличением числа включений на пакетирование дерева (рис. 3). Вторая послеобеденная фаза (с 14 до 16 ч) характеризуется несколько меньшим количеством воздействий на органы управления по сравнению с дообеденной. Для заключительной третьей фазы (с 16 до 17 ч) вновь наблюдается рост числа включений. Причем в некоторых случаях (рис. 2, 3) к концу смены число включений больше, чем в период вхождения оператора в работу.

Уменьшение числа включений элементов манипуляторов в послеобеденный период на первых двух фазах по сравнению с этими же фазами дообеденного периода объясняется тем, что вследствие небольшого перерыва на обед у операторов почти полностью сохраняются навыки работы и они быстрее входят в работу. Увеличение же числа включений элементов манипулятора к концу рабочего дня объясняется утомлением операторов.

С целью выявления влияния фактора обучаемости на работу операторов лесосечных машин проведен эксперимент с необученными операторами: учащимися специализированного профессионально-технического училища, прошедшими подготовку на трелевочных тракторах ТДТ-55.

Как и следовало ожидать, человек, не прошедший специальной подготовки и не имеющий опыта работы на лесосечных машинах манипуляторного типа, затрачивает большее число включений элементов манипулятора при наводке и пакетировании дерева. Так, в этом случае при наведении на дерево вероятностное среднее число включений стрелы равно 3,33; рукояти — 1,38; механизма поворота — 1,8. Следовательно, фактор обучаемости имеет значение.

Таким образом, динамическая нагруженность лесосечных машин во многом определяется операторской деятельностью и, в частности, числом включений элементов манипулятора. Проведенные экспериментальные исследования позволили установить закономерности в работе операторов, которые могут быть положены в основу создания математической модели человека для исследования и прогнозирования динамической нагруженности лесосечных машин.

Поступила 30 июня 1980 г.

УДК 674.09-791.8

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ГРАДАЦИИ ПРИ СОРТИРОВКЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ПРОЧНОСТИ**

*В. В. ОГУРЦОВ*

Сибирский технологический институт

Определение количества сортовых градаций — важная технико-экономическая задача. Чрезмерная сортовая дробность усложняет технологический процесс производства пиломатериалов: увеличиваются сортирующие линии, растут межоперационные заделы, уменьшается производительность оборудования из-за перенастройки на большее количество сортов и т. д.

Малая сортовая дробность [2] связана с большими потерями конструкционных пиломатериалов при их потреблении. Поэтому при определении количества сортовых градаций их увеличение можно считать целесообразным до тех пор, пока экономический выигрыш

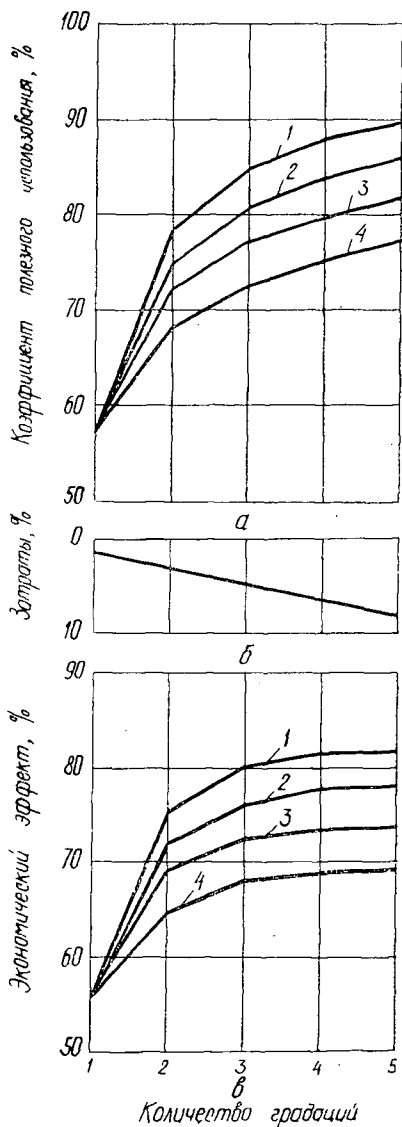


Рис. 1.

а — зависимость КПИ от количества сортовых градаций при вариационном коэффициенте показателя прочности

$V=15\%$  и при значениях  $\frac{\sigma_x}{\bar{x}}$ , равных

0,2 (кривая 1); 0,4 (кривая 2); 0,6 (кривая 3); 1,0 (кривая 4); б — зависимость удельных затрат в сфере производства пиломатериалов от количества градаций; в — зависимость экономической эффективности использования конструктивных пиломатериалов, прошедших прочностную сортировку, от количества сортовых градаций.

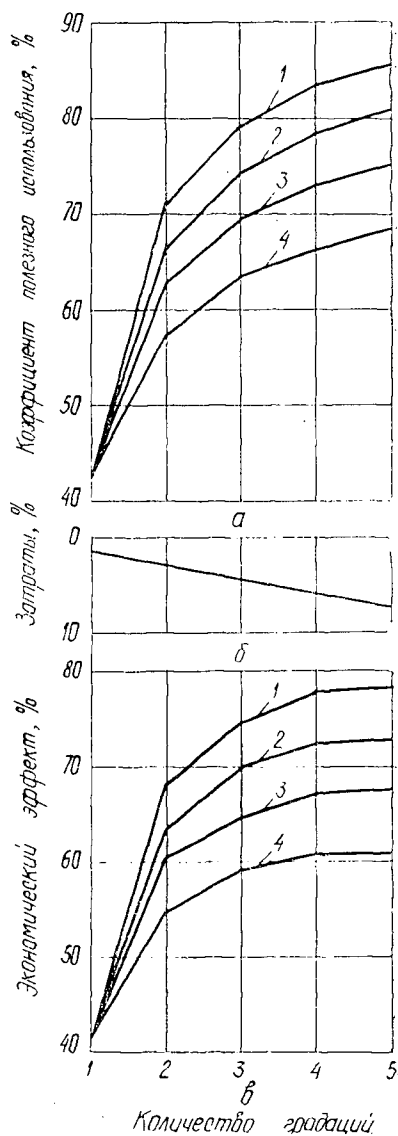


Рис. 2. То же, что на рис. 1 при  $V = 20\%$ .

в сфере потребления конструктивных пиломатериалов заметно перекрывает прирост затрат в сфере их производства.

В работе [1] в качестве показателя степени использования природных механических свойств древесины конструктивных пиломатериалов нами предложен коэффициент полезного использования (КПИ<sub>N</sub>), а в работе [2] найдена его зависимость от комбинации сортовых градаций для случаев сортировки пило-

материалов

материалов на 2, 3, 4 и 5 сортов и для каждого случая определены его максимальные значения.

На рис. 1, а и 2, а представлены зависимости максимальных значений КПИ от количества ( $N$ ) сортовых градаций. КПИ<sub>1</sub> пиломатериалов без предварительной их сортировки получены при расчете выражения КПИ<sub>2</sub> для сортовой градации  $L = M_X - 3\sigma_X$ ; здесь  $M_X$  и  $\sigma_X$  — среднее арифметическое и среднее квадратичное отклонения показателя прочности  $X$ .

Из рис. 1, а и 2, а видно, что сортировка конструкционных пиломатериалов по прочности на две группы ( $N = 2$ ), по сравнению с вариантом их использования без сортировок ( $N = 1$ ), позволяет повысить степень использования природных механических свойств древесины на 10—20 %. Увеличение количества сортов от двух до трех повышает ее еще на 5—6 % и т. д. Хотя с увеличением количества сортов КПИ постоянно возрастает, однако его рост при этом постоянно снижается. Так, увеличение числа сортов от 4 до 5 повышает КПИ примерно на 2 %.

Прирост КПИ можно рассматривать как экономический выигрыш в сфере потребления в процентах от общей стоимости пиломатериалов, прошедших сортировку.

В СССР около 10 млн. м<sup>3</sup> пиломатериалов в год используют в качестве конструкционных, поэтому они нуждаются в прочностной сортировке.

Учитывая среднюю стоимость пиломатериалов и найденные выше приращения КПИ, можно заключить, что внедрение сортировки пиломатериалов на две группы обеспечивает их экономию более чем на 50 млн. р. в год, а увеличение числа сортов от двух до трех дает дополнительно более 25 млн. р. и т. д. (рис. 1, а, 2, а).

Прирост затрат, обусловленных повышением количества сортов в сфере производства конструкционных пиломатериалов, оценим ориентировочно, используя результаты обследования ряда лесопильных предприятий Красноярского края. Установлено (и это согласуется с ранее полученными данными [3]), что затраты на обработку в себестоимости сухих товарных пиломатериалов не превышают 15 %. Около 25 % этих затрат приходится на сортировку по качеству (в основном, на три сорта), длинам и пакетирование пиломатериалов. Следовательно, стоимость операций, в состав которых входит прочностная сортировка, в общей себестоимости пиломатериалов составляет примерно 3,75 %. С внедрением прочностной сортировки без увеличения числа сортов затраты возрастут примерно на 20 % и составят 4,5 %. Учитывая, что эти затраты пропорциональны количеству сортовых групп, а найденная величина их соответствует трем группам, построим график зависимости затрат в сфере производства конструкционных пиломатериалов от количества сортовых градаций (рис. 1, б и 2, б). Нетрудно видеть, что удельные затраты и КПИ имеют одинаковую размерность. Поэтому, суммируя соответствующие ординаты полученных графиков, найдем зависимость экономического эффекта использования конструкционных пиломатериалов, прошедших прочностную сортировку, от количества сортовых градаций (рис. 1, в и 2, в).

Из рис. 1, в и 2, в видно, что внедрение сортировки пиломатериалов по прочности дает большой экономический эффект (от 15 до 40 % от общей стоимости рассортированных пиломатериалов) за счет повышения степени использования природных механических свойств древесины. Его величина зависит от вариационного коэффициента показателя прочности, точности его измерения и количества сортовых градаций. Во всех рассмотренных случаях экономический эффект возрастает при увеличении числа градаций от одной до четырех, дальнейшее их увеличение неэффективно.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что четыре сортовые градации — оптимальное количество при сортировке конструкционных пиломатериалов по прочности. Значения сортовых града-

ций  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$  [1] также имеют оптимумы. Условия оптимальности определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned}M_X &\leq L_1 \leq M_X + \sigma_X; \\M_X - \sigma_X &\leq L_2 \leq M_X; \\M_X - 2\sigma_X &\leq L_3 \leq M_X - 1,5\sigma_X; \\ \sigma_X &\leq L_1 - L_2 \leq 1,5\sigma_X; \\ \sigma_X &\leq L_2 - L_3 \leq 1,5\sigma_X.\end{aligned}$$

Все допущения, принятые ранее при расчете затрат в сфере производства пиломатериалов, вполне правомерны, поскольку абсолютные величины учитываемых затрат, ввиду их малости по сравнению с КПИ, не имеют решающего значения при выборе оптимального числа сортовых градаций. Последнее в основном определяется экспоненциальным характером изменения КПИ.

Таким образом, внедрение сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности позволяет сэкономить от 15 до 40 % пиломатериалов за счет более полного использования их природных механических свойств. Степень использования природных механических свойств во многом зависит от количества сортовых градаций. Оптимальное число градаций — 4.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Огурцов В. В. Коэффициент полезного использования конструкционных пиломатериалов как критерий оптимизации процесса их сортировки по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 4. [2]. Огурцов В. В. Определение оптимальных величин градаций при сортировке конструкционных пиломатериалов по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 5. [3]. Турушев В. Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1977.

Поступила 21 января 1980 г.



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 65.012.2 : 630\*79

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ПЛАНОВ  
В ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИИ**

*Е. С. РОМАНОВ*

Архангельский лесотехнический институт

Мобилизующее значение планов во многом определяется степенью их напряженности. Опыт снова и снова показывает, что установление чрезмерно напряженного плана сразу лишает работников стимулов к его выполнению. Легкие, заниженные планы тоже не вызывают творческого энтузиазма, а повторяясь из года в год, совершенно притупляют инициативу. Поэтому поиск оптимальной напряженности — дело исключительно важное и в то же время весьма непростое.

Каждая вышестоящая организация должна так распределить плановые задания между подчиненными, чтобы эти задания были равными и напряженными для каждого предприятия. Именно для каждого, а не для всех одинаково. Если, например, поставить задачу: всем предприятиям снизить затраты на 1 р. товарной продукции на 1 %, то для одних предприятий эта задача окажется легкой, а для некоторых, возможно, и непосильной. Не оправдывает себя и другая «стратегия» планирования, когда сильным предприятиям из года в год устанавливаются напряженные планы, а слабым заниженные: первые рано или поздно срываются, а вторые, как правило, так и не улучшают работу.

Довольно типичная ситуация приведена в таблице. Из десяти производственных объединений Архангельсклеспрома лишь двум план был установлен выше отчета прошлого года; двум — Плесецклесу и Онегалесу — на уровне отчета и остальным шести — ниже факта прошлого года. Именно эти последние (кроме Няндомлеса) оказались «лучшими». Хуже других работали как раз те два объединения, где план был дан выше отчета прошлого года (правда, абсолютно худший показатель — у Плесецклеса, где план был практически

**Напряженность плана  
выпуска товарной продукции  
и его выполнение**

Производственное объединение	План 1978 г. к отчету 1977 г., %	Фактически за 1978 г., % к плану 1978 г.
Ленсклес	92,6	102,3
Верхнетоемсклес	92,4	100,5
Березниклес	98,9	100,1
Карпогорлес	98,2	100,2
Устьянсклес	101,6	93,2
Вельсклес	101,6	93,5
Коношалес	92,1	100,9
Няндомлес	98,2	95,7
Плесецклес	99,9	89,0
Онегалес	99,9	94,0

равен отчету прошлого года). Коэффициент корреляции между степенью напряженности плана и его выполнением оказался  $-0,756$ . Высокое его значение говорит о тесной связи, а знак минус — о том, что эта связь — обратная, т. е. выполнение плана тем выше, чем меньше его напряженность. Общий итог таблицы и коэффициента корреляции таков, что плановые задания производственным объединениям были установлены необъективно. В таблице заслуживает внимания и то, что нет объединений, где бы процент выполнения плана был 99—96. Боль-

шой отрыв неудачников от 100 % означает, что они не верили в реальность плана и рано прекратили борьбу за него.

Конечно, сравнение плана с отчетом прошлого года не дает исчерпывающего представления о напряженности плана. «Пятилетние и годовые планы производственных объединений (предприятий) и организаций составлять на основе экономических и инженерных расчетов, не допуская установления плановых заданий только из сложившейся динамики соответствующих показателей», — говорится в июльском (1979 г.) постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы».

Для оценки напряженности планов сейчас разработана специальная система показателей, включающая: темпы роста выпуска продукции; темпы роста производительности труда по сравнению с предшествующим периодом; долю прироста продукции за счет роста производительности труда; соотношение темпов роста производительности труда и его фондовооруженности; коэффициент использования проектной (для новых предприятий) или расчетной производственной мощности; коэффициент сменности; увеличение фондоотдачи; снижение материалоемкости продукции; темпы снижения затрат на 1 р. товарной продукции и прирост прибыли за этот счет; повышение качества продукции [1—3].

Как видим, почти все показатели выражают степень улучшения той или иной стороны деятельности по сравнению с прошедшим периодом. Но с каким: с предшествующим годом, некоторым базисным или еще каким-либо другим, — этот вопрос пока не решен.

Совершенно ясно, например, что установление планов, напряженных по сравнению с предшествующим годом, во многих коллективах порождает мысль, что не стоит работать в полную силу в данном году, иначе план на следующий год будет еще тяжелее.

Сравнение с базисным годом более оправдано. Сейчас, например, большинство текущих показателей сравнивают с фактическими показателями последнего года предыдущей пятилетки — 1975-го. В IX пятилетке базисным был 1970 г.

Зная об этом, разные коллективы ведут себя по-разному в последнем году пятилетки: одни наращивают темп, как спортсмен на финише, стараясь достойно завершить пятилетку, другие (их намного меньше, но они есть) считают более «мудрым» притормозить, во всяком случае не раскрывать всех своих возможностей и тем обеспечить себе более «приемлемую» базу на грядущую пятилетку.

В лесозаготовительной промышленности, подверженной влиянию погодных факторов, базисный год может оказаться «нетипичным», т. е. или очень трудным, и тогда «база» будет слаба, или особо благоприятным, и тогда базу не только превзойти, но и повторить будет трудно.

Нельзя считать безусловно объективным и принятие за базис плановых показателей базисного года (как, например, при образовании фонда материального поощрения). Все-таки это показатели за один год.

Наиболее объективно, на наш взгляд, сравнивать показатели планируемого года со среднегодовым уровнем за три предшествующих года или три последних года прошлой пятилетки. Например, плановые (а затем и фактические) показатели 1983 г. сравнивать со среднегодовым показателем за 1980—1982 гг. или за 1978—1980 гг. Еще один вариант базиса — среднегодовой уровень за всю предшествующую пя-

тилетку. В лесоэксплуатации такие виды базиса были бы, несомненно, объективнее, чем за один год. Это хорошо согласуется и с установкой нового постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР оценивать выполнение плана на всех уровнях хозяйственного управления нарастающим итогом с начала пятилетки.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Методические указания к разработке государственных планов народного хозяйства СССР. — М.: Экономика, 1974, с. 50—51. [2]. Методические указания о порядке определения напряженности планов/ М-во лесн. и деревообр. пром-сти СССР, 1980. — 8 с. [3]. Типовая методика разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината), предприятия. — М.: Экономика, 1979, с. 13.

Поступила 7 июля 1980 г.

УДК 630\*907 : 65.012.2

## О КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛЯХ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ЗОН ОТДЫХА

Я. В. ОСТАПЕНКО

Львовский лесотехнический институт

В последние годы проблема использования лесных насаждений в рекреационных целях приобрела исключительную актуальность. Появилось немало интересных работ, в которых затрагиваются вопросы организации рекреационного природопользования, в частности, рекреационного лесопользования (РЛП). Особенно большое внимание в этих работах уделено влиянию антропогенных факторов на биогеоценозы, определению дигрессии лесов в результате интенсивного посещения их отдыхающими [2—6, 9, 11—19, 22, 23].

Гораздо меньше исследованы экономические аспекты данной проблемы [1, 7, 8, 10, 20, 21], в частности, почти отсутствуют работы по перспективному планированию в этой немаловажной области человеческой деятельности. В то же время в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 июля 1979 года «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы» подчеркивается необходимость совершенствования планирования во всех сферах производства. Учитывая все возрастающее число людей, желающих воспользоваться кратковременным или продолжительным отдыхом на лоне природы, и необходимость соблюдения при этом требований охраны окружающей среды, очень важными представляются вопросы научно обоснованного планирования рекреационного лесопользования. Особая роль принадлежит перспективным планам, которые, как известно, становятся сейчас основной формой народнохозяйственного планирования. Именно перспективные планы, на наш взгляд, должны стать одним из важных средств совмещения требований охраны природы с потребностями общества в использовании природных ресурсов, в том числе в лесных зонах отдыха.

Чрезвычайно важный и весьма сложный вопрос — выбор критерия эффективности. Такой критерий должен учитывать множество факторов и соответствовать народнохозяйственным интересам. По нашему мнению, он должен удовлетворять, как минимум, трем условиям: максимально возможной по времени (практически приближающейся к беско-

нечности) продолжительности пользования рекреационной территорией (зоной); максимальному рекреационному эффекту; минимальным затратам природного потенциала и труда, необходимым для организации РЛП.

Названным условиям наиболее полно соответствует, с нашей точки зрения, критерий максимизации эколого-экономического эффекта, обоснованный проф. Ю. Ю. Тупыцей.

Данный критерий предполагает необходимость достижения устойчивого во времени максимального экономического эффекта при минимальном расходовании экологического потенциала и минимальных нарушениях условий окружающей природной среды. Он предполагает учет не только положительного экономического эффекта природопользования (в данном случае — рекреационного лесопользования), но и отрицательного эффекта, образующегося в результате этой деятельности незамедлительно или спустя определенное время.

Как нам представляется, сформулированный критерий максимизации эколого-экономического эффекта при минимизации затрат труда и природных ресурсов должен быть принят в качестве необходимой методологической предпосылки организации перспективного планирования лесных зон отдыха.

В соответствии с данным критерием, в перспективных планах региона следует предусматривать размещение зон отдыха в таких количествах, размерах и формах, которые обеспечивали бы максимально возможную продолжительность функционирования этих зон в целях полного удовлетворения спроса на рекреационные услуги при минимальных нарушениях экологических условий.

В Черкасской области УССР имеется определенный опыт в этом деле. В настоящее время в каждом городе и большинстве поселков созданы в той или иной форме рекреационные зоны для кратковременного отдыха. Достаточно назвать такие известные в стране объекты, как архитектурный комплекс для подъема к могиле Т. Г. Шевченко в г. Каневе, парк 50-летия Великого Октября в г. Черкассах, создатели которого удостоены Государственной премии УССР им. Т. Г. Шевченко в 1979 г., памятник природы «Богданова гора» в г. Чигирине. Наряду с этим, в области функционирует обширная зона отдыха «Сокирно», размещенная в Черкасском бору, где ежегодно отдыхает более 70 тыс. человек. Черкасский бор площадью 36,2 тыс. га представляет собой сосново-дубовые насаждения на правом берегу Кременчугского водохранилища. В данной зоне исключительно благоприятные условия для организации РЛП.

Нами под руководством проф. Ю. Ю. Тупыцы предпринята попытка обосновать такую систему показателей, с помощью которых можно было бы оценить степень совершенства перспективного плана развития той или иной зоны отдыха, его соответствие приведенному выше критерию максимизации эколого-экономического эффекта. К ним относятся: 1) общая площадь территории, пригодной для рекреационных целей; 2) рекреационная емкость территории (число отдыхающих в единицу времени); 3) степень использования рекреационной емкости территории по ее экологическим возможностям, определяемая отношением фактического числа рекреантов на данной территории к предельно допустимому по экологически обоснованным нормативам; 4) степень использования рекреационной территории по времени, определяемая отношением числа человеко-дней пребывания рекреантов на данной территории к номинально возможному за год; 5) степень дигрессии природной среды в результате ее рекреационного использования, опре-

деляемая отношением состояния природной среды по доступным для количественного измерения признакам к ее состоянию на эталонных участках, не используемых для целей рекреации; 6) число рекреационных строений (палатки, одноэтажные домики, капитальные здания, в том числе предназначенные для размещения рекреантов и подсобно-вспомогательные); 7) площадь, непосредственно занятая под строениями; 8) площадь дорожно-тропиночной сети; 9) объем капитальных вложений, в том числе на сооружение зданий для непосредственного размещения рекреантов и зданий подсобно-вспомогательного назначения; 10) стоимость основных фондов на 100 отдыхающих; 11) срок окупаемости капитальных вложений, определяемый по типовой методике; 12) численность обслуживающего персонала, в том числе по основным видам работ; 13) общий фонд заработной платы обслуживающего персонала; 14) эксплуатационные расходы; 15) отчисления органам лесного хозяйства на возмещение ущерба в данной отрасли, вызванного РЛП; 16) прочие текущие затраты на организацию рекреационного обслуживания; 17) годовой товарооборот отраслей обслуживания в рекреационной зоне; 18) годовая прибыль от РЛП, в том числе от реализации путевок и в сфере обслуживания; 19) расходы рекреантов на поездки к месту отдыха, зависящие от удаленности рекреационной зоны от центров сосредоточения населения (определяются по действующим тарифам); 20) рекреационный эффект, определяемый повышением уровня производительности труда за счет оздоровления трудящихся и другими социальными факторами, поддающимися количественному измерению; 21) интегральный эколого-экономический эффект, определяемый суммой положительного и отрицательного эффектов, достигаемых в результате РЛП.

Приведенная система показателей позволит, по нашему мнению, разрабатывать перспективные планы организации и развития лесных зон отдыха, которые, кстати, должны составляться не на 10, а на 25—30 лет в соответствии с генпланами развития населенных пунктов. Разумеется, что эти оптимальные планы будут разрабатываться с применением ЭВМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Андучевич О. Н. Методика экономической оценки рекреационных функций леса. — Лесн. хоз-во, 1978, № 5, с. 13—16. [2]. Атрохин В. Г., Михайлов Л. Е. Использование лесов в рекреационных целях. — Лесн. хоз-во, 1974, № 7, с. 9—19. [3]. Барков В. Г. Как сохранить лес в местах массового отдыха. — Лесн. хоз-во, 1970, № 8, с. 82. [4]. Белов С. В. Количественная оценка гигиенической роли леса и нормы лесов зеленых зон: Методическое пособие. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1964. [5]. Бурдюнас А. Р. Антропогенная дигрессия лесов в густонаселенных районах. — В кн.: Вопросы охраны ботанических объектов. Л.: Наука, 1971, с. 48—53 (АН СССР, ВБО). [6]. Бяллович Ю. П. Методические рекомендации по структуре систем береговых лесов, обеспечивающей возможность рекреационного использования водохранилищ. — Харьков, 1976. — 24 с. [7]. Васильев П. В. Экономика использования и воспроизводства лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1963. — 294 с. [8]. Власюк В. Н. К вопросу экономической оценки санитарно-гигиенической роли леса: Тез. науч. конф. — Каунас, 1974, с. 65—68. [9]. Гальперин М. И. Организация хозяйства в пригородных лесах. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 232 с. [10]. Гофман К. Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики: Вопросы теории и методологии. — М.: Наука, 1977. [11]. Данфельд П. А. Об организации лесного хозяйства в зеленых зонах городов. — Лесн. хоз-во, 1952, № 7, с. 23—27. [12]. Емельянов Н. Я. О нормативах зеленых зон. — Лесн. хоз-во, 1969, № 5, с. 21—22. [13]. Зеленский Н. Н., Жижин Н. П. Влияние рекреационных нагрузок на культуру лиственницы европейской в западных областях УССР. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 1, с. 38—41. [14]. Казанская Н. С., Калаткарлова О. А. Опыт изучения изменения лесов под влиянием рекреационного использования (на примере ельников Учин-

ского лесопарка). — В кн.: Географические проблемы организации отдыха и туризма. М.: ИГАН, 1969. [15]. Казанская Н. С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1972, № 1, с. 52—60. [16]. Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенин Н. Н. Рекреационные леса: Состояние, охрана и перспективы использования. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. [17]. Костровицкий А. Системный подход к исследованиям рекреации. — В кн.: Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. М.: Прогресс, 1977, с. 249—268. [18]. Машинский Л. О. Проблемы устойчивости лесных насаждений к рекреационным нагрузкам: Тез. докл. республ. науч.-техн. конф. «Формирование и охрана ландшафта». — Минск, 25—26 апреля 1972. [19]. Тедер Х. О. Охрана лесов в местах массового отдыха. — Лесн. хоз-во, 1972, № 5, с. 63—67. [20]. Тулыця Ю. Ю. Принципы эколого-экономической оценки использования лесных ресурсов. — Лесн. хоз-во, 1974, № 6. [21]. Тулыця Ю. Ю. Эколого-экономическая эффективность природопользования. — М.: Наука, 1980. [22]. Чиждова В. П. Применение системного подхода к изучению рекреационной дигрессии природных территориальных комплексов. — Вестн. Моск. ун-та, 1974, № 1. [23]. Чиждова В. П. Рекреационная нагрузка в зонах отдыха. — М.: Лесн. пром-сть, 1977.

---

Поступила 8 августа 1980 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 631.573 : 674.031.632.122

О СТРОЕНИИ  
КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ГРАБА ОБЫКНОВЕННОГО

Н. М. ГУЗЬ

Львовский лесотехнический институт

Граб обыкновенный — ценная сопутствующая древесная порода смешанных дубово-грабовых культур в лесах УССР, где его насаждения составляют более 150 тыс. га [1]. Для успешного создания смешанных насаждений и правильного ведения хозяйства в них необходимо всесторонне изучить биологию и экологию участвующих в смешении растений, их взаимоотношения. Это возможно при условии выполнения глубоких исследований не только надземной части деревьев, но и их корневых систем. В настоящее время корневая система граба изучена недостаточно, вследствие большой трудоемкости работ. Имеющиеся в литературе сведения противоречивы и не дают четкого представления о строении корневых систем граба. Одни исследователи отмечают поверхностное распространение его корней и отсутствие стержневого корня [7], другие в качестве характерной особенности отмечают наличие стержневого корня [4, 6, 8].

Цель нашей работы — исследование корневой системы граба в лесных культурах Правобережной лесостепи УССР, одного из районов с оптимальными для произрастания данной породы условиями [8].

Объект исследований — смешанные разновозрастные дубово-грабовые культуры Гайсинского ЛХЗ Винницкой области. Культуры созданы посадкой двухлетних сеянцев дуба на лесосеке, возобновившейся грабом порослевого и семенного происхождения. Схема посадки 6 × 0,5 м; состав насаждений 7ГЗД; полнота 1,0; средняя высота дуба — 7,4 м, граба — 6,9 м; средний диаметр 6,3 и 4,2 см; общий запас 38 м<sup>3</sup>/га; класс бонитета I; тип почвы — серая лесная, подстилаемая лессом; тип лесорастительных условий — Д<sub>2</sub>.

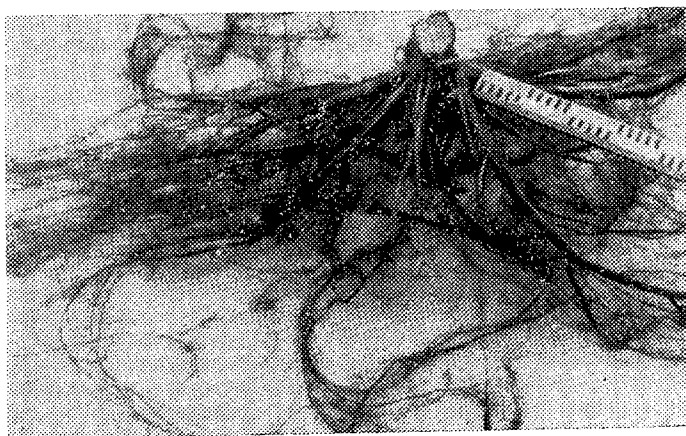
Изучали корневые системы 15-летних модельных деревьев граба семенного происхождения, отобранных по методике М. И. Калинина [2, 3] для трех групп роста — лучших, средних и отстающих, выделившихся в процессе естественной дифференциации насаждения. Группы роста выделяли по данным сплошного перечета. Для каждой из них отбирали модельное дерево, среднее по площади сечения, имеющее типичное строение надземной части. Таким образом было отобрано три модельных дерева. Расчетные модели подбирали в одной биогруппе, что позволило одновременно препарировать их корневые системы методом отмывки мотопсмпой МП-800Б.

Для исследования размещения корней по глубине и горизонтам почвы были заложены почвенные монолиты по методике Н. А. Качинского в модификации П. С. Погребняка [5]. Основание монолитов 0,5 × 0,5 м, глубина 150 см. Для получения достоверных данных монолиты закладывали в ряду дуба (4 шт.) и в междурядьях на всю их ширину (12 шт.).

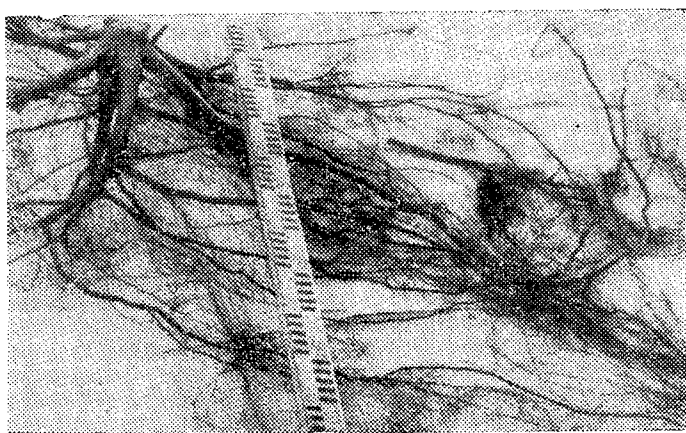
Как показали исследования, корневая система граба состоит из горизонтальных корней и стержневого корня с ответвлениями последующих порядков (вертикальных корней). Соотношение массы и протяженности корней групп горизонтальной и вертикальной ориентации приведено в таблице.

Группа роста деревьев	Масса корней, кг	Из них корней, %, ориентированных		Общая протяженность корней, м	Из них корней, %, ориентированных	
		горизонтально	вертикально		горизонтально	вертикально
Лучшие	4,28	91,2	8,8	433,1	92,9	7,1
Средние	2,45	82,4	17,6	345,1	91,9	8,1
Отстающие	0,29	69,2	34,8	104,2	85,8	14,1

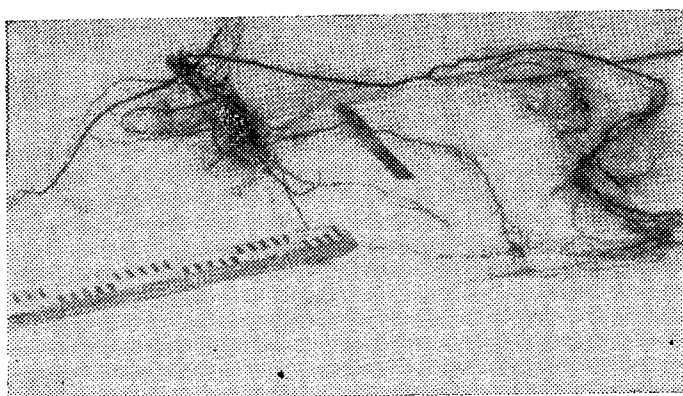
Данные таблицы свидетельствуют о том, что, несмотря на наличие стержневого корня, горизонтальная часть корневой системы граба явно доминирует как по массе,



*a*



*б*



*в*

Рис. 1. Корневая система граба обыкновенного.  
*a* — лучшего роста; *б* — среднего роста; *в* — отстающего.



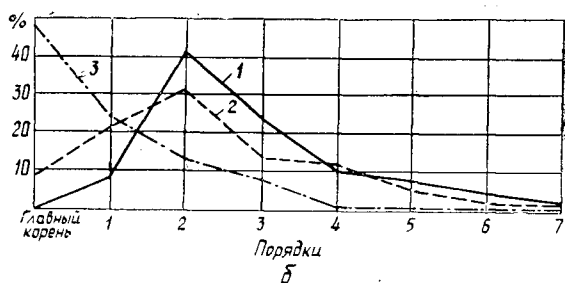
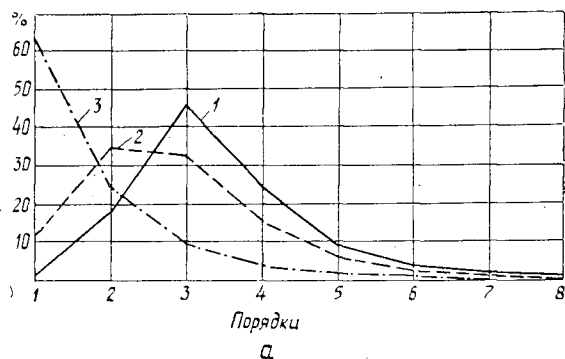


Рис. 2. Распределение корней граба по порядкам ветвления.

а — горизонтальных корней; б — вертикальных корней;  
1 — число; 2 — длина; 3 — масса.

так и по протяженности у деревьев всех групп роста. При этом у деревьев более слабого роста наблюдается увеличение относительного участия корней вертикальной ориентации в общей их протяженности и массе. Это явление, очевидно, вызвано тем, что с ухудшением условий ослабление роста корней горизонтальной ориентации проявляется в значительно большей степени, чем стержневых.

В общей массе, протяженности и количестве корней деревьев граба, в зависимости от их положения в насаждении, имеются существенные различия. Корневые системы лучших деревьев имеют значительно большую массу и протяженность, чем корни средних и отстающих в росте (рис. 1). Степень разветвленности корней также находится в прямой зависимости от развития дерева. Так, у лучших деревьев некоторые корни ветвятся до 8-го, у средних — до 7-го, а у отстающих в росте — только до 6-го порядка.

Горизонтальная часть корневой системы граба представлена корнями 1-го порядка с ответвлениями 7—8-го порядков. Отдельные корни 1-го порядка к 15-летнему возрасту достигают длины 5,9 м. Общая протяженность корней деревьев лучшего роста более 400 м на одно дерево. В общей протяженности горизонтальных корней преобладают корни 2-го порядка, в массе — 1-го, а по числу — 3-го (рис. 2). Вертикальная часть корневой системы исследуемого вида представлена стержневым (главным) корнем с ответвлениями до 7-го порядка. Распределением корней вертикальной направленности по порядкам ветвления установлено, что в общей протяженности преобладают корни 2-го порядка, в массе — главные, а по числу — корни 2—3-го порядков. Стержневые корни проникают в почву на глубину от 1,1 м у отстающих в росте до 1,9 м у деревьев лучшего роста.

Анализ распределения корней граба по слоям почвы показал, что наибольшее количество их по массе сосредоточено в слое почвы 10—25 см (55,3 %), а по длине — в верхнем 10-сантиметровом слое (50,7 %).

Всего в слое почвы 25 см сосредоточено 83,9 % массы и 70,3 % длины корней граба.

Таким образом, несмотря на наличие стержневого корня, проникающего на глубину до 2 м, основная масса корней граба в 15-летнем возрасте находится в верхнем 25-сантиметровом слое.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Генсирук С. А. Леса Украины. — М.: Лесн. пром-сть, 1975, — 280 с.  
 [2]. Калинин М. И. Корневые системы деревьев и повышение продуктивности леса. — Львов: Вища школа, 1975. — 175 с. [3]. Калинин М. И. Моделирование лесных насаждений: Биометрия и стереометрия. — Львов: Вища школа, 1978. — 207 с.  
 [4]. Кучерявых Е. Г. Взаимодействие корневых систем древесных и кустарниковых пород в различных почвенно-климатических условиях степи УССР. — Науч. тр./УкрНИИЛХА, 1956, вып. 18, с. 49—61. [5]. Погребняк П. С. Дослідження ґрунтів і корневих систем у дібровах. — Праці ін-ту лісівництва АН УРСР, 1949, т. 1, с. 10—68. [6]. Пятницкий С. С. Курс дендрологии. — Харьков, 1966. — 422 с. [7]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1955. — 599 с. [8]. Харитонович Ф. Н. Биология и экология древесных пород. — М.: Лесн. пром-сть, 1968. — 304 с.

УДК 528.77 : 630\*

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТОНОВ И ЦВЕТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЛЕСНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОСНИМКОВ

Я. Я. ПЕТРОВ

Воронежский лесотехнический институт

Тон и цвет — главные дешифровочные признаки лесных объектов на аэроснимках. Однако до настоящего времени нет их классификации.

Используемые шкалы тонов и цветов А. С. Бондарцева\* не подходят для дешифрирования аэроснимков, так как разработаны для определения тонов и цветов грибов, которые имеют совершенно иную тональную и цветовую характеристику, чем насаждения и различные категории площадей.

В связи с этим была поставлена задача — разработать классификацию тонов и цветов для целей лесного дешифрирования аэроснимков. Были изучены характерные тона и цвета лесных объектов на аэроснимках и проанализированы существующие классификации. Наиболее тщательному анализу были подвергнуты шкалы тонов и цветов А. С. Бондарцева.

Шкалы исследованы в следующих направлениях:

- 1) степень охвата тонами или цветами лесных объектов на аэроснимках;
- 2) простота классификации;
- 3) общепонятность названий тонов или цветов;
- 4) простота их определения и запоминания.

Отмечено, что классификации Ламберта, Рунге, Менселла и Оствальда, ввиду сложности и отсутствия необходимых цветов, непригодны.

Шкала цветов А. С. Бондарцева имеет следующие недостатки:

- а) большая дробность (105 цветов);
- б) мало зеленых, желтых и оранжевых цветов, т. е. основных цветов лесных объектов;
- в) цвета в шкале не классифицированы, поэтому пользоваться ею трудно;
- г) названия цветов сложны и непонятны, их трудно определить и запомнить.

Имеющиеся шкалы тонов излишне многоступенчаты. Шкала тонов Оствальда содержит 16 ступеней, Менселла — 9, Московского института психологии — 24. Поэтому данные шкалы тонов также мало пригодны для целей лесного дешифрирования.

Для тональной характеристики лесных объектов на черно-белых аэроснимках предлагается пятиступенчатая шкала тонов. В нее входят следующие тона: белый, светло-серый, серый, темно-серый и черный. Большой дробности не требуется, так как тона не только в маршрутах, но и в пределах аэроснимков сильно варьируют.

Достоинства данной шкалы: 1) конкретность тонов; 2) понятность названий; 3) охват главных тональных характеристик лесных объектов на черно-белых аэроснимках.

Для характеристики цветов на спектрональных аэроснимках, отпечатанных как на трехслойной, так и на двухслойной цветной фотобумаге, рекомендуется таблица цветов. Все цвета разбиты на четыре группы: 1) зеленые; 2) желтые, оранжевые и красные; 3) коричневые; 4) белые, синие и черные. Каждая группа состоит из трех близких цветов, которые, за исключением белого и черного, могут быть светлыми и темными. Названия цветов однозначные или двойные. Второй цвет — основной, а

\* Бондарцев А. С. Шкала цветов. — М.: АН СССР, 1954.

## Шкала цветов

Название цветов			Группы цветов (объекты лесного дешифрирования)
Желто-зеленый	Зеленый	Сине-зеленый	Зеленые (хвойные породы. Нелесные и не покрытые лесом лесные площади)
Желтый	Оранжевый	Красный	Желтые, оранжевые и красные (береза, осина. Нелесные и не покрытые лесом лесные площади)
Желто-коричневый	Оранжево-коричневый	Коричневый	Коричневые (дуб, ольха)
Белый	Черный	Синий	Белые, черные и синие (воды)

первый — его оттенок. Например, желто-зеленый цвет означает зеленый цвет с желтым оттенком. Если название цвета двойное и он еще светлый или темный, тогда название будет тройным. Например, светлый желто-зеленый.

Достоинства данной таблицы цветов: 1) охват всех наиболее встречающихся на спектрональных аэроснимках цветов лесных объектов; 2) простота классификации; 3) общепонятность названий цветов; 4) простота их определения и запоминания.

Применение предлагаемой классификации тонов и цветов будет способствовать облегчению их определения и идентичности наименований, что позволит улучшить дешифрирование лесных объектов как на черно-белых, так и на спектрональных аэроснимках.

УДК 630\*114.444 : 630\*114.12

## ВЛАЖНОСТЬ НИЗИННОГО ТОРФА И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ

А. А. ШУРЕВИЧ

БелНИИЛХ

Изучение влажности корнеобитаемых слоев залежи и ее изменения при обработке почвы имеет важное значение в выборе способа лесокультурного освоения осушенных болот. Наши исследования проведены на осушенном низинном болоте в Василевичском лесхозе Гомельской области. Объект представляет собой куртинно закустаренный и закорчененный сенокос низкого качества с одиночно растущими молодыми деревьями березы пушистой. Естественное возобновление древесных пород практически отсутствует. Так, на 1 га имелось только 30 берез. Почва торфяно-болотная, развивающаяся на древесно-осоковом торфе высокой степени разложения (35—40%), подстилаемом супесью легкой песчанистой, переходящей в песок связный мелкозернистый оглеенный. Мощность торфа варьирует от 90 до 125 см. Водный режим характеризуется избытком влаги весной и в конце октября.

Почва подготовлена в сентябре 1967 г. на одной половине площади без удаления кустарников и мелкокося, на второй — после их сплошной корчевки. Расчистка участка выполнена корчевателем-собирателем на базе трактора ДТ-55. На раскорчеванной площади почва подготовлена созданием двуластных валов и сплошной вспашкой, на закустаренной — нарезкой пластов и созданием валов. На обоих вариантах в качестве контроля создавали культуры без подготовки почвы (целина). Валы формировали плугом ПКЛ-70, а сплошную вспашку и нарезку пластов проводили плугом ПБН-75. На всех указанных вариантах произведена весной 1968 г. ручная посадка культур сосны, ели, ольхи черной, березы и осины.

Влажность определяли круглогодично в течение трех лет весовым методом путем взятия ненарушенных образцов торфа из стенок шурфа на глубине 5—10 (зона максимального распространения корней) и 40—50 см (зона максимального проникновения корней) от поверхности почвы. С апреля по октябрь определения проводили подекадно, с ноября по март — один раз в месяц. Повторность трехкратная. Образцы брали на расстоянии 50 м от канавы в одном и том же месте.

Наблюдения за динамикой влажности корнеобитаемого слоя почвы показывают, что ее изменения связаны с погодными условиями всего года и вегетационного периода. Содержание влаги постепенно падает от весны к сентябрю, затем несколько повышается в течение осени. Наибольшие изменения наблюдаются в слое 5—10 см, где возможны колебания от полного насыщения до уровня завядания. Выше уровня грунтовых вод влажность торфа всегда возрастает с глубиной. Эта закономерность сохраняется круглогодично.

Анализируемые способы подготовки почвы оказывают существенное влияние на содержание влаги в поверхностном слое почвы. Так, ненарушенная целина обычно более увлажнена. Вспашка и уничтожение естественной растительности ведет к увеличению запасов почвенной влаги как вследствие повышения общей порозности, так и уменьшения суммарного испарения, несмотря на то, что продолжительность затопления во всех случаях примерно одинакова. На глубине 40—50 см в 1968 г. оно длилось почти 7, а в 1960 г. — 10 мес.

Создание микроповышений способствует уменьшению влажности обработанной почвы, особенно на пластах и валах на закустаренной площади. После освобождения гребней пластов от паводкового затопления почва быстро подсыхает, существенно снижается влажность, которая в засушливые периоды второй половины лета падает ниже границ завядания. Подобное пересыхание торфяного субстрата на глубине 5—10 см наблюдается и на валах. Влажность подпахотной толщи (40—50 см) в обоих вариантах продолжает оставаться высокой, незначительно отличаясь от влажности целины.

Раскорчевка площади ведет к увеличению влагообеспеченности почвы. Так, на глубине 5—10 см валов влажность в вегетационный период 1968 г. колебалась от 491 до 291 %, в 1969 г. — от 504 до 351 % и в 1970 г. — от 520 до 380 %; на целине она составила соответственно от 658 (полное насыщение) до 225; 658—309 и 658—358 %. Весной и в начале лета влажность здесь меньше, благодаря более низкому стоянию уровней грунтовых вод и мощному развитию растительности, в середине и конце вегетации несколько выше, вследствие отеняющего влияния усыхающего травостоя. Однако после выпадения значительных дождевых осадков в верхнем горизонте целины влажность повышается быстрее, чем в насыпной части валов, что связано со стеканием их с микроповышений и повышенным задержанием густым травостоем, развивающимся на последних. На валах слабее увлажняется и подпахотный горизонт (40—50 см), так как он подвергается меньшему затоплению. Поэтому при этом способе подготовки почвы для жизни основных лесобразователей создаются наиболее благоприятные условия (табл. 1).

Таблица 1

Порода	Возраст посадочного материала, лет	Сохранность 5-летних культур, %			
		Расчищенная площадь		Закустаренная площадь	
		Создание валов	Вспашка	Создание валов	Нарезка пластов
Ель	3	92	39	73	60
Береза	2	93	82	85	74
Сосна	1	87	70	64	53
Ольха	1	75	70	71	67
Осина	2	5	15	4	9

Примечание. Возраст культуры сосны — 3 года. На целине культуры погибли.

Таблица 2

Способ обработки почвы	Глубина взятия образца, см	r	Уравнение связи
Целина	5—10	-0,92	$y = 125,3 + (-0,19)x$
Расчищенная площадь:	5—10	-0,87	$y = 220,4 + (-0,38)x$
		-0,88	$y = 299,7 + (-0,44)x$
		-0,79	$y = 94,9 + (-0,16)x$
Закустаренная площадь:	5—10	-0,79	$y = 113,0 + (-0,15)x$
		-0,66	$y = 79,3 + (-0,11)x$

Влажность торфяной почвы в вегетационный период зависит от глубины залегания грунтовых вод. В зоне капиллярного подъема воды связь между уровнями грунтовых вод и влажностью торфяного субстрата при разных способах обработки почвы довольно тесная. Результаты обработки трехлетних данных на ЭВМ приведены в табл. 2.

Таким образом, влажность почвы верхнего слоя находится в прямолинейной обратной зависимости от уровня грунтовых вод. На глубине 40—50 см связь нарушается, что вызвано частым затоплением этого горизонта. Но для валов, где зеркало вод стоит глубже этой зоны, коэффициенты корреляции довольно высоки.

Влажность торфа изменяется также в зависимости от способа его обработки. Оптимальный для растений водный режим наблюдается на валах, созданных на осушенных низинных болотах, полностью раскорчеванных от кустарника и мелколесья. Несмотря на насыпной характер и значительное превышение этих микроповышений над поверхностью болота, пересыхания верхнего корнеобитаемого слоя торфа не наблюдается.

УДК 630\*526

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ НА УЧАСТКЕ СУХОПУТНОЙ СОРТИРОВКИ БРЕВЕН ПЕРЕД ЛЕСОПИЛЬНЫМ ЦЕХОМ

А. П. БРАГИН

Архангельский лесотехнический институт

Сортировка бревен перед их распиловкой приводит к необходимости создания межоперационного запаса сортированных бревен и к увеличению объемов их обработки. Это увеличение связано с появлением дополнительной операции — подачи части сырья на участок накопления сортированных бревен до обеспечения их непрерывной распиловки в течение заданного времени (упряга). При равенстве объемов поступившего сырья к участкам сортировки и распиловки часть сырья проходит перевалку через накопительный участок и таким образом дважды находится в обращении: вначале при подаче от сортировочного устройства на участок накопления, а затем при подаче с участка накопления к лесопильному цеху (рис. 1) [2]. Полный объем сырья, обрабатываемого между участками сортировки и лесопильным цехом, необходимо знать для расчета потребного количества подъемно-транспортных машин.

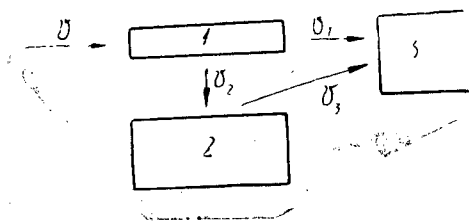


Рис. 1. Движение бревен при сортировке.

1 — сортировочный транспортер; 2 — участок накопления сортированных бревен; 3 — лесопильный цех.

Полный объем обрабатываемых бревен можно определить по формуле

$$V = \eta v \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1)$$

где  $v$  — объем бревен, транспортируемых к лесопильному цеху для распиловки в единицу времени;

$\eta$  — коэффициент увеличения объема бревен, переваливаемых на участке сортировки.

Задача сводится к расчету коэффициента  $\eta$ .

Полный грузопоток бревен в единицу времени согласно схеме, представленной на рис. 1, можно представить в виде:

$$V = v_1 + v_2 + v_3 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2)$$

а коэффициент увеличения грузопотока

$$\eta = V/v. \quad (3)$$

Здесь  $v_1$  — объем бревен, поступающих от сортировочного устройства к лесопильному цеху для распиловки;

$v_2$  — объем бревен, поступающих от сортировочного устройства на участок накопления (сортименты в данное время не распиливаются);  
 $v_3$  — объем сортированных бревен, поступающих с участка накопления к лесопильному цеху для распиловки.

Так как

$$v = v_1 + v_3 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4)$$

то

$$\eta = \frac{v + v_2}{v}; \quad (5)$$

$$\eta = 1 + \frac{v_2}{v}, \quad (6)$$

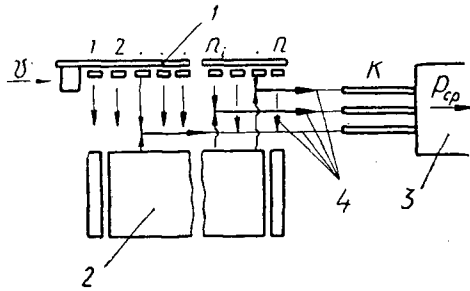
где  $v$  — объем бревен, поступающих на сортировку, равен объему распиливаемых бревен.

Объем сырья, поступающего с участка сортировки на участок накопления, можно выразить как разность между объемами сырья, поступающего на сортировку и от сортировки в распиловку в данный момент времени:

$$v_2 = v - v_1 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (7)$$

Рис. 2. Распределение потоков сортированных бревен между участком накопления и лесопильным цехом.

1 — сортировочный транспортер с накопителями; 2 — участок накопления сортированных бревен; 3 — лесопильный цех; 4 — потоки сортированных бревен.



Переходя к суммарным интенсивностям потоков сортированных бревен (рис. 2), получим:

$$v = kP_{ср} \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{100} \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (8)$$

$$v_1 = kP_{ср} \sum_{i=1}^k \frac{\beta_i}{100} \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (9)$$

$$v_2 = kP_{ср} \left( \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{100} - \sum_{i=1}^k \frac{\beta_i}{100} \right) \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (10)$$

Здесь  $\beta_i$  — процентное содержание бревен  $i$ -того сортировочного признака в потоке несортированных бревен, поступающем на сортировку;

$k$  — число головных лесопильных станков;

$n$  — число потоков сортировки бревен, отходящих от сортировочного устройства;

$P_{ср}$  — часовая производительность одного лесопильного потока на условной распиловке несортированных бревен

$$P_{ср} = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{p_i}} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (11)$$

где  $p_i$  — производительность лесопильного потока на распиловке бревен  $i$ -того сортировочного признака,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Подставляя в формулу (6) выражения (8) и (10), суммируя их и произведя некоторые преобразования, получим:

$$\eta = 1 + \left( \frac{100 - k\beta_i}{100} \right). \quad (12)$$

Из формулы (12) видно, что коэффициент увеличения грузопотока бревен на участке их сортировки зависит от числа головных лесопильных станков и от процентного содержания бревен  $i$ -того сортировочного признака. Чем больше число станков и процентное содержание бревен в сортируемом сырье и распиливаемых в данное время, тем меньше коэффициент увеличения грузопотока сырья на участке сортировки бревен. Так как в разное время распиливаются бревна различных сортировочных признаков, то коэффициент увеличения объемов переваливаемого сырья не является постоянным. Этот коэффициент принимает наибольшее значение при распиловке бревен, которые наименее представлены в сортируемой партии.

Если принять  $\beta_i = \beta_{\text{ср}} = \frac{100}{n}$  и подставить в выражение (12), то получим формулу для расчета среднего коэффициента увеличения объема перемещения пиловочного сырья на участке сортировки перед лесопильным цехом

$$\eta_{\text{ср}} = 1 + \left( \frac{n - k}{n} \right). \quad (13)$$

Полученные формулы приближенные, так как выведены исходя из детерминированной математической модели процессов, происходящих при сортировке бревен, т. е. такой модели, в которой все соотношения определены однозначно. В модели не учтен вероятностный характер происходящих процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Брагин А. П., Тюкин Л. Г. Расчет распределения сортированных бревен на лесопильном заводе. — Науч. тр./ ЦНИИМОД, Архангельск, 1975, вып. 32, с. 43—46. [2]. Песоцкий А. Н., Брагин А. П. К расчету параметров участков лесозавода для комплектования рассортированного пиловочника. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1970, № 5.

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 06.091.5

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
Н. В. ТРЕТЬЯКОВА

В. С. МОИСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

В 1980 г. исполнилось 100 лет со дня рождения крупнейшего ученого и специалиста в области советской лесной таксации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Николая Васильевича Третьякова. В течение 34 лет он возглавлял кафедру лесной таксации в старейшем лесном вузе нашей Родины — Ленинградской лесотехнической академии. Являясь одним из основоположников новой школы лесной таксации, Н. В. Третьяков совместно со своими учениками и в тесном содружестве с производством решил большие научные и практические проблемы, связанные с удовлетворением нужд народного хозяйства в древесине. Он был разносторонне образованным и талантливым педагогом, большим ученым, что позволило ему по праву занять видное место в истории лесной науки.

Николай Васильевич родился 31 октября 1880 г. в г. Малоярхангельске Курской области. Начальное образование он получил в городской школе, а среднее — в Уманском училище земледелия и садоводства. После года работы помощником землемера он поступил в Петербургский лесной институт, который блестяще окончил в 1908 г. Выдающиеся способности Н. В. Третьякова к научно-педагогической работе позволили ученому совету института, в порядке исключения, избрать его на должность ассистента временно объединенных кафедр лесоустройства и лесной таксации, без прохождения двухлетнего стажа стипендиата (аспирантуры). В том же году он работает вместе с акад. Г. Н. Высоцким по устройству степных культурных лесничеств, а с 1910 г. по 1912 г. — по лесоустройству Лисинской дачи (ныне Лисинский учебно-опытный лесхоз ЛТА).

В 1915 г. Н. В. Третьяков закончил и представил в совет лесного института диссертацию на тему «Определение объема древесного ствола с помощью трех обмеров» и защитил ее в 1916 г. После этого он получил право на замещение должности профессора объединенной кафедры института. С 1921 г. была выделена самостоятельная кафедра лесной таксации, профессором и руководителем которой избирается Н. В. Третьяков. Эту кафедру он возглавлял до последних дней своей жизни (1957 г.).

Научная деятельность Н. В. Третьякова широко развернулась после Великой Октябрьской социалистической революции. За годы Советской власти он вырос в крупного ученого, коммуниста-новатора, выполнил ряд капитальных работ по лесной таксации. Он разработал научно обоснованный метод составления таблиц сбega и объемов уже не для отдельных деревьев, а для древостоев (1919 г.). Его работа «Новый метод составления таблиц сбega», связанная с установлением ряда таксационных закономерностей в строении древостоев, прежде всего, в отношении формы стволов, позволила уточнить одновременно и представление «о разряде средних высот и средних диаметров». Предложены новые показатели сбегности стволов, названные им классами формы, которые лучше отражают действительную форму стволов, чем коэффициенты формы. Особая роль принадлежит ему в проведении с 1920 г. по 1931 г. оригинальных исследований в области закономерностей строения насаждений. Широкая эрудиция в вопросах лесной таксации, лесоустройства, основах биологии, математической статистики и большой личный опыт таксаторской работы позволили ему создать оригинальное учение о так называемом «элементе леса» (1919—1921 гг.). Результаты глубоких исследований закономерностей строения не только нормальных насаждений, но и самых разнообразных по составу, форме, возрасту и полноте древостоев (модальных), с анализом структуры по их ступеням толщины были опубликованы в 1927 г. в его фундаментальной работе «Закон единства в строении насаждений». Советская таксация получила необходимую теоретическую основу, стройность и стала наукой, тесно связанной с производством.

В период первой пятилетки лесная промышленность предъявила требования к качественному учету древесных запасов лесного и лесосечного фондов (общего и по сортаментам). На основании выявленных закономерностей строения насаждений Н. В. Третьяков впервые в истории лесной таксации разработал теорию и методику составления новых типов таксационных таблиц. Под руководством Н. В. Третьякова



и его ученика П. В. Горского с 1930 г. начали создаваться массовые таблицы объемов стволов по рядам высот древостоев для различных районов СССР. В 1931 г. ими были составлены товарные таблицы для определения выхода сортиментов при таксации лесного фонда, а в 1934—1935 гг. — сортиментно-сортные таблицы для таксации лесосеченого фонда. На основе учения об элементе леса была разработана методика и впервые составлены таблицы хода роста насаждений по типам леса и классам бонитета.

Проф. Н. В. Третьяков составил стандартную таблицу сумм площадей сечений и запасов насаждений на 1 га при полноте 1,0, которая широко используется при глазомерно-измерительной таксации лесного фонда. Теория лесной таксации разрабатывалась им для качественно однородных объектов измерений на основании правильного использования современной математической статистики, математического моделирования. При этом он предложил разграничивать и изучать следующие объекты лесной таксации в порядке их усложнения: 1) отдельное дерево и его «часть» (древесный ствол, бревно и пр.); 2) совокупность отдельных деревьев (авиасосна, фанерная береза); 3) совокупность «частей» отдельных деревьев (например, штабеля круглых лесоматериалов); 4) элемент леса и насаждение; 5) совокупность отдельных элементов леса и лесные массивы.

Разработанные им теоретические положения нашли широкое отражение в специальной литературе, учебниках и используются в производстве.

Н. В. Третьяковым написано более 70 работ, в том числе учебник «Лесная таксация» (1956—1957 гг.), «Справочник таксатора» (1940 г.), который в 1952 и 1965 гг. был издан в соавторстве с П. В. Горским и Г. Г. Самойловичем, и др. Н. В. Третьяков создал школу в лесной таксации. Его ученики развивают и углубляют учение об элементах леса, которое широко применяется на практике.

Николай Васильевич воспитал большую армию инженеров лесного хозяйства и научных работников. Его постоянным спутником и ближайшим помощником в решении больших научных и производственных проблем лесной таксации был П. В. Горский. Под руководством Н. В. Третьякова и П. В. Горского их учениками и последователями в тесном содружестве с производством разработаны современные методы таксации лесного и лесосеченого фондов и составлено более 800 различных таксационных таблиц для разных лесорастительных районов страны.

Все это говорит о значительном вкладе выдающегося ученого, профессора Н. В. Третьякова в развитие лесной таксации, лесоустройства и применения агрометодов.

УДК 630\*648

## ПЕРВАЯ РУССКАЯ ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНАЯ ИНСТРУКЦИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

(к 150-летию издания)

О. А. НЕВОЛИН

Архангельский лесотехнический институт

1830 г. знаменателен для лесного хозяйства России выходом в свет «Инструкции об управлении лесной частью на горных заводах хребта Уральского, по правилам лесной науки и доброго хозяйства» [3]. Издал инструкцию министр финансов, которому тогда был подчинен лесной департамент.

Появление этого сочинения было беспрецедентным уже хотя бы потому, что авторы, впервые в истории лесного дела в России, преследовали цель и страстно желали «...вести не иностранное, а русское лесоводство». Многозначителен и тот факт, что написанная для горнозаводских лесов, она распространялась на все казенные леса России «...в виде ученого наставления для соображения при производстве лесных действий и для распространения нужнейших сведений о лесоводстве».

Инструкция, на наш взгляд, явилась удачным для того времени сводом накопленных научных знаний по организации и ведению лесного хозяйства с учетом местных условий русских лесов. Книга объемом 175 страниц в прекрасно оформленном переплете состоит из введения и десяти глав следующего содержания: об уменьшении потребности в лесных произведениях вообще; об устройстве лесов относительно порядка управления; о сбережении лесов; о приведении лесов в известность; о разных общих мерах лесного хозяйства; о естественном восстановлении или обновлении лесов через самый порядок порубок; об искусственном разведении лесов; о планах устройства лесов и о ежегодных сметах; частные правила о разных предметах лесного устройства; о приготовлениях для окончательного устройства лесной части.

Оригинальность построения книги и изложения начал русского лесоустройства и лесоводства, самобытность содержания и мастерский стиль письма свидетельствуют о незаурядности авторов, их патриотизме. Это замечательное для того времени лесохозяйственное сочинение проникнуто заботой о сбережении и приумножении лесов на пользу отечества. К достоинству книги и чести авторов следует отнести отсутствие и тени копирования западноевропейского лесоустройства и слепого подражания ему, как это было нередко в те времена, о чем свидетельствуют, например, высказывания В. Т. Собичевского [11] и М. М. Орлова [7].

В основу инструкции 1830 г. положен один из начальных лесоустроительных методов — метод простого деления леса на лесосеки. В ней даны общие правила о приведении лесов в известность, разработаны технические указания по окружающему межеванию лесных дач, снятию внутренней ситуации, статистическому описанию лесов, их оценке и подробному описанию. Правилами для единообразия лесных карт предписывались условные знаки для обозначения лесов. В этой части инструкции впервые в истории лесного дела России были заложены основы русского лесного картографирования. Инструкцией предусматривались: деление лесных дач на кварталы площадью в 4 квадратных версты и разбивка их на четверти; таксация леса по породам, возрасту, полноте и почвенным условиям; составление подробных лесных карт, описаний и планов устройства леса. Обороты рубок устанавливались по естественной и технической спелостям леса.

Авторы инструкции считали, что «главная цель всякого правильного лесного хозяйства есть та, чтобы самый порядок порубок служил естественным способом восстановления лесов, по мере потребления оных». Подробно рассматривая приемы искусственного разведения лесов и организации «разсадников» (питомников. — *О. Н.*), они в то же время указывали, что «искусственное разведение лесов по истинным правилам лесоводства... должно признаваться... способом вспомогательным; ибо наиболее надлежит действовать через обыкновенную производительную силу природы» и обращали внимание на обязательное оставление семенников и семенных куртин («кучек») сосны и лиственницы с проведением поранения почвы под семенные годы.

Много внимания авторы уделили организации побочных пользований «...дозволенными способами и в законное время». Особую заботу при этом они проявляли о правильном использовании сенокосов при запрещении самовольных расчисток. Пастба скота, сбор листьев и мха, заготовка веточного корма скоту дозволялись «...только там, где оное менее вредно, и отнюдь не на местах недавней порубки».

В инструкции особо указывалось, что «никакое доброе лесное хозяйство не может иметь места, если... не утвердится общий постоянный план лесного хозяйства и если не будет делаяемо ежегодной сметы лесным действиям». «Утвержденные планы, — подчеркивалось в инструкции, — не должны быть переменяемы без разрешения министра... ибо от постоянства оных зависит цветущее положение лесов. В противном случае... должен произойти величайший вред». Таким образом, составители инструкции понимали исключительное значение лесоустройства и планов организации лесного хозяйства при безусловном выполнении их.

В инструкции затронута и очень важная для того времени проблема создания национальных лесных кадров. Инструкция предписывает «...поощрять молодых практикантов и чиновников к чтению (новейших книг о лесной науке. — *О. Н.*) ...приготовлять нужное число служащих к лесной практике, особенно и к межеванию и к снятию ситуаций. Внушать им охоту к лесоводству и вообще не предавать мысли, что у нас еще рано думать о лесном хозяйстве».

Упреждая шаблон, распространенный в то время, и стремясь оградить молодых лесоводов от ошибок, авторы инструкции настоятельно советовали: «При чтении книг, особливо иностранных... иметь всегда в виду приспособление приобретенных сведений к обстоятельствам России, сличая правила теории с местными наблюдениями и сделанными опытами» и при этом заключали, что «одна теоретическая ученость не приносит действительной пользы».

В одном из последних параграфов (§ 126) авторы обращали внимание на то, что «цель представления карт, описаний и планов действий... есть та, чтобы... положить твердое основание лесному хозяйству навсегда».

Значение этого исторического документа оценивалось по-разному. В царской России было широко распространено частное лесовладение. В этой связи в «Лесном журнале» за 1836 г. отмечалось: «Инструкция сия может служить отличным руководством и для частных владельцев, ибо содержит в себе сущность, можно сказать, всей науки лесного хозяйства» [10]. По свидетельству другого современника — Г. Мальгина, эта инструкция «оказала в высшей степени пользу, особенно заводам казенным» [4].

Ф. К. Арнольд, критически рассматривая лесоводственную литературу, вышедшую в России до 1838 г., в том числе и иностранную, писал: «Но несоразмерно выше всех сочинений... стоит инструкция об управлении лесной частью на горных заводах хребта Уральского, по правилам лесной науки и доброго хозяйства... Инструкция... представляет замечательный ученый труд, всесторонне обдуманый» [1].

А вот М. М. Орлов писал: «К сожалению, на сколько можно о том судить, лесоустроительные начала этой инструкции не вошли в жизнь и она осталась в истории, скорее как литературный памятник, укоризненно вещающий, что в свое время не было сделано того, что было нужно, и при том не по отсутствию знания, а по недостатку доброй воли» [8]. И еще: «В литературе нет, однако, сведений о том, чтобы эта инструкция оказала сколько-нибудь заметное влияние на практику лесного хозяйства; надо думать, что все указанные благие пожелания остались только на бумаге» [9].

По мнению же И. С. Мелехова, «...считать ее только литературным памятником, не имевшим практического значения, нет больших оснований» [5]. И. С. Мелехов оценивает эту инструкцию, как «разностороннее научное пособие, сыгравшее некоторую положительную роль при ведении лесного хозяйства на горных заводах Урала» [6].

И еще одна оценка инструкции, данная И. Г. Бейлиным: «Этот документ представляет несомненный интерес как по содержанию, так и по форме изложения» [2].

Причиной таких противоречивых оценок, по нашему мнению, следует считать скудость объективных исторических литературных источников по лесному делу, написанных в то далекое от нас время. Однако как бы ни оценивали инструкцию в разные времена, для нас она первое обстоятельное сочинение по лесоустройству на русском языке, явившееся предшественником общей русской лесоустроительной инструкции 1845 г., знаменательной исторической вехой в развитии русского лесного хозяйства и лесоустройства и событием, открывшим государственное лесоустройство, как организующее начало в лесном хозяйстве, как строгую систему важнейших мероприятий по введению в необъятные леса России «добраго хозяйства».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Арнольд Ф. К. История лесоводства в России, Франции и Германии. — Спб., 1895. — 403 с. [2]. Бейлин И. Г. Очерки по истории лесных обществ дореволюционной России. — М.: Гослесбумиздат, 1962. — 157 с. [3]. Инструкция об упразднении лесной частью на горных заводах хребта Уральского, по правилам лесной науки и добраго хозяйства. — Спб.: М-во финансов, 1830. — 175 с. [4]. Мадльгин Г. Некоторые сведения о введении правильного лесного хозяйства в дачах Воткинского и Горноблагодатских заводов. — Лесн. журн., 1841, ч. 3, кн. 2, № 8, с. 159—241. [5]. Мелехов И. С. К истокам отечественной лесной науки. — Архангельск, 1948. — 27 с. [6]. Мелехов И. С. Очерк развития науки о лесе в России. — М.: АН СССР, 1957. — 207 с. [7]. Орлов М. М. Обзор лесоустроительных инструкций в связи с историей лесоустройства. — Спб., 1904. — 112 с. [8]. Орлов М. М. Лесоустройство. — Л., 1927. Т. 1. — 428 с. [9]. Орлов М. М. Лесоустройство. — Л., 1928. Т. 3. — 326 с. [10]. О состоянии лесов и лесного хозяйства на горных заводах хребта Уральского. — Лесн. журн., 1836, ч. 1, кн. 2, с. 229—312. [11]. Прения и заключения Второго Всероссийского съезда лесохозяев в г. Липецке (с 16 по 26 августа 1874 г.) / Под ред. Н. С. Шафранова. — Спб., изд. Лесн. журн., 1874—1875. — 173 с.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 634\*812(061.3)

ТРЕТИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ  
ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ДРЕВЕСИНЫ

С 29 сентября по 3 октября 1980 г. в ГДР в Грилленбурге (близ Дрездена) состоялся III Международный симпозиум по фундаментальным исследованиям древесины в области ее комплексного использования. В работе симпозиума приняли участие 94 делегата. Среди делегатов были сотрудники академических институтов, вузов и отраслевых научно-исследовательских организаций из НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР.

В состав советской делегации входили проф. Б. Н. Уголев (руководитель делегации), проф. А. А. Пижурич (МЛТИ), ректор ЛТА проф. А. И. Киприанов, проф. М. Я. Зарубин (ЛТА), проф. Б. С. Чудинов (Институт леса и древесины СО АН СССР), доц. Г. М. Шутов (БелТИ) и А. И. Цыбулин (Техническое управление Минлеспрома СССР).

На симпозиуме заслушано 59 докладов.

В докладе Ю. Перлаца и Б. Компиша (Братислава, ЧССР) освещены результаты научно-технического сотрудничества стран — членов СЭВ — по проблеме «Комплексное использование древесного сырья» за истекшее десятилетие. В обзорном докладе Г. Циллмана (Берлин, ГДР) рассмотрены вопросы фундаментальных исследований в связи с проблемой комплексного использования древесного сырья в ГДР.

В области биологии и биохимии древесины тематика докладов включала следующие вопросы: причины образования и влияние на качество древесины свилеватости бука (Х. Метте и Р. Коммерт, Тарандт, ГДР) и краснины ели (О. Блосфельд, Тарандт, ГДР); изменение химического состава заболонной древесины сосны под воздействием дереворазрушающих грибов (З. Адамский и М. Зиелинский, Познань, ПНР); использование отходных волокон целлюлозной промышленности в качестве субстрата для производства биомассы некоторыми грибами (А. Войткова-Лепшикова и О. Коложвари, Братислава, ЧССР); ферментативный гидролиз лигноцеллюлоз, обработанных химическими и физическими методами (В. Якобян и Б. Филипп, Тельтов-Зеехов, ГДР) и др.

В области химии древесины следует отметить доклад Ф. Фишера (Тарандт, ГДР), в котором рассмотрены вопросы о влиянии макро- и микростроения древесины, а также надмолекулярного строения ее компонентов на химические превращения при термической обработке; дифференциально-термическим анализом установлена температурная зависимость структурных изменений древесины и ее компонентов; определены оптимальные температуры для протекания различных реакций при пиролизе древесины. В. Суревич и В. Мроз (Лодзь, ПНР) в своем выступлении привели данные о влиянии степени делигнификации древесины на свойства целлюлозы; установлено, что для каждого способа варки в зависимости от породы древесины имеются оптимальные соотношения между степенью делигнификации, выходом и свойствами целлюлозы. В докладе Б. Филиппа (Тельтов-Зеехов, ГДР) рассмотрены, с современных позиций химии полимеров, вопросы о превращениях целлюлозы при гетерогенных реакциях и об их зависимости от надмолекулярной и морфологической структуры целлюлозы, а также от реакционной способности ее функциональных групп. Б. Безух и Я. Полчин (Братислава, ЧССР) сообщили о результатах исследований структуры лигнина, выделенного при комбинации тонкого размола и энзиматического гидролиза полисахаридов древесины. С. Недева и Н. Иванова (София, НРБ) доложили об особенностях получения целлюлозы из древесины березы. Доклад М. Фишеровой и Я. Полчина (Братислава, ЧССР) был посвящен результатам исследования окислительного разрушения хромофоров лигнина еловой древесины. В докладе М. Лавничака и Г. Хрузника (Познань, ПНР) рассмотрены вопросы влияния содержания стирола в древесине ольхи и березы на протекание процесса полимеризации и на свойства композита.

В области физики древесины тематика докладов была также разнообразной. Г. Кюне (Дрезден, ГДР) сообщил об исследовании реологических свойств матеиалов на базе древесных частиц; основное внимание при этом было уделено изучению ползучести древесных материалов; рассмотрены факторы, влияющие на поведение материалов под нагрузкой во времени; при исследованиях использованы современные методы измерения напряжений и деформаций. Методическим вопросам климатического старения древесных плит был посвящен доклад Ф. Белди (Шопрон, ВНР), в котором приведены результаты механических испытаний плит при разной влажности.

В докладе Я. Рачковского (Познань, ПНР) изложены результаты исследования влажностных напряжений, возникающих от стеснения разбухания модифицированной аммиаком древесины бука; показано, что максимальная величина этих напряжений у модифицированной древесины в два раза меньше, чем у натуральной.

Доклады Т. Ореха и М. Клескеновой, а также В. Нечесаны (Братислава, ЧССР) были посвящены исследованиям взаимодействия лазерного излучения с древесиной, определению возможностей использования лазеров для деления древесины, установлению основных требований к оборудованию и режимам при лазерной обработке древесины, электрономикроскопическому исследованию поверхности древесины, обработанной лучами лазера. Указаны пути дальнейшего изучения изменений в древесине, происходящих под мощным тепловым воздействием лазерного излучения.

В докладе Ф. Ронаи (Шопрон, ВНР) изложен способ определения деформаций ползучести древесины и древесных материалов. Этот способ предусматривает построение, на основании экспериментальных данных, пространственной диаграммы, связывающей величину деформаций ползучести с уровнем и продолжительностью действия нагрузки. Путем экстраполяции полученных зависимостей определены ориентировочные показатели ползучести при весьма длительном нагружении. Исследованиям диэлектрических свойств древесины был посвящен доклад И. Маковини и Л. Регинача (Зволен, ЧССР); приведены значения диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь древесины сосны, ели, бука и дуба в трех структурных направлениях при влажности 12 % в диапазоне частот от 50 кГц до 50 МГц. В докладе С. Курятко и А. Декрета (Зволен, ЧССР) сообщены результаты экспериментально-теоретического исследования тензорального характера диффузии воды в древесине ели. Исследованиям анизотропии разбухания древесины дуба посвящен доклад Р. Коммерт (Тарандт, ГДР).

Выступления членов советской делегации были посвящены следующим вопросам. В докладе А. И. Киприанова сообщены данные о результатах исследования малоизученных групп соединений органических веществ сульфатных щелоков; показана возможность использования биологически активных компонентов органических веществ щелоков в качестве стимуляторов роста хвойных пород. М. Я. Зарубин посвятил свое выступление вопросам превращения лигнина при окислительных способах делигнификации древесины; привел основные направления реакций лигнина в условиях кислородно-содового и кислородно-щелочного методов делигнификации и оксаммонолиза. А. А. Пижурич рассказал о возможностях применения теории планирования эксперимента и оптимизации при создании композиционных материалов с заданными свойствами. Доклад Б. Н. Уголева посвящен дальнейшему изучению деформативности древесины с учетом ее нагружения при переменной влажности или температуре, а также разработке методов расчета напряжений при симметричном и асимметричном распределении влажности по толщине материала в процессе сушки. Б. С. Чудинов привел результаты теоретического анализа влияния плотности древесины на максимальное содержание гигроскопической влаги. Г. М. Шутов в своем выступлении сообщил о методе получения трудногорючей модифицированной древесины, обладающей достаточной стойкостью против биологических разрушителей, химической стойкостью и улучшенными физико-механическими характеристиками. Доклад В. С. Громова и Ю. Ю. Каткевича (ИХД АН ЛатвССР) посвящен вопросам ферментативной гидролиземости полисахаридов древесины путем предварительных обработок.

Результаты проведенных исследований способствуют углублению представлений о взаимосвязи химических компонентов и раскрытию особенностей строения микрофибрилл целлюлозы. В докладе В. П. Карливана и Н. А. Ведерникова (ИХД АН ЛатвССР) сообщаются результаты теоретических и экспериментальных исследований, послуживших основой для создания технологии получения фурфурола, что предусматривает возможность дальнейшего гидролиза целлюлигноинового остатка и обеспечивает более полное использование лиственной древесины. А. Г. Лобанк, В. Г. Бабицкая, Ж. И. Павловская (Институт микробиологии АН БССР) и Ж. Ташпулатов (Институт микробиологии АН УзССР) изложили некоторые вопросы биохимии другого целлюлозосодержащего сырья (стеблей хлопчатника и соломы).

На симпозиуме принята уточненная программа фундаментальных исследований древесины, которые должны способствовать решению таких важных народнохозяйственных задач, как использование дополнительных ресурсов дендромассы, промышленных отходов и низкокачественной древесины; экономия древесины путем установления оптимальных размеров изделий и материалов и др.

**Б. Н. Уголев**

Московский лесотехнический институт

УДК 630\*284 (061.3)

## СОВЕЩАНИЕ ПО ОСМОЛОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ И ПОДСОЧКЕ ЛЕСА

16—18 сентября 1980 г. в КирНИИЛПе (г. Киров) проходило координационное совещание по проблеме «Комплексная механизация заготовки осмола и добычи живицы». В работе совещания принимали участие представители 22 организаций, занимающихся осмолозаготовками и подсочкой леса, в том числе специалисты Всесоюзного объединения Союзхимлес, Технического управления Минлеспрома СССР, КирНИИЛПа, Архангельского института леса и лесохимии, Ленинградской лесотехнической академии, Института химии древесины АН ЛатвССР, Московского и Уральского лесотехнических институтов, Кировского политехнического института, ЦНИИМЭ, ЦНИЛХИ, Белоярского экспериментально-инструментального завода, ВНИПИЭИлеспрома и других организаций.

В докладах и выступлениях участников совещания отмечалось, что научно-исследовательские институты отрасли, производственные объединения добились определенных успехов в совершенствовании техники и технологии заготовки смолистого сырья и добычи живицы. Успешно развивается процесс замены тяжелого ручного труда машинами, с помощью которых в СССР заготавливается свыше 20 % пневого осмола. Однако такие осмолозаготовительные машины, как АКП-1, достигли только 40—45 % проектной производительности. В КирНИИЛПе создаются новая самоходная и стационарная установки по разделке целых пней, исключаящие ручной труд на заготовке и разделке пневого осмола.

В связи с истощением сырьевых баз по спелому пневому осмолу проводятся опытные работы по прижизненному просмолению прикорневой части сосновых деревьев. За три года воздействия такими химикатами, как карботион, дипиридилфосфат и др., удается получить смолистую древесину, отвечающую требованиям технических условий на осмол пневого соснового. Вместо ручного нанесения химикатов на срез разрабатываются механизированные способы дозировки и ввода химиката в дерево. Проводится поиск химикатов, ускоряющих искусственное просмоление сосновых деревьев на корню за 2—3 года до вырубki насаждения. Практический интерес вызывает искусственное просмоление сосновых откомлевок.

На совещании отмечалась высокая эффективность работы ряда производственных организаций по бригадному подряду на осмолозаготовках. Обсуждалась возможность измельчения осмола в лесу на месте заготовки или вывозки его в неразделанном виде на канифольно-экстракционные заводы. В тематических планах по НИР намечено разработать крупные темы с комплексным решением вопросов по механизации труда и повышению его производительности, по поиску новых видов сырья с учетом требований охраны окружающей среды.

Широкое применение на подсочке в качестве химических стимуляторов получили экстракты и настои кормовых дрожжей. Для повышения эффективности дрожжевых стимуляторов предлагается вводить в них добавки поваренной соли, которые повышают выход живицы на 5—12 %, а также аспирин, пирамин и др. Для удлинения срока хранения растворов дрожжей следует применять консерванты, которые обеспечивают доброкачественность растворов этого стимулятора в течение примерно двух недель. В Латвии для консервации дрожжевых экстрактов применяют формалин.

Применение минеральных удобрений, таких, как мочевины, суперфосфат, калийные соли, повышает выход живицы на 20—30 % (к выходу при обычной подсочке). Расход минеральных удобрений составляет порядка 200 кг на 1 га.

В КирНИИЛПе разрабатывается инструмент — моточак, основными элементами которого являются: малогабаритный двигатель, гибкий вал и режущая головка. Масса этого инструмента — 13,6 кг. Принимаются меры к снижению его до 10 кг. На совещании указывалось о возможности исключения подрубывания из цикла подготовительных работ на подсочке, об одновременном нанесении 3—4 подновок (шаг 4 см) и добавке солидола, который предохраняет зону смолыделения от засыхания, об автоматическом приспособлении для нанесения химикатов на подновку, о разработке технологии подсочки в лесах первой группы, о применении серной кислоты низкой концентрации на более длительный срок, чем указывается в ТУ по применению этого самого эффективного химического стимулятора на подсочке.

Главные направления НИР на подсочке леса: поиск новых эффективных стимуляторов, механизация трудоемких технологических процессов.

Ф. А. Медников

Ленинградская лесотехническая академия

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 581.8 : 581.5

КНИГА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ  
ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД\*

Проблемы экологии, в том числе экологии растений, неразрывно связаны с решением важнейших национальных и межнациональных проектов охраны природы. П. Б. Раскатов впервые дал определение экологической анатомии как научного предмета, основу которого составляет раскрытие связей между внутренней структурой развития и внешними условиями, в которых растение развивается. Ведь растения не только растут в том комплексе естественных природных условий, в котором в ходе эволюционного процесса создавался их генотип, но и, испытывая влияния условий среды, приспособительно на них реагируют. Вместе с тем в книге подчеркивается, что адаптивная реакция относительна. Она может утрачиваться при выращивании растений в несвойственной, чуждой им среде. Более того, в течение многолетней жизни древесные растения периодически испытывают влияние внешних факторов, напряженность которых в отдельные годы значительно отклоняется от многолетней средней, что вызывает известную реакцию растения, проявляющуюся в непрерывном развитии структуры и слагающих ее анатомических элементов.

Автор подчеркивает настоятельную необходимость дальнейшего развертывания исследований внутренней структуры древесных растений совместно с изучением их биологии, физиологии, биохимии, что имеет особое значение при искусственном выращивании деревьев и кустарников, для теории практики селекционного дела.

В первой главе в онтогенетическом плане и в тесной связи с выполняемыми функциями рассматривается анатомическое строение побегов и почек, сердцевинны, первичной и вторичной древесины, камбия, вторичной и первичной флоэмы, первичной коры и покровной ткани. Подробно описывается выделительная система, представленная смоляными ходами и смолостельниками, чечевички, строение и защитные функции коры. Детально излагаются главные отличия побегов, функционально заменивших редуцированные листья у растений, произрастающих в суровых климатических условиях пустынь — саксаула, эфедры и др., у которых синтетические функции перешли к однолетним побегам с сильно развитой хлорофиллоносной паренхимой в первичной коре.

Вторая глава посвящена анатомической характеристике ствола. В ней подробно, с привлечением многочисленных литературных источников и материалов собственных обширных исследований автор рассматривает гистологические элементы древесины — трахеиды, сосуды, волокна либриформа, сердцевинные лучи и др., приводит интересные данные о структурных различиях между ранней и поздней древесиной у различных пород. Заслуживают внимания данные о влиянии почвенного и воздушного питания на ширину годичного слоя, а также о роли интенсивности плодоношения в откладывании древесинных элементов. Приводится ряд фактов, не позволяющих считать ядро полностью мертвой и недеятельной частью древесного ствола. Автор критически рассматривает имеющиеся противоречивые сведения о характере возрастных изменений древесины у ряда пород — бука, осины, липы и обращает внимание на необходимость дальнейших исследований в этой области. Детально описываются своеобразия в строении ствола в зависимости от систематического положения древесных растений.

Анатомические особенности листа и формирования тканей в листовом бугорке составляют предмет третьей главы. В ней убедительно показана связь морфологических характеристик листьев с начальными периодами их развития, приведены данные о поверхностном росте листьев различных пород, явления кугинизации, особенностях деления и растяжения различных тканей листа, продуктах обмена. Отмечена лабильность пигментного комплекса, обеспечивающего оптимальное использование света для целей фотосинтеза. При характеристике пестролистных форм деревьев и кустарников следовало бы упомянуть работы Ф. Л. Щепотьева, получившего большое число декоративных пород, используемых для озеленения парков, скверов и городских садов.

В книге подробно анализируются сведения об анатомической структуре листьев древесных пород из различных экологических районов, показана роль водообеспече-

\* Раскатов П. Б. Экологическая анатомия вегетативных органов деревьев и кустарников. — Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1979. — 180 с.

ния, температурных факторов, освещенности в формировании длины жилок, числа устьиц, строения тканей и толщины листовой пластинки.

В четвертой главе рассматривается анатомическое строение корней, показано различие и сходство в анатомических структурах стебля и корня. Важное место отведено вопросам симбиоза высших растений с низшими организмами — грибами и клубеньковыми бактериями. Автор подчеркивает, что влияние внешних условий на анаболизм корней изучено пока очень слабо. Тем не менее он приводит интересные данные, в частности о способности обнаженной части корня уподобляться древесине ствола, и наоборот. Заслуживают одобрения материалы о влиянии аэробных условий на развитие корневых волосков, жизнедеятельность микоризных грибов и способность к образованию придаточных корней. Подробно описывается анатомическая картина образования корневых отпрысков и явление срастания корней.

П. Б. Раскатов обращает внимание анатомов-экологов на необходимость тщательного изучения анатомии в каждой из растительных зон, подчеркивает необходимость изучения структурных сдвигов у растений, вводимых в культуру тех зон, где они ранее не произрастали. В этом плане широкие перспективы приобретают работы, связанные с освоением бросовых территорий, возникших в результате накопления отходов угольной, металлургической, химической и других отраслей промышленности. Имеющийся опыт свидетельствует о возможности восстановления биологической продуктивности таких площадей, в частности, путем облесения промышленных отвалов. Для решения этой задачи необходим удачный подбор древесных пород, достаточно полное изучение их физиологии, анатомии, а также использования данных ряда смежных биологических дисциплин. Автор обращает внимание на важность развития электронной микроскопии в эколого-анатомических исследованиях. В конце работы приведен обширный список литературы (285 названий).

К недостаткам книги следует отнести ограниченное число иллюстраций, без которых наглядное представление о структурных основах организма растения весьма затруднительно. Но поскольку монография рассчитана на читателей, уже знакомых с основами ботанической цитологии, этот недостаток не снижает ценности работы. Автор ссылается на материалы американских исследователей, доказывающих, что через места срастания корней могут проникать возбудители некоторых заболеваний. Надо сказать, что работы советских ученых-фитопатологов подтверждают сказанное. На наш взгляд, было бы целесообразным полнее выразить мысль, что не все листовые ткани одинаково пластичны, подчеркнув при этом наибольшую чувствительность ассимиляционных тканей к условиям окружающей среды.

Несомненно, выход настоящей книги является заметным событием в биологической и лесоводственной науке. Текст монографии изложен четко, сжато, читается легко и с интересом. Книга уже нашла обширный круг читателей среди научных сотрудников, специалистов лесного хозяйства, садоводства, зеленого строительства. Приведенные в ней данные вполне могут быть использованы на лекциях и лабораторных занятиях по анатомии и физиологии растений, экологии, лесоводству и ряду других дисциплин в университетах, лесных и сельскохозяйственных институтах и других вузах. Издание книги, несомненно, будет способствовать успешному решению проблем охраны окружающей среды в городах и вокруг промышленных предприятий.

С. Ф. Негруцкий

Донецкий государственный университет



## ЮБИЛЕИ

УДК 06.091

## ПЕТРУ АРТЕМЬЕВИЧУ ПОЛОЖЕНЦЕВУ — 80 ЛЕТ

22 ноября 1980 г. исполнилось 80 лет видному советскому энтомологу, зоологу, лесоводу, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки и техники Башкирской АССР Петру Артемьевичу Положенцеву.

Петр Артемьевич родился и вырос в бедной крестьянской семье в самарском селе Карабаевка. Великую Октябрьскую социалистическую революцию 17-летний юноша встретил рабочим Самарского трубогазового завода. Через два года он — один из организаторов рабфака в Самаре, а еще через два года — студент Петровско-Разумовской (ныне Тимирязевской) сельскохозяйственной академии. В 1925 г. в связи с реорганизацией академии он переходит на учебу в Ленинградский лесной институт. Счастливая судьба свела его с крупнейшими учеными того времени и в их числе с замечательным биологом М. Н. Римским-Корсаковым. Эта встреча во многом определила будущий творческий путь молодого лесоведа, блестяще защитившего дипломную работу в 1926 г.

Работу в лесном хозяйстве П. А. Положенцев начал помощником лесничего в Боровом опытном лесничестве Бузулукского бора. В 1930 г. он переходит на педагогическую работу в Пензенский лесотехнический институт, где был избран заведующим кафедрой зоологии. Затем он работает в Самарском педагогическом, Башкирском сельскохозяйственном, а с 1948 г. по настоящее время — в Воронежском лесотехническом институте.

С именем Петра Артемьевича связаны важнейшие направления научных исследований в области отечественной лесозащиты, снискавшие ему широкую известность и признание как на Родине, так и за рубежом. Впервые в СССР он создал и начал развивать экспериментальное направление по энтомоустойчивости древесных пород, написав ряд книг и статей, ставших классикой лесной энтомологии. Его работа «О насекомых — хозяевах паразитических червей человека и животных» явилась первой в мировом масштабе сводкой о насекомых — промежуточных хозяевах плоских и круглых червей и в дальнейшем заложила основу новой отрасли знаний — энтомогельминтологии, создателем которой по праву считается П. А. Положенцев. Он является также одним из пионеров разработки методов прижизненной диагностики физиологического состояния деревьев с помощью специальных приборов. Энтомоустойчивость и энтомодиагностика — важнейшие научные направления лесозащиты, обоснованные и разработанные им. В числе выполненных Петром Артемьевичем исследований — фундаментальные работы по майскому жуку, животному миру Среднего Поволжья, лесопатологическим факторам в условиях полезного лесоразведения.

Результаты научных работ П. А. Положенцева вошли в учебники и пособия и широко используются в производстве. В течение 30 лет он руководил кафедрой защиты леса Воронежского лесотехнического института, воспитав сотни инженеров-лесопатологов, многих кандидатов и докторов наук. Его перу принадлежит около 250 научных статей и монографий, несколько сотен статей и заметок, пропагандирующих научные достижения в центральной и местной печати.

С участия в образовании рабфака началась активная общественная деятельность Петра Артемьевича. В 1938—1949 гг. он избирался депутатом районного и городского Советов депутатов трудящихся, с 1949 г. он — председатель Воронежского отделения Всесоюзного энтомологического общества, в течение 11 лет возглавлял городское отделение общества охраны природы. За плодотворную научную и организационную работу он избран почетным членом этих обществ. П. А. Положенцев — инициатор, ответственный редактор ряда научных сборников.

Заслуги Петра Артемьевича отмечены орденом Трудового Красного Знамени, медалями «За трудовую доблесть», «За доблестный труд в Великой Отечественной войне» и др.

В настоящее время Петр Артемьевич работает профессором-консультантом на кафедре защиты леса Воронежского ЛТИ. Он полон сил, энергии, творческих планов. Под его руководством продолжают подготовку аспиранты, он — непреходящий участник многих научных и практических конференций, совещаний, съездов, посвященных вопросам лесного хозяйства, экологии, энтомологии, лесозащиты, охраны природы. Его доклады неизменно содержательны, интересны, пронизаны новыми оригинальными идеями. Буквально только что студенты-лесоводы получили два новых, созданных им учебных пособия.

Коллеги, ученики, друзья сердечно поздравляют Петра Артемьевича Положенцева со славным юбилеем, желают ему здоровья, творческих успехов, новых идей в различных областях лесозащиты и охраны окружающей среды, новых учеников — продолжателей его дела.

**Г. В. Стадницкий, О. А. Катаев, А. И. Воронцов,  
А. М. Бортник, А. В. Гороховников, Л. Н. Щербакова,  
Г. И. Голутвин, В. П. Гребенщикова, Л. С. Голутвина,  
А. Х. Ошкаев, Ф. В. Наумов.**

Ленинградский технологический институт ЦБП,  
Ленинградская лесотехническая академия,  
Московский лесотехнический институт, ЛенНИИЛХ

## ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ НИКИТИН

(К 70-летию со дня рождения)

14 декабря 1980 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет научно-педагогической и общественной деятельности заведующего кафедрой химии древесины и целлюлозы Ленинградской лесотехнической академии, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора химических наук, профессора Виктора Михайловича Никитина.

Проф. В. М. Никитин — крупный ученый и педагог, специалист в области химии и химической технологии древесины, целлюлозы и лигнина. Его имя широко известно в научном мире.

В. М. Никитин в 1934 г. окончил Ивановский химико-технологический институт. В 1937 г., работая на Новомосковском химкомбинате, он защитил кандидатскую диссертацию. С 1938 по 1939 гг. В. М. Никитин работал заведующим кафедрой органической химии и деканом химического факультета Дальневосточного государственного университета, а с 1939 по 1952 гг. — заведующим кафедрой органической химии и химии древесины, а также заместителем директора по учебной и научной работе Архангельского лесотехнического института.

В 1947 г. В. М. Никитин защитил докторскую диссертацию, в 1949 г. ему было присвоено звание профессора. В 1952 г. проф. В. М. Никитин был назначен ректором Ленинградской лесотехнической академии; в этой должности он работал до 1963 г. В настоящее время В. М. Никитин заведует кафедрой химии древесины и целлюлозы ЛТА и проблемной лабораторией химии лигнина и целлюлозы.

Виктор Михайлович Никитин в течение 40 лет ведет плодотворную педагогическую работу, читая сначала курс органической химии, а затем курсы химии древесины и целлюлозы и высокомолекулярных соединений.

Он уделяет большое внимание подготовке инженерных, научных и педагогических кадров. Под руководством Виктора Михайловича подготовили и защитили диссертации 2 доктора и 30 кандидатов наук. Им создан ряд учебников и учебных пособий. Большое значение имеют его научные работы по исследованию продуктов термической изомеризации  $\alpha$ -пинена, механизмов делигнификации древесины, по окислению лигнина кислородом, отбелке целлюлозы и др. Разработанный В. М. Никитиным кислородно-щелочной способ отбелки и облагораживания технических целлюлоз, позволяющий во многом разрешить проблему охраны окружающей среды от промышленных загрязнений, получил мировое признание и промышленное применение. Результаты исследований представлены в виде известных монографий по химии терпенов, химии лигнина и химической переработке древесины. Им написано 300 статей и получено 30 авторских свидетельств.

Большую педагогическую и научную деятельность проф. В. М. Никитин успешно сочетает с общественной работой. В. М. Никитин — член комиссии АН СССР по водным ресурсам, член научно-технического совета Министерства целлюлозно-бумажной промышленности СССР и ученых советов ряда научно-исследовательских институтов, член редколлегии журнала «Химия древесины». Проф. В. М. Никитин избран действительным членом Лесного научного общества Финляндии, членом президиума Ленинградского отделения общества СССР — Швеция. В 1976 г. ему присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

Научно-педагогическая и общественная деятельность проф. В. М. Никитина отмечена орденами Трудового Красного Знамени и Знак Почета и шестью медалями.

Приветствуя Виктора Михайловича Никитина по случаю его юбилея, мы желаем ему доброго здоровья, бодрости, счастья и новых успехов в служении советской науке.

**Коллектив Ленинградской лесотехнической академии,  
редколлегия «Лесного журнала»**

## НЕКРОЛОГ

## ПАМЯТИ А. А. БАЙТИНА

14 августа 1980 г. на 81-м году жизни скончался крупный ученый в области лесостроительства, бывший заведующий кафедрой лесостроительства Ленинградской лесотехнической академии, кандидат экономических наук, доцент Айзик Абрамович Байтин.

Имя А. А. Байтина широко известно среди работников науки и производства лесного хозяйства нашей страны и за рубежом.

Демобилизовавшись из рядов Красной Армии, А. А. Байтин в возрасте 22 лет поступил в Петроградский лесной институт, лесохозяйственный факультет которого окончил в 1926 г. Затем работал вначале на производстве таксатором, потом помощником

окружного лесничего и специалистом по опытному делу в Лисинском учебно-опытном лесничестве. В 1930 г. он был приглашен проф. М. М. Орловым на кафедру лесной таксации и лесостроительства Ленинградской лесотехнической академии.

Начав в должности ассистента, Айзик Абрамович стал одним из ведущих доцентов кафедры, а потом на протяжении многих лет — заведующим кафедрой экономики, организации и планирования лесного хозяйства, затем — кафедрой лесостроительства.

Еще в довоенные годы А. А. Байтин включил в круг своих научных интересов проблемы не только лесостроительства, но и экономики и планирования лесного хозяйства. Им были впервые разработаны научно-методические вопросы годового планирования производственной деятельности в лесах и написано методическое руководство «Техпромфинплан леспромхоза».

Всегда остро чувствующий насущные потребности практического развития отрасли, А. А. Байтин в середине 30-х гг. работал над проблемой технического прогресса в лесном хозяйстве.

В годы Великой Отечественной войны А. А. Байтин, заведя кафедрой экономики и организации лесного хозяйства и лесной промышленности Уральского лесотехнического института, проводит важную научную комплексную работу по рационализации лесного хозяйства на Урале, которая имела большое значение для выполнения заказов оборонной промышленности.

В 1947 г. А. А. Байтин избирается заведующим кафедрой лесостроительства ЛТА.

В послевоенный период научная работа А. А. Байтина была посвящена актуальным вопросам лесостроительства в зеленых зонах, водоохранно-защитных, колхозных, смешанных и сложных насаждениях, а также в лесах промышленного значения. Большие исследования проведены им по разработке участкового метода лесостроительства и генеральных планов развития лесного хозяйства. Перу А. А. Байтина принадлежит свыше 100 научных работ.

Много сил отдал А. А. Байтин возрождению и дальнейшему развитию лесостроительства как научной дисциплины.



Будучи в прошлом учеником и сотрудником выдающегося деятеля отечественного лесного хозяйства проф. М. М. Орлова, А. А. Байтин явился продолжателем его прогрессивных идей и, дав им творческое развитие, заложил основы советского лесоустройства. По его инициативе и под руководством был создан и в 1950 г. вышел в свет первый в нашей стране учебник советского лесоустройства для лесных вузов, который затем (в 1961 и 1974 гг.) был дважды переиздан.

Хорошо известна долголетняя и плодотворная научно-педагогическая деятельность А. А. Байтина на кафедре старейшего лесного вуза страны, его эрудиция и мастерство преподавания, принципиальность в вопросах науки и непримиримость к недостаткам на пути прогресса в лесном хозяйстве.

Выдающийся ученый и талантливый педагог, А. А. Байтин внес большой вклад в дело подготовки инженерных, научных и педагогических кадров для лесного хозяйства и лесной промышленности Советского Союза и других социалистических стран. Под его непосредственным руководством подготовлено более 20 кандидатов и докторов наук. Ученики А. А. Байтина с благодарностью вспоминают его прекрасные лекции, глубоко содержательные, простые и доходчивые. Он неизменно пользовался заслуженным авторитетом, уважением и любовью среди студентов, научных работников и производственников.

При участии А. А. Байтина решались коренные проблемы лесоустройства нашей страны, а также ряда братских социалистических стран. Одним из результатов этой сложной работы стало издание единственной в своем роде монографии «Лесоустройство в зарубежных странах» (1964 г.).

Отличительной чертой многогранной деятельности А. А. Байтина была постоянная творческая связь с производственными и проектными организациями в лесном хозяйстве. Он принимал активное участие в разработке лесоустроительных инструкций 1951 и 1964 гг., в течение длительного времени руководил секцией лесного хозяйства НТО лесной промышленности и лесного хозяйства в Ленинграде, был консультантом всесоюзного объединения Леспроект, Ленинградского треста Леспроект, Главной инспекции лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства СССР, Гипролестранса, ЦНИИлесосплава и других производственных и проектных организаций.

Выйдя в 1964 г. на пенсию, А. А. Байтин не оставил своей работы и до последних дней жизни оказывал большую помощь всем, кто в ней нуждался.

Требовательным к себе, не мыслящим жизни вне труда, в высшей степени скромным, внимательным и благожелательным к ученикам и коллегам, — таким останется в памяти Айзик Абрамович Байтин.

К. К. Калущкий, И. С. Мелехов, Н. А. Моисеев,  
А. Г. Мошкалев, Е. С. Мурахтанов, Д. П. Столяров,  
В. Н. Валяев, М. И. Гальперин, Н. П. Телегин,  
М. В. Рубцов, И. В. Логвинов, О. Н. Венцель,  
А. И. Кострюков, И. А. Нахабцев, Е. В. Полянский,  
И. В. Борисова, В. Т. Кузнецова

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

П. В. Воропанов. Анализ хода роста ствола растущего дерева . . . . .	3
Н. А. Бабич. Некоторые вопросы изменчивости диаметров деревьев в культурах сосны . . . . .	7
В. В. Успенский. Изменчивость плотности древесины сосны и ее использование в весовой таксации . . . . .	9
А. П. Звирбуль. Влияние нитроаммофоски на прирост приспевающего смешанного двухярусного древостоя . . . . .	13
Д. А. Усова, А. С. Козобродов. Остаточные количества препаратов 2,4-Д в пищевых, кормовых продуктах и почвах в лиственно-хвойных молодняках средней подзоны тайги . . . . .	16
А. Х. Ошкаев, Г. В. Стадницкий. О пестицидах новой генерации в лесозащите . . . . .	19
Г. А. Ширяева, Т. С. Гутман, А. А. Яценко-Хмелевский. Изменение фотосинтетического аппарата изолированной ткани хвоя <i>Picea abies</i> (L.) Karst. при длительном воздействии 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты . . . . .	24
А. С. Тихонов. О формировании ельников на площадях равномерно-постепенных рубок в условиях высокого поголовья лесей . . . . .	28

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. В. Жуков, П. Ф. Рудницкий, В. А. Симанович, А. Р. Гороновский. Оценка влияния системы подрессоривания технологического оборудования на динамику колесного трелевочного трактора . . . . .	32
Б. В. Уваров, Р. Л. Коровкин, В. В. Шелкунов. Напряжения в слоистом основании от воздействия касательной нагрузки . . . . .	37
И. И. Федотов. Исследование надежности пильной шины бензиномоторной пилы МП-5 «Урал-2» . . . . .	43
М. М. Корунев, Н. Д. Тагильцев, В. И. Шустов. О методах гидравлических расчетов трапецидальных каналов и дорожных водоотводных канав . . . . .	48

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

В. К. Пашков, А. С. Красиков. Коэффициенты теплоотдачи охлаждаемых дисков пил . . . . .	52
А. А. Санников, А. М. Витвинин, В. П. Сиваков, С. А. Мишин, Ю. Н. Завьялов, В. И. Музыкантова, А. М. Клепалов, А. Г. Цибилев. Вибрационная диагностика и нормирование колебаний бумагоделательных машин . . . . .	54
А. И. Озерский. О механизме трения скольжения древесины . . . . .	59
Л. Г. Невзорова, Э. М. Лаутнер. Методика исследования движения щепы, выбрасываемой в воздушную струю . . . . .	64
А. Н. Смольянов. Плотность древесины и ее использование в оценке надземной фитомассы в культурах дуба . . . . .	68

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Л. П. Коврижных, А. А. Эльберт, Е. Н. Рязанцев. Исследование кинетики процесса поликонденсации фенолоформальдегидного связующего с помощью метода математического моделирования . . . . .	72
Л. А. Миловидова, Г. А. Пазухина, А. П. Тимофеев. Изучение физико-химических свойств беленых высокооблагороженных содово-сульфит-сульфатных целлюлоз . . . . .	77
Г. К. Уткин, Н. И. Коршунова, С. И. Василевская, Н. И. Латош. Исследование взаимодействия глицеринового эфира канифоли с фурфурольно-ацетоновым мономером . . . . .	81
Н. А. Максименко, С. Н. Горшин. О воздействии высоких температур на препараты, предназначенные для защиты древесины от биоразрушения и возгорания . . . . .	85

## КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

- В. М. Холманских.* Исследование потоков отказов электрооборудования по грузочно-штабелевочных кранов . . . . . 89
- В. П. Балакшин, П. И. Потеряев.* К вопросу о моделировании процесса электропотребления деревообрабатывающего предприятия . . . . . 93
- В. А. Александров.* К вопросу исследования деятельности операторов лесосечных машин манипуляторного типа . . . . . 98
- В. В. Огурцов.* Определение оптимального количества градаций при сортировке конструкционных пиломатериалов по прочности . . . . . 100

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Е. С. Романов.* Оценка напряженности планов в лесозаготовительной промышленности . . . . . 104
- Я. В. Остапенко.* О критерии и показателях перспективного планирования лесных зон отдыха . . . . . 106

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Н. М. Гузь.* О строении корневых систем граба обыкновенного . . . . . 110
- Я. Я. Петров.* Классификация тонов и цветов для целей лесного дешифрирования аэроснимков . . . . . 113
- А. А. Щуревич.** Влажность низинного торфа и ее изменение при обработке . . . . . 114
- А. П. Брагин.* Определение объема грузовой работы на участке сухопутной сортировки бревен перед лесопильным цехом . . . . . 116

### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- В. С. Моисеев.* К 100-летию со дня рождения Н. В. Третьякова . . . . . 119
- С. А. Неволин.* Первая русская лесозаготовительная инструкция и ее значение (к 150-летию издания) . . . . . 120

### НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Б. Н. Уголев.* Третий международный симпозиум по фундаментальным исследованиям древесины . . . . . 123
- Ф. А. Медников.* Совещание по осмолотехнологическому производству и подсочке леса . . . . . 125

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- С. Ф. Негруцкий.* Книга по экологической анатомии древесных пород . . . . . 126

### ЮБИЛЕИ

- Г. В. Стадницкий, О. А. Катаев, А. И. Воронцов, А. М. Бортник, А. В. Гороховников, Л. Н. Щербакова, Г. И. Голутвин, В. П. Гребенщикова, Л. С. Голутвина, А. Х. Ошкаев, Ф. В. Наумов.* Петру Артемьевичу Положенцеву — 80 лет . . . . . 128
- Коллектив Ленинградской лесотехнической академии, редколлегия «Лесного журнала».* Виктор Михайлович Никитин (к 70-летию со дня рождения) . . . . . 129

### НЕКРОЛОГ

- К. К. Калуцкий, И. С. Мелехов, Н. А. Моисеев, А. Г. Мошкалев, Е. С. Мурахтанов, Д. П. Столяров, В. Н. Валяев, М. И. Гальперин, Н. П. Телегин, М. В. Рубцов, И. В. Логвинов, О. Н. Венцель, А. И. Кострюков, И. А. Нахабцев, Е. В. Полянский, И. В. Борисова, В. Т. Кузнецова.* Памяти А. А. Байтина . . . . . 130

- Рефераты . . . . . 136
- Указатель статей, помещенных в «Лесном журнале» в 1980 г. . . . . 140

## G O N T E N T S

### FORESTRY

<i>P. V. Voropanov.</i> Analysis of sprung growth process in growing tree . . . . .	3
<i>N. A. Babich.</i> Some questions of changeability of tree diameters in pine cultures . . . . .	7
<i>V. V. Uspensky.</i> Changeability of pine wood density and its utilization in weight estimation . . . . .	9
<i>A. P. Zvirbul.</i> Influence of nitroammophoska on the increment of repening mixed two-storied forest . . . . .	13
<i>D. A. Usova, A. S. Kozobrodov.</i> Remaining quantities of 2,4-D preparations in food and fodder products as well as in soils of middle taiga subzone mixed undergrowth . . . . .	16
<i>A. H. Oshkaev, G. V. Stadnitsky.</i> On new generation pesticides in forest protection . . . . .	19
<i>G. A. Shiryayeva, T. S. Gutman, A. A. Yatsenko-Khmelevsky.</i> Changing of photosynthetic apparatus of isolated tissue of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. needles under the protracted influence of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid . . . . .	24
<i>A. S. Tikhonov.</i> On formation of spruce forests on successive felling areas in the conditions of high population of elks . . . . .	28

### FOREST EXPLOITATION

<i>A. V. Zhukov, P. F. Rudnitsky, V. A. Simanovich, A. R. Goronovsky.</i> Estimation of the influence of technological equipment spring-loaded system on the wheel skidding tractor dynamics . . . . .	32
<i>B. V. Uvarov, R. L. Korovkin, V. V. Shchelkunov.</i> Stresses in flaky foundation under the influence of tangent load . . . . .	37
<i>I. I. Fedotov.</i> Investigation of reliability of MP-5 „Urals-2“ petrol chain saw bar . . . . .	43
<i>M. M. Korunov, N. D. Tagiltsev, V. I. Shustov.</i> On the methods of hydraulic calculations of trapezoidal canals and road drainage ditches . . . . .	48

### MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>V. K. Pashkov, A. S. Krasikov.</i> Heat-transfer coefficient of cooled saw disks . . . . .	52
<i>A. A. Sannikov, A. M. Vitvinin, V. P. Sivakov, S. A. Mishin, Yu. N. Zavyalov, V. I. Muzykantova, A. M. Klepalov, A. G. Tsibilev.</i> Vibration diagnostics and standartization of oscillations of papermaking machines . . . . .	54
<i>A. I. Ozersky.</i> On wood friction-sliding mechanism . . . . .	59
<i>L. G. Nevzorova, E. M. Lautner.</i> Method of investigating movement of chip thrown into air current . . . . .	64
<i>A. N. Smolyanov.</i> Wood density and its use for over ground phytomass evaluation in oak cultures . . . . .	68

### CHEMICAL WOODWORKING

<i>L. P. Kourizhnikh, A. A. Elbert, E. N. Ryazantsev.</i> Investigation of kinetics of phenol-formaldehyde adhesive polycondensation process by the method of mathematical model . . . . .	72
<i>L. A. Milovidova, G. A. Pazukhina, A. P. Timofeev.</i> Studying physical and mechanical properties of bleached highly refined soda-sulphite pulp . . . . .	77
<i>G. K. Utkin, N. I. Korshunova, S. I. Vasilevskaya, N. I. Latosh.</i> Investigation of gum glycerol ester interaction with furfural-acetone monomer . . . . .	81
<i>N. A. Maksimenko, S. N. Gorshin.</i> On the effect of high temperatures upon substances used for protecting wood against biodecay and fire . . . . .	85

### COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

<i>V. M. Kholmanskikh.</i> Investigation of refusals torrents of electric equipment of loading-stacking cranes . . . . .	89
--	----

V. P. Balakshin, P. I. Poteryaev. To the problem of modelling the process of energy consumption at a woodworking enterprise . . . . .	93
V. A. Aleksandrov. To the problem of investigation operators' work at manipulator type woodcutting machines . . . . .	98
V. V. Ogurtsov. Determining optimum quantity of grades when strength grading constructional lumber . . . . .	100
<b>ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION</b>	
E. S. Romanov. How to evaluate intensity of plans in forest exploitation . . .	104
Ya. V. Ostapenko. On the criterion and indices of perspective planning of forest recreation zones . . . . .	106
<b>SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE</b>	
N. M. Guz. Structure of root systems of hornbeam . . . . .	110
Ya. Ya. Petrov. Classification of colours and tones for purposes of forest deciphering aerial photographs . . . . .	113
<b>A. A. Shchurevich</b> . Moisture content of low place peat and its change when working . . . . .	114
A. P. Bragtn. Determination of loading work volume on the place of land sorting logs in front of sawmilling shop . . . . .	116
<b>FROM HISTORY OF SCIENCE</b>	
V. S. Moiseev. For the centenary of N. V. Tretyakov's birth . . . . .	119
O. A. Nevolin. The first Russian forest organization instructions (for the 150-th anniversary of its publication) . . . . .	120
<b>SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS</b>	
B. N. Ugolev. The third international symposium on fundamental wood studies	123
F. A. Mednikov. The conference on pech storing production and tapping . . .	125
<b>CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY</b>	
S. F. Negrutsky. The book on ecological anatomy of wood species . . . . .	126
<b>JUBILEES</b>	
G. V. Stadnitsky, O. A. Kataev, A. I. Vorontsov, A. M. Bortnik, A. V. Gorokhovnikov, L. N. Shcherbakova, G. I. Golutvin, V. P. Grebenshchikova, L. S. Golutvina, A. H. Oshkaev, F. V. Naumov, P. A. Polozentsev — 80 years old . . . . .	128
Collective of Leningrad Forest Technical Academy, editorial Board of "Forest Journal". V. M. Nikitin (for his 70-th birthday) . . . . .	129
<b>NECROLOG</b>	
K. K. Kalutsky, I. S. Melekhov, N. A. Moiseev, A. G. Moshkalev, E. S. Murakhtanov, D. P. Stolyarov, V. N. Valyaev, M. I. Galperin, N. P. Telegin, M. V. Rubtsov, I. V. Logvinov, O. N. Ventsel, A. I. Koztryukov, I. A. Nakhabtsev, E. V. Polyansky, I. V. Borisova, V. T. Kuznetsova. Memory of A. A. Baitin . . . . .	130
Referates . . . . .	136
Index of the articles published by "Forest Journal" in 1980 . . . . .	140



## РЕФЕРАТЫ

УДК 630\*56

**Анализ хода роста ствола растущего дерева.** ВОРОПАНОВ П. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 3.

Зарегистрирована синхронность в изменениях у дерева коэффициентов по диаметру на высоте груди без коры с коэффициентами по объему ствола. Используя возрастной бурав, получая коэффициенты по диаметру за необходимые периоды жизни дерева и применяя формулу связи упомянутых коэффициентов, можно с высокой достоверностью осуществлять анализ хода роста ствола растущего дерева. Табл. 4.

УДК 630\*232 : 630\*521.1

**Некоторые вопросы изменчивости диаметров деревьев в культурах сосны.** БАБИЧ Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 7.

Установлена логарифмическая связь изменчивости диаметров деревьев на высоте груди в зависимости от среднего диаметра основного элемента леса сосняков естественного и искусственного происхождения. Освещаются материалы исследования изменчивости диаметров деревьев в зависимости от метода создания культур. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*812 : 630\*5

**Изменчивость плотности древесины сосны и ее использование в весовой таксации.** УСПЕНСКИЙ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 9.

Изучены закономерности изменения плотности древесины сосны по территории СССР. Плотность зависит от района произрастания деревьев, возраста и происхождения. Приведен ряд плотности сосновой древесины в абс. сухом состоянии в зависимости от возраста. Даны рекомендации по определению массы ствольной древесины через запас и плотность. На конкретном примере доказана высокая точность (не ниже  $\pm 5\%$ ) предложенного способа. Табл. 5. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*237

**Влияние нитроаммофоски на прирост приспевающего смешанного двухярусного древостоя.** ЗВИРБУЛЬ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 13.

Оценивается шестилетнее влияние нитроаммофоски марки 16 в средних и повышенных дозах (192—480 кг/га) на радиальный и объемный периодический прирост березы, имеющей коэффициент состава 1,1—4,2, сосны и ели суммарно. Абсолютная эффективность применения удобрения для березы составила 0,6—3,7 м<sup>3</sup>/га, окупаемость 1 р. затрат 0,92—1,30, сосны и ели — 3,7—17,7 м<sup>3</sup>/га при окупаемости 1 р. затрат — 2,03—2,57. При внесении высоких доз удобрений береза более пластична, чем хвойные породы. Для прогноза эффективности березы, в условиях сосняка кислочно-черничного со вторым ярусом ели, рекомендуются два уравнения. Ил. 1. Табл. 4. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 632.954

**Остаточные количества препаратов 2,4-Д в пищевых, кормовых продуктах и почвах в листовенно-хвойных молодняках средней подзоны тайги.** УСОВА Д. А., КОЗОБРОДОВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 16.

Приведены сведения о количественном содержании препаратов 2,4-Д в пищевых, кормовых продуктах и почвах на участках листовенно-хвойных молодняков после химической их обработки.

Спустя 11—33 дн. после применения препаратов 2,4-Д (бутилового эфира и аминной соли) содержание остаточных веществ составило (в мг/кг сухого вещества): в почве — 0,12—0,3; в съедобных грибах — 0,5—1,2; в различных ягодах — 0,1—0,2; в листьях и стеблях брусники, малины — 0,2—0,5; в зеленых мхах — 0,2—0,6; в траве — 0,4—1,0; в злаках — 0,6—2,0. Количество остаточных веществ препаратов 2,4-Д в различных видах пищевой и кормовой продукции явно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), принятые у нас в стране (0,05 мг/кг). Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*41.

**О пестицидах новой генерации в лесозащите.** ОШКАЕВ А. Х., СТАДНИЦКИЙ Г. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 19.

В качестве новых инсектицидных препаратов предложены живица и не имеющий полного сбыва отход камфарного производства — кареновая фракция скипидара (скипидар без линена). Предложены способы приготвления стойких водных эмульсий из этих веществ, разработаны режимы защитных мероприятий. Табл. 3. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 581.143.6

**Изменение фотосинтетического аппарата изолированной ткани хвой *Picea abies* (L.) Karst. при длительном воздействии 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты.** ШИРЯЕВА Г. А., ГУТМАН Т. С., ЯЩЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 24.

В зеленой каллусной ткани хвой ели, растущей в изолированной культуре на среде с  $\alpha$ -НУК, количество хлорофилла и ультраструктура хлоропластов соответствуют молодой хвое ели, и в спектре второй производной абсорбции ( $D''$ ) имеются все максимумы, характерные для нативных компонент пигментной системы зеленого растения.

Под действием 2,4-Д содержание хлорофилла снижилось за шесть лет в 6—8 раз, произошло набухание и уменьшение количества тилакоидов и числа гран в хлоропласте, обнаружены нарушения в спектрах  $D''$  в области поглощения цитохромов (420 и 570 нм), каротиноидов (470—500 нм) и снежного максимума хлорофиллов (440 нм). Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630\*23 : 630\*181.42

**О формировании ельников на площадях равномерно-постепенных рубок в условиях высокого поголовья лесей.** ТИХОНОВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 28.

Анализируются результаты изменения таксационной характеристики древостоя на пяти пробных площадях, на которых в 1957—1964 гг. был осуществлен последний прием равномерно-постепенной рубки. Рассматривается многосторонняя роль леса в лесовыращивании. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 629.11.014.533 : 630\*375.4

**Оценка влияния системы подрессоривания технологического оборудования на динамику колесного трелевочного трактора.** ЖУКОВ А. В., РУДНИЦКИЙ П. Ф., СИМАНОВИЧ В. А., ГОРОНОВСКИЙ А. Р. Изв.

высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 32.

Приведены экспериментальные данные, характеризующие динамику колесного трелевочного трактора класса 30 кН при погружно-разгрузочных операциях, установившемся и неустановившемся движении по лесным дорогам и волокам. Приведено описание и результаты испытаний новой системы подпрессоривания технологического оборудования трелевочного трактора. Доказана целесообразность ее использования. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 539.319 : 625.8

**Напряжения в слоистом основании от воздействия касательной нагрузки.** УВАРОВ Б. В., КОРОВКИН Р. Л., ЩЕЛКУНОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 5, с. 37.

Получены выражения для всех компонентов напряжений в слоистом основании от касательной нагрузки. Касательное усилие равномерно распределено по площади прямоугольника, равновеликого отпечатку колеса. Используется решение теории упругости. Расчет ведется на ЭВМ. Приведен пример. Ил. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*362.7 : 621.93.023.19

**Исследование надежности пильной шины бензиномоторной пилы МП-5 «Урал-2».** ФЕДОТОВ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 43.

Дан анализ отказов пильной шины и причин их возникновения; исследовано влияние квалификации вальщика и других факторов на надежность пильной шины; качественно оценены фактический уровень надежности и ресурс шины; установлен закон распределения отказов и его параметры; указаны пути повышения надежности пильной шины. Ил. 3. Табл. 2.

УДК 532.5.074 : 626.34

**О методах гидравлических расчетов трапециевидных каналов и дорожных водоотводных канав.** КОРУНОВ М. М., ТАГИЛЬЦЕВ Н. Д., ШУСТОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 48.

Предложен упрощенный способ определения глубины заполнения трапециевидных каналов и канав, дающий практически одинаковые результаты по сравнению с трудоемким методом подбора. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.934 : 536.24

**Коэффициенты теплоотдачи охлаждаемых дисков пил.** ПАШКОВ В. К., КРАСИКОВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 52.

Приведены методика и результаты многофакторных экспериментов по исследованию коэффициентов теплоотдачи дисков, охлаждаемых на спокойном воздухе, направленной струей воздуха, низкоапорной струей воды и водо-воздушной смесью. Даны рекомендации по выбору охлаждающих сред и их расходу, а так же по конструктивным параметрам системы подачи охлаждающих сред на диск. Табл. 2.

УДК 676.2.052

**Вибрационная диагностика и нормирование колебаний бумагоделательных машин.** САННИКОВ А. А., ВИТВИНИН А. М., СИВАКОВ В. П., МИШИН С. А., ЗАВЬЯЛОВ Ю. Н., МУЗЫКАНТОВА В. И., КЛЕПАЛОВ А. М., ШИБИЛЕВ А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 54.

Обобщены результаты исследований вибродиагностики технического состояния узлов бумагоделательных машин с целью предот-

вращения аварийных отказов и прогнозирования остаточного ресурса составных частей машины; вибродиагностики бумагоделательных машин перед их модернизацией для обоснования путей модернизации и рабочих параметров машин после модернизации, а также после монтажа с целью оценки качества изготовления и монтажа машины. Рассмотрены вопросы диагностики причин и факторов, отрицательно воздействующих на качественные показатели бумажного полотна. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*812 : 539.62

**О механизме трения скольжения древесины.** ОЗЕРСКИЙ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 59.

Предложено объяснение механизма трения древесины. Выведена и подтверждена экспериментально качественная зависимость коэффициента трения древесины от ряда факторов. Ил. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 62-493

**Методика исследования движения щепы, выбрасываемой в воздушную струю.** НЕВЗОРОВА Л. Г., ЛАУТНЕР Э. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 64.

Решена задача о движении единичной частицы щепы, выбрасываемой в воздушную струю. Дана методика расчета траектории, скорости полета частицы. В качестве примера вычислены траектории частиц различных размеров при разных начальных скоростях движения воздуха. Предлагаемую методику можно использовать при проектировании приемных устройств для щепы, образующейся в дисковых рубильных машинах с безударным удалением щепы. Ил. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*812

**Плотность древесины и ее использование в оценке надземной фитомассы в культурах дуба.** СМОЛЬЯНОВ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 68.

Установлено, что статистически определенная средняя плотность древесины дуба искусственного происхождения не зависит от условий местопроизрастания и фенологических форм, существенное влияние на нее оказывает возраст. Определены массы стволовой древесины с использованием средней плотности дает высокие показатели точности. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 678.6 : 541.127

**Исследование кинетики процесса поликонденсации фенолоформальдегидного связующего с помощью метода математического моделирования.** КОВРИЖНЫХ Л. П., ЭЛЬБЕРТ А. А., РЯЗАНЦЕВ Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 72.

Проведены исследования кинетики процесса поликонденсации фенолоформальдегидной смолы СФЖ-3014 и модифицированного связующего, содержащего смолу СФЖ-3014 и 1%  $Al_2(SO_4)_3$ . Применяли метод математического моделирования на аналоговой вычислительной машине. Определены константы скорости и энергия активации элементарных процессов. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 661.728.2

**Изучение физико-химических свойств беленых высокоблагороженных содово-сульфит-сульфатных целлюлоз.** МИЛОВИДОВА Л. А., ПАЗУХИНА Г. А., ТИМОФЕЕВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 77.

Показано, что полученные по различным режимам варки и отбелки образцы содово-сульфит-сульфатных беленых целлюлоз соот-

ветствуют требованиям, предъявляемым к целлюлозе для полинозного волокна, и по ряду показателей превосходят образцы сульфит-сульфатной целлюлозы и «Полине-Q». Ил. 3. Табл. 4. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 668.478.28 : 543.422

**Исследование взаимодействия глицеринового эфира канифоли с фурфурольно-ацетоновым мономером.** УТКИН Г. К., КОРШУНОВА Н. И., ВАСИЛЕВСКАЯ С. И., ЛАТОШ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 81.

Методами электронной и ИК-спектроскопии исследовано взаимодействие глицеринового эфира канифоли с фурфурольно-ацетоновым мономером при разных температурах и соотношениях исходных веществ. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 54-4 : 630\*41

**О воздействии высоких температур на препараты, предназначенные для защиты древесины от биоразрушения и возгорания.** МАКСИМЕНКО Н. А., ГОРШИН С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 85.

Изложены результаты исследований по изучению изменений, происходящих с огнебиозащитными препаратами при воздействии на них высоких температур. Установлен механизм огнезащитного действия препаратов. Ил. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 621.31 : 621.873/.875

**Исследование потоков отказов электрооборудования погрузочно-штабелечных кранов.** ХОЛМАНСКИХ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 89.

В результате проверки однородности статистической информации об отказах электрооборудования погрузочно-штабелечных кранов выявлено, что надежность электрооборудования существенно зависит от вида используемых грузозахватных приспособлений (стропы, рейфер). Методами математической статистики доказан пуассоновский характер потоков отказов электрооборудования погрузочно-штабелечных кранов на нижних складах. Приведены параметры потоков. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 621.316.176.016.3.001.24

**К вопросу о моделировании процесса электропотребления деревообрабатывающего предприятия.** БАЛАКШИН В. П., ПОТЕРЯЕВ П. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 93.

Выведено предложение при определении расчетной нагрузки группы электроприемников промышленного предприятия использовать вероятностно-статистическую модель, параметрами которой являются эффективное число электроприемников, эквивалентная нагрузка эффективного электроприемника, коэффициент использования и среднее квадратичное отклонение нагрузки от средней.

Приведены результаты экспериментальных исследований некоторых статистических характеристик графиков электрических нагрузок деревообрабатывающего предприятия. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*36

**К вопросу исследования деятельности операторов лесосечных машин манипуляторного типа.** АЛЕКСАНДРОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 98.

Приведены результаты экспериментальных исследований операторской деятельности по управлению лесосечной машиной. Выполнен анализ полученных статистических данных и установлены факторы, влияющие на работу операторов. Ил. 3.

УДК 674.09-791.8

**Определение оптимального количества градаций при сортировке конструктивных пиломатериалов по прочности.** ОГУРЦОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 100.

Найдена зависимость экономической эффективности прочностной сортировки от количества сортовых градаций. Ее анализ позволил установить, что оптимальным вариантом сортировки конструктивных пиломатериалов по прочности является их сортировка на четыре группы. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 65.012.2 : 630\*79

**Оценка напряженности планов в лесозаготовительной отрасли.** РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 104.

Показано, что в лесозаготовительной промышленности, где все еще ощутима зависимость от климатических условий, напряженность плановых заданий следует оценивать по отношению к средним показателям за три предшествующих года или к среднегодовому уровню прошлой пятилетки. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*907 : 65.012.2

**О критерии и показателях перспективного планирования лесных зон отдыха.** ОСТАПЕНКО Я. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 106.

На конкретном опыте Черкасской области УССР предлагаются основные направления совершенствования перспективного планирования рекреационного лесопользования. Обосновываются выбор критерия эффективности функционирования лесных зон отдыха, а также система показателей перспективного плана, удовлетворяющего требованиям эколого-экономического критерия. Библиогр. список: 23 назв.

УДК 631.573 : 674.031.632.122

**О строении корневых систем граба обыкновенного.** ГУЗЬ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 110.

Показано, что граб обыкновенный на серых лесных почвах к 15-летнему возрасту образует корневую систему, состоящую из горизонтальных корней 1-го порядка с ответвлениями до 7—8-порядков и стержневого корня с ответвлениями до 7-порядка. Горизонтальные корни доминируют по массе и длине у всех групп роста. Характер строения корневой системы, степень развития ее горизонтальной и вертикальной части зависит от положения дерева в насаждении. Основная масса корней сосредоточена в слое почвы 0—25 см, где они составляют 83,9% массы и 70,3% длины. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 528.77 : 630\*

**Классификация тонов и цветов для целей лесного дешифрирования аэрофотоснимков.** ПЕТРОВ Я. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 113.

Разработана специальная классификация для целей лесного дешифрирования, основанная на анализе имеющихся классификаций и изучении наиболее характерных тонов и цветов лесных объектов на аэроснимках. Предлагаемая шкала тонов состоит из пяти ступеней, начиная от белого до черного. Шкала цветов делится на четыре группы, по три цвета в каждой, которые могут быть светлыми и темными. Применение данной классификации будет способствовать облегчению определения тонов и цветов и идентичности наименований, что позволит улучшить дешифрирование лесных объектов на аэроснимках. Табл. 1.

УДК 630\*114.444 : 630\*114.12

**Влажность низинного торфа и ее изменение при обработке.** ЩУРЕВИЧ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 114.

Испытания в Полесской низменности разных способов обработки почвы при лесокультурном освоении осушенного низинного болота показали, что наиболее благоприятные для жизни посадок условия создаются: в условиях избыточного увлажнения — при формировании микроповышений (валов, пластов, холмиков) на достаточно дренированных участках — при глубокой обработке (вспахиве, рыхлении). Табл. 2.

УДК 630\*526

**Определение объема грузовой работы на участке сухопутной сортировки бревен перед лесопильным цехом.** БРАГИН А. П. Изв.

высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 116.

Рассмотрено движение бревен перед лесопильным цехом после их сортировки. Получена формула для расчета коэффициента увеличения объема перемещаемого сырья. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*648

**Первая русская лесоустроительная инструкция и ее значение (к 150-летию издания).** НЕВОЛИН О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 120.

Раскрывается основное содержание и значение инструкции 1830 г. в развитии отечественного лесного хозяйства, как первого русского обстоятельного сочинения по лесоустройству, явившегося замечательным предшественником общей русской лесоустроительной инструкции 1845 г. Библиогр. список: 12 назв.

# УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»

в 1980 г.

## ПЕРЕДОВЫЕ

- Войчал П. И. Новые законы об охране окружающей среды. № 4—3.  
Федотова Е. Д. Идеи В. И. Ленина претворим в жизнь. № 1—3.  
Федотова Е. Д. Север Европейской России в трудах В. И. Ленина (дооктябрьский период). № 2—8.  
Федотова Е. Д. Навстречу XXVI съезду КПСС. № 5—3.  
Чудинов И. А. Учиться ленинскому стилю работы. № 2—5.  
Чудинов И. А. Молодой специалист в коллективе. № 3—3.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Алексеев В. А. Сравнительная оценка воздействия ретардантов ХХХ и алара на мелколиственные породы. № 4—27.  
Астролюгова Л. Е. К вопросу о биологической и хозяйственной продуктивности луговиковых вырубок. № 1—21.  
Бабич Н. А. Некоторые вопросы изменчивости диаметров деревьев в культурах сосны. № 6—7.  
Баранов А. И., Землянухин А. И. Повышение эффективности работы машины для механической обработки семян. № 3—24.  
Ботпанаева К. Б. Влияние сернистого ангидрида на состояние пигментной системы изолированной зеленой хвои ели. № 2—30.  
Вавилов С. В., Дмитриев И. Д., Любимов А. В. Взаимосвязи и соотношение таксационных и дешифровочных показателей в березняках. № 5—22.  
Васильев М. Е. Оптимизация влагобаланса в системе лесных полос сухой степи Казахстана. № 1—15.  
Воропанов П. В. Анализ хода роста ствола растущего дерева. № 6—3.  
Гальперин М. И. Динамика древостоев пригородных ландшафтов. № 3—16.  
Гутман Т. С., Ширяева Г. А., Яценко-Хмельевский А. А. О возможности сохранения фитоценологических связей при совместной культуре ткани. № 5—18.  
Давидов М. В. К вопросу о географических закономерностях роста древостоев и таксационном районировании лесов. № 4—13.  
Еремин В. М., Нитченко Н. Д. Структурные основы устойчивости интродуцированных видов *Abies*. № 1—12.  
Забелло К. Л., Цыкунов И. А., Цай В. В. Влияние березы на состав гумуса почв под сосновыми насаждениями. № 4—6.  
Звируль А. П. Влияние нитроаммофоски на прирост приспевающего смешанного двухъярусного древостоя. № 6—13.  
Ипатов Л. Ф. Рост опытных культур С. В. Алексеева, созданных методом посадки сосны. № 5—10.  
Карамышев В. Р. Расчет новой конструкции предохранительной муфты лесных фрез. № 1—25.  
Кишенков Ф. В., Шошин В. И. К оценке роста и физиологического состояния деревьев в полезащитных лесных полосах Алтайского края. № 3—29.  
Коновалов Н. А., Щавровский В. А., Сурин М. М., Клебанов А. Л., Удилов В. В., Петерсон О. А. Повышение продуктивности хвойных лесов Урала. № 2—16.  
Леплинский Ю. И. О сравнительной длине волокон *Pinus sylvestris* L. и *P. sibirica* Muug. № 4—30.  
Львов П. Н., Ипатов Л. Ф., Климов Р. Н., Плохов А. А. К вопросу использования арборицидов для разреживания смешанных молодняков. № 2—13.  
Максименко А. П. Рост и долговечность древесных пород на ракушечниках восточного Приазовья. № 5—27.  
Мелехов И. С. Капитальный вклад в познание природы (к 100-летию со дня рождения В. Н. Сукачева). № 3—5.  
Мозолева Е. Г., Галасьева Т. В., Коршункова В. П. Анализ состояния ельников Волжско-Камского заповедника и причин их усыхания. № 4—20.  
Мочалов С. А., Еремин В. М. Особенности анатомического строения коры и смолопродуктивности различных форм ели сибирской. № 2—26.  
Ошкаев А. Х., Стадницкий Г. В. О перспективах новой генерации в лесозащите. № 6—19.  
Ошкаев А. Х., Стадницкий Г. В., Феонтистов В. В., Феонтистова С. Г. Применение биологических активных веществ хвойных деревьев для защиты леса от насекомых. № 5—15.  
Попов В. К. Особенности взаимоотношений сосны и березы в культурах. № 1—9.  
Синицын С. Г. Критерий смены пород. № 3—13.  
Сметанин Г. М., Ошкаев А. Х. Условия зимовки и регуляция численности смолевки сосновых шишек в Ленинградской области. № 4—13.  
Соколов С. В. Особенности показателей обобщенного распределения числа стволов модальных сосновых древостоев. № 2—23.  
Соколов С. В. Корреляция таксационных показателей деревьев в насаждениях Урала. № 5—8.  
Тихонов А. С. Некоторые аспекты развития классификации типов леса В. Н. Сукачева. № 4—10.  
Тихонов А. С. О формировании ельников на площадях равномерно-постепенных рубок в условиях высокого поголовья лосей. № 6—28.  
Тябера А. П. Принципы исследований строения древостоев по толщине деревьев. № 1—5.  
Тябера А. П. Вопросы территориального размещения деревьев в сосновых древостоях. № 5—5.  
Усова Д. А., Козобродов А. С. Остаточные количества препаратов 2,4-Д в пищевых, кормовых продуктах и почвах в листовенно-хвойных молодняках средней подзоны тайги. № 6—16.  
Успенский В. В. Изменчивость плотности древесины сосны и ее использование в весовой таксации. № 6—9.

- Феклистов П. А. Изменчивость площади годичного слоя по высоте ствола. № 3—21.
- Хохрин А. В. О разилиции левой и правой форм сосны крымской по урожаю шишек. № 3—26.
- Шапкин О. М., Шкаринов С. Л. Влияние удобрений и фитогормонов на прирост культур ели по диаметру. № 4—25.
- Ширяева Г. А., Гутман Т. С., Яценко-Хмелевский А. А. Изменение фотосинтетического аппарата изолированной ткани хвои *Picea abies* (L.) Karst. при длительном воздействии 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты. № 6—24.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Алябьев В. М. Метод определения вероятностных центров электрических нагрузок лесопромышленных объектов. № 3—46.
- Алябьев В. М. Гармонический анализ колебаний электропотребления лесопромышленных предприятий. № 4—49.
- Бурян Е. С. О нагруженности трансмиссии лесовозного автомобиля МАЗ-509. № 1—37.
- Варава В. И. Синтез тяговых характеристик лесного тягача. № 5—35.
- Высоцкий М. С., Жунов А. В., Кадолюк Л. И., Абрамович К. Б., Смейн А. И., Папко Б. А. Экспериментальные исследования влияния конструкции подвески прицепов-роспусков на плавность хода лесовозных поездов МАЗ. № 3—43.
- Дергунов Н. П., Силунов Ю. Д. Подвеска лесовозных машин с заданными динамическими и статическими свойствами при наличии ограничений. № 4—33.
- Дуров А. В. О повышении топливной экономичности тепловозов лесовозных УЖД. № 5—39.
- Жунов А. В. Сравнительная оценка плавности хода трелевочных тракторов. № 5—30.
- Жунов А. В., Рудницкий П. Ф., Симанович В. А., Гороновский А. Р. Оценка влияния системы поддрессирования технологического оборудования на динамику колесного трелевочного трактора. № 6—32.
- Коровин Р. Л. Расчет вертикальных колебаний лесовозного автопоезда со ступенчатой жесткостью пакета хлыстов. № 3—52.
- Коротяев Л. В., Ростовцев А. В. Влияние параметров пачки деревьев и хлыстов на коэффициент сопротивления их волочению при трелевке. № 4—36.
- Корунов М. М., Тагильцев Н. Д., Шустов В. И. О методах гидравлических расчетов трапецидальных каналов и дорожных водоотводных канав. № 6—48.
- Ленюк Г. К., Меншуткин Я. Г., Савченко Н. С. Нормальные функции и собственные частоты колебаний автомобильных пакетов. № 1—34.
- Марченко П. Ф. Перераспределение радиальных реакций на колеса автовоза при движении на повороте. № 2—38.
- Меньшиков В. Н. Влияние таксационных показателей лесосек на производительность тракторов при работе с подсортировкой. № 2—35.
- Меньшиков В. Н. Влияние подсортировки деревьев на производительность трелевочных тракторов с бесчоторным оборудованием. № 3—39.
- Морозов С. И., Попов М. В. Квазилинейная модель температурно-напряженного железнодорожного пути. № 1—29.
- Петров А. Ф. К вопросу совершенствования привода лесотранспортной установки с тягово-несущим канатом. № 2—43.
- Питухин А. В., Лобашев В. Д., Ефимов Ю. Т., Шабров Н. Н. Применение метода конечных элементов к определению напряженно-деформированного состояния грунта под опорной поверхностью гусеничного движителя. № 4—43.
- Репринцев Д. Д., Меремьянич Ю. И. Вероятностная оценка безопасности погрузочно-разгрузочных работ. № 1—43.
- Табулин А. И. Весовой метод учета лесоматериалов. № 5—44.
- Уваров Б. В., Коровин Р. Л., Щелкунов В. В. Напряжение в слоистом основании от воздействия касательной нагрузки. № 6—37.
- Федотов И. И. Исследование надежности пыльной шины бензинодвигательной пилы МП-5 «Урал-2». № 6—43.
- Харитонов В. Я. О движении бревен по гидротолкам. № 4—45.
- Чекалин К. А. О первом этапе активного торможения плота при остановке лебедочным агрегатом. № 3—33.
- Чернцов В. А., Александров В. А. Исследование динамической нагруженности формировщика плотов береговой сплотки. № 2—46.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Апостол А. В. Прочность и деформативность втулок контурного прессования. № 1—61.
- Бова Ю. А. Влияние некоторых особенностей лучения толстого шпона на его выход. № 1—55.
- Борвинов А. М., Хабарова Г. П. Контроль прочности пиломатериалов на изгиб по площади проекций сучков. № 3—66.
- Волнова З. А. Система поставов и сортировки сырья при выработке крупных партий пиломатериалов. № 4—64.
- Гамов В. В. Влияние базисного сечения образца на предел прочности при скалывании вдоль волокон. № 1—58.
- Гарячая Е. М., Качан В. Ф. Влияние способа иницирования процесса отверждения полиэфирных покрытий на древесине на их физико-механические свойства. № 4—71.
- Губенко Л. А., Лукачев С. В., Полянов В. Е. Исследование модулей упругости древесины сучков. № 5—65.
- Доминик Я., Шутов Г. М. Об устойчивости модифицированной древесины против воздействия термитов. № 3—74.
- Ерыхов Б. П., Плотников А. П. Исследование связей структурных элементов в бумаге методом свободных крутильных колебаний. № 3—62.
- Есафова З. Я., Есафов В. Д. Определение оптимальных массовых параметров механизма подачи круглопильных станков циклического действия. № 4—68.
- Зарудная Г. И., Катаев О. А., Филиппов А. Е. Зависимость прочности антисептированной древесины от плотности и поглощения. № 1—53.
- Казанцев И. Я., Якимов И. В. Физико-механические свойства древесины сортов тополей. № 5—68.
- Ковылов Б. В., Новоселов Ю. В., Шнырев В. Т. Способ измерения влажности стружки. № 2—51.
- Лукачев С. В., Губенко Л. А. Экспериментальное исследование влияния различных факторов на прочность древесины при растяжении. № 3—70.

- Мазуркин П. М.** Мощность, затрачиваемая на фрикционную обработку древесины. № 2—55.
- Мазуркин П. М., Вожегов В. И., Кунов А. Н.** Изучение точения древесины круглыми резами. № 5—57.
- Невзорова Л. Г., Лаутнер Э. М.** Методика исследования движения щепы, выбрасываемой в воздушную струю. № 6—64.
- Носовский Т. А.** Оценка напряжений в зоне резания при обработке древесины. № 2—67.
- Обливин А. Н., Воскресенский А. К., Щеглов П. П.** Исследование тепло-массопереноса в древесностружечных и древесноволокнистых плитах. № 5—50.
- Озерский А. И.** О механизме трения скольжения древесины. № 6—59.
- Освенский Б. А., Федоров В. В.** Прочность фанеры в условиях сложного напряженного состояния. № 3—58.
- Отлев И. А.** Оптимизация режимов прессования древесностружечных плит. № 4—55.
- Пашов В. К., Красиков А. С.** Коэффициенты теплоотдачи охлаждаемых дисков пил. № 6—52.
- Потай А. А.** Влияние температуры резания на затупление и износ дисковых пил при пилене прессованной древесины. № 2—59.
- Санников А. А., Витвинин А. М., Сиванов В. П., Мишин С. А., Завьялов Ю. Н., Музыкантова В. И., Клепалов А. М., Цибилев А. Г.** Вибрационная диагностика и нормирование колебаний бумагоделательных машин. № 6—54.
- Сидоров И. И.** Улучшение технологии производства тарной дощечки. № 3—60.
- Смолянов А. Н.** Плотность древесины и ее использование в оценке надземной фитомассы в культурах дуба. № 6—68.
- Стукова Т. П., Невзорова Л. Г., Колесникова М. И., Малаховец Н. Я.** Определение границ диапазона частот запретных зон рубительных машин МРН-25, МРН-40, МРН-100. № 2—63.
- Шабалин Л. А., Виноградов В. Ф., Кливер В. И., Кучумов Е. Г., Новоселов В. Г., Соронин В. И.** Исследование и совершенствование конструкций лесопильных рам. № 4—60.
- Шабалин Л. А., Виноградов В. Ф., Кучумов Е. Г., Лебедев Л. Л.** Напряжения в пильной рамке от статических сил. № 5—61.
- Шаммаев В. А., Гребенцов А. В.** Модификация прессованной древесины расплавом мочевины. № 1—50.
- Ширяев Я. М., Казакова И. А., Заикина И. В.** Применение механики разрушения к анализу прочности пильного диска, ослабленного радиальной трещиной. № 1—47.
- Яцок А. И., Грицишин С. И.** Влияние термической обработки зерна на его капиллярность и на свойства абразивного инструмента. № 5—47.
- м-нитробензойной и коричной кислотами.** № 3—80.
- Бубенчиков М. А.** Набухание древесины кедр корейского при холодно-щелочной обработке. № 1—86.
- Бучнева А. И., Чадаев А. Е., Буренина Н. Н.** ИК-спектроскопия лигнина, модифицированного церезином. № 2—76.
- Гамова И. А., Лихачева Л. И., Юдинцева Л. А., Афанасьева Л. Н.** Прессованные материалы из опилок и каучуковых синтетических латексов. Технологические параметры получения плит из опилок. № 1—82.
- Гамова И. А., Лихачева Л. И., Юдинцева Л. А., Афанасьева Л. Н.** Прессованные материалы из опилок и каучуковых синтетических латексов. Изучение механизма образования полимердревесного материала. № 2—80.
- Зарубин М. Я.** О реакциях кислотно-основного взаимодействия лигнина с сильными кислотами. Реакции гетеролитической фрагментации в структурных единицах лигнина. № 1—72.
- Киприанов А. И., Митрофанова Л. М., Прохорчук Т. И., Посадов И. А.** Исследование термической устойчивости окислительных сульфатных целлюлоз. № 4—75.
- Коврижных Л. П., Эльберт А. А., Рязанцев Е. Н.** Исследование кинетики процесса поликонденсации фенолформальдегидного связующего с помощью метода математического моделирования. № 6—72.
- Корытцева В. Ф., Водзинский Ю. В., Латыпова В. З., Каргин Ю. М.** О механизме электроокисления гваякола и лигнина на графитовом электроде. № 2—82.
- Крупенский В. И., Долгая Т. В.** Спектрофотометрическое изучение комплексообразования железа (III) с ксилзой и глюкозой. № 1—75.
- Крупенский В. И., Долгая Т. В.** О превращениях ксилзы и фурфурола под влиянием солей хрома, алюминия и титана. № 5—86.
- Личутин А. Ф., Соколов О. М., Фесенко А. В.** Сопоставление кинетических параметров процесса делигнификации щепы рубительных машин и фрезерно-пильных агрегатов при сульфатной варке. № 5—81.
- Личутин Т. Ф., Ончурова И. И., Филипов Б. С.** Влияние ПАВ на полноту выделения смолистых веществ черного щелока. № 4—87.
- Максименко Н. А., Горшин С. Н.** О воздействии высоких температур на препараты, предназначенные для защиты древесины от биоразрушения и возгорания. № 6—85.
- Миловидова Л. А., Пазухина Г. А., Тимофеев А. П.** Влияние условий отбели высокооблагороженной содово-сульфит-сульфатной целлюлозы из березовой древесины на свойства беленой целлюлозы. № 1—78.
- Миловидова Л. А., Пазухина Г. А., Тимофеев А. П.** Изучение физико-химических свойств беленых высокооблагороженных содово-сульфит-сульфатных целлюлоз. № 6—77.
- Некрасов В. В., Некрасова Н. В.** Исследование энергии активации вязкотечения в растворах сульфатного лигнина. № 3—86.
- Пазухина Г. А., Дао Ши Шань.** Содово-сульфитная варка осинового древесины с повторным использованием отработанного щелока. № 3—83.
- Панов В. П., Фафилов В. В., Салимов М. А.** Спектроскопическое исследование механизма образования структуры древесноволокнистых плит сухого способа формования. № 1—69.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Бельчинская Л. И.** Определение свободного формальдегида в карбамидной смоле вольтамперометрическим способом. № 4—81.
- Боголицын К. Г., Романенко С. А.** Исследование надмолекулярной структуры холоцеллюлозы в процессе сульфатной варки методом ИК-спектроскопии. № 4—77.
- Боховин И. М., Семенов Б. К., Уемлянина Л. С., Витман М. Г.** О взаимодействии фурфурола с бензойной,

- Ревяко М. М., Бутько Т. А., Зюсьневич Ж. М. Структурные характеристики древесных наполнителей. № 5—79.
- Рошманов Б. В., Эльберт А. А., Киприанов А. И., Лебедев Б. Н. О кинетике и моделировании процесса отверждения карбамидных смол. № 3—77.
- Свиридов В. В., Шебалова Н. М. Интенсификация процесса флотационного уплотнения активного ила с помощью поверхностно-активных веществ. № 5—75.
- Сухая Т. В., Алексеев А. Д., Марцуль В. Н., Онисько В. К. Физико-химический состав сточных вод производства древесноволокнистых плит при замкнутой системе водопотребления. № 2—70.
- Туманова Т. А., Мальнова Е. И., Пахомова Л. Н. Сравнительная характеристика хлора и его кислородных соединений как отбельных реагентов. № 5—71.
- Утнин Г. К., Коршунова Н. И., Василевская С. И., Латош Н. И. Исследование взаимодействия глицеринового эфира канифоли с фуфурольно-ацетоновым мономером. № 6—81.
- Хабаров Ю. Г., Пронжин Г. Ф., Боховкин И. М., Хазова И. В. Изучение взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия методом ИК-спектроскопии. № 1—64.
- Чернодубов А. И., Дерюжнин Р. И., Колесникова Р. Д. Суточная динамика выхода и содержания компонентов эфирного масла из хвои сосны обыкновенной. № 2—74.
- Чернодубов А. И., Дерюжнин Р. И., Колесникова Р. Д., Папез Ю. Э. Изучение монотерпеноидов эфирных масел некоторых видов сосен как признака в хемосистематике. № 4—84.
- Чертовская В. П., Хабаров Ю. Г. Метод определения экстрагируемых веществ в сточных водах целлюлозно-бумажного производства. № 2—78.
- ### КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
- Александров В. А. Динамические модели для исследования лесных погрузочно-разгрузочных машин. № 1—90.
- Александров В. А. К методике прогнозирования нагруженности лесосечных машин манипуляторного типа. № 3—95.
- Александров В. А. К вопросу исследования деятельности операторов лесосечных машин манипуляторного типа. № 6—98.
- Балакшин В. П., Потеряев П. И. К вопросу о моделировании процесса электропотребления деревообрабатывающего предприятия. № 6—93.
- Ефимов П. В., Альбрехт В. И., Потапов В. И. Определение некоторых показателей древесного полога по аэроснимкам с помощью ЦВМ. № 2—86.
- Корнеев В. И. Исследование схем установок для прочностной сортировки пиломатериалов. № 3—98.
- Мельник В. А. Исследование движения механизма приводного бревнобрасывателя на АВМ. № 2—92.
- Новоселов Ю. В., Шнырев В. Т., Ковылов Б. В. Выбор оптимальных геометрических соотношений в системе электродов емкостного датчика влажности измельченной древесины. № 5—100.
- Огурцов В. В. Принципы определения допусков при автоматической сортировке пиломатериалов по механическим свойствам. № 1—98.
- Огурцов В. В. Коэффициент полезного использования конструктивных пиломатериалов как критерий оптимизации процесса их сортировки по прочности. № 4—97.
- Огурцов В. В. Определение оптимальных величин градаций при сортировке конструктивных пиломатериалов по прочности. № 5—91.
- Огурцов В. В. Определение оптимального количества градаций при сортировке конструктивных пиломатериалов по прочности. № 6—100.
- Таубер Б. А., Мартовицкий Л. М. Динамика подъема вертикальных стальных щитов, заземленных короткомерными круглыми лесоматериалами. № 3—91.
- Торопов А. С. Необходимая мощность привода пил большого диаметра при групповой раскрывке хлыстов. № 5—96.
- Трофимов С. П., Турлай И. В. О влиянии буферного запаса пиломатериалов на производительность установок с двухэтапной торцовкой досок. № 4—93.
- Турлай И. В. Исследование структур лесозаготовительных систем. № 1—95.
- Турлай И. В. Модели обслуживания судов в лесном порту. № 2—88.
- Холманских В. М. Исследование потоков отпазов электрооборудования погрузочно-штабелевых кранов. № 6—89.
- ### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА
- Бутно Г. П. Оценка эффективности научно-технического прогресса (НТП). № 5—104.
- Гаврилов А. Ф. Об улучшении использования трелевочных средств при освоении горных лесов. № 1—110.
- Деминцев Ю. И., Петерсон А. В. Особенности определения эффективности подсобного производства. № 5—113.
- Желиба Б. Н. Методические вопросы оценки интенсивности и эффективности производства в лесном хозяйстве. № 3—115.
- Желиба Б. Н. Методические вопросы оценки использования производственных ресурсов в лесной промышленности. № 4—115.
- Каргополов М. Д. Установление согласованных сортиментных планов лесозаготовительных предприятий методом пропорциональных приращений на ЭВМ. № 2—107.
- Качалова О. Н. Изменение основных фондов лесозаготовительных предприятий в процессе стадийного развития. № 1—103.
- Кожухов Н. И., Колосов В. С. Динамическая модель оптимизации распределения денежных средств на производство товарной продукции в лесном хозяйстве. № 4—107.
- Кочневская М. Г. Исследование экономических показателей лесопильного производства в связи с объемами использования отходов. № 4—118.
- Лобовиков Т. С. Об исчислении транспортных издержек при сравнении вариантов решения крупных проблем размещения лесной промышленности. № 2—96.
- Мосягин В. И. Экономическая оценка лигнина сульфатного щелока. № 1—112.
- Остапенко Я. В. О критерии и показателях перспективного планирования лесных зон отдыха. № 6—106.
- Петров А. П., Джинджолава Д. К. Эффективность материальных затрат в сульфатцеллюлозном производстве. № 5—107.



- Петров А. П., Казанцева Н. В.** Методы и опыт определения экономических показателей комплексных предприятий при их создании в многолесных районах. № 3—105.
- Петров А. П., Щетинина К. И.** Организация переработки маломерной древесины и отходов на базе межхозяйственной кооперации предприятий. № 4—103.
- Петрова Л. А.** К изучению путей развития лесозаготовительных предприятий. № 1—106.
- Пономаренко В. А., Егоров В. Н.** Определение экономической эффективности рубок ухода за лесом при лесоустройстве. № 5—111.
- Романов Е. С.** Об оптимизации внутригодового распределения объемов заготовки и вывозки леса. № 2—100.
- Романов Е. С.** Оценка напряженности планов в лесоэксплуатации. № 6—104.
- Сенько Е. И.** Показатели экономической оценки создания ягодных плантаций. № 1—115.
- Смирнова А. И., Грислин О. Ю.** Эффективность бригадного метода вывозки древесины. № 3—119.
- Соколов С. В.** Пути улучшения использования лесопроизводства, получаемой от рубок ухода. № 2—104.
- Тупыца Ю. Ю., Синякевич И. М.** О стимулировании комплексного освоения лесосырьевых ресурсов с учетом охраны окружающей среды. № 3—110.

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Аблаев С. М.** Фисташка как лесообразователь. № 4—121.
- Аракина Г. А., Братоева З. Н., Мартынихина Т. Ф., Плехотин А. П., Щербанова Т. В.** К вопросу о корреляционной связи между основными компонентами химического состава древесины сосны. № 3—127.
- Артохов С. П., Яблоновский Г. В., Богомолот Б. Д.** О полупроводниковых свойствах сульфатного лигнина. № 1—126.
- Балакшин В. П., Потеряев П. И.** Исследование статистических свойств электропотребителей деревообрабатывающего предприятия. № 5—126.
- Бирюков В. И., Бегларов Э. М., Багаев А. А., Вахтеров Г. Н.** О полусухом способе изготовления древесноволокнистых плит. № 5—119.
- Бортник А. М., Гороховников А. В.** Токсические остатки и биоиндикация в лесозащите. № 5—117.
- Брагин А. П.** Определение объема грузовой работы на участке сухопутной сортировки бревен перед лесопильным цехом. № 6—116.
- Войчал П. И., Варабин А. И.** О количественной оценке урожая семян ели. № 1—119.
- Головинский Б. Л., Феллер М. Н.** Некоторые вопросы расчета оптимального раскрытия досок твердых лиственных пород на заготовке. № 2—125.
- Гузь Н. М.** О строении корневых систем граба обыкновенного. № 6—110.
- Дерягин Р. В.** Об одном случае моментного уравновешивания кривошипно-ползунного механизма. № 4—125.
- Дьяконов К. Ф., Курьянова Т. К.** Кинетика разбухания древесины. № 1—123.
- Ельков Л. В., Шамаев В. А.** Равновесная влажность пластифицированной мочевиной древесины. № 2—119.
- Игнатенко А. А., Тарабрин В. П.** Динамика содержания аминокислот в листьях древесных растений в условиях промышленной среды. № 1—127.
- Калашев В. А.** Применение многоатомных спиртов для активации древесных целлюлоз, набухших в жидком аммиаке. № 2—129.
- Карамышев В. Р., Нартов П. С.** К выбору параметров новой фрикционной предохранительной муфты лесных машин. № 2—116.
- Климов М. П.** Об определении высоты пней при машинном срезании деревьев в лесных полосах. № 1—120.
- Кунтыш В. Б., Пиир А. Э., Федотова Л. М.** Исследование контактного термического сопротивления биметаллических оребренных труб АВО. № 5—121.
- Лантух В. С.** Особенности взаимовлияния корневых систем древесных пород в дубово-сосновых культурах западной лесостепи. № 5—116.
- Лалшин Ю. Г., Шацнев В. А.** О закономерностях деформирования древесины как влагоанизотропной среды. № 3—125.
- Мирмов Н. И., Белянова И. Г., Ноговицын А. А.** Исследование термосифонов в системах рекуперации тепла бумагоделательных машин. № 5—129.
- Петров Я. Я.** Классификация тонов и цветов для целей лесного дешифрирования аэроснимков. № 6—113.
- Попов Ю. А.** Влияние изреживания и рубки древостоя на транспирационный расход в лиственно-еловых фитоценозах. № 2—115.
- Путутин Г. Ф.** Изменения функциональных групп лигнина Класона, выделенного из древесины, подвергнутой высокотемпературной сушке. № 2—128.
- Самошкин Е. Н., Ткаченко А. Н.** Реакция ели обыкновенной на воздействие водных растворов нитрозэтилмочевины. № 3—122.
- Санев В. И., Варанин М. Ю.** О влиянии нагрева на вибрационные характеристики ленточных пил. № 2—121.
- Сапотноцкий С. А., Крюкова Л. И.** Поведение различных фракций лигносульфоната кальция в серной кислоте. № 4—127.
- Сотонин Н. Я.** Определение основных параметров валковой дробилки для дробления отходов лесозаготовок (сучьев и вершин). № 2—112.
- Старостенко Н. П., Сапунова Н. А., Сиваченко Т. В.** Применение симплекс-метода планирования для выявления синергического эффекта обессмоливающих смесей. № 1—125.
- Черемных Н. Н., Чижевский М. П., Петров А. Н.** Снижение шума при проковке пильных дисков на наковальне. № 2—123.
- Чистяков А. Р., Алексеев Г. А.** Эффективность химического ухода в молдняках с помощью инструмента «Кобра». № 4—123.
- Щуревич А. А.** Влажность низинного торфа и ее изменение при обработке. № 6—114.

### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- Войчал П. И.** О корабельных лесах на Архангельском Севере. № 4—130.
- Моисеев В. С.** К 100-летию со дня рождения Н. В. Третьякова. № 6—119.
- Неволин О. А.** Первая русская лесоустройственная инструкция и ее значение (к 150-летию издания). № 6—120.

### ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

- Казанцев Е. И.** Уральскому лесотехническому институту им. Ленинского комсомола — 50 лет. № 2—132.

- Курьянов В. К., Лозовой А. Д. Воронежскому лесотехническому институту — 50 лет. № 5—132.  
 Мурацканов Е. С. Брянскому технологическому институту — 50 лет. № 5—135.

### НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Васильев Н. Г., Мелехов И. С., Чумин В. Т. О работе комитета «Лесоводство» на XIV Тихоокеанском научном конгрессе. № 3—129.  
 Медников Ф. А. О повышении эффективности подсадки и осмолородочки основных и подосочки лиственных насаждений. № 3—131.  
 Медников Ф. А. Совещание по осмолородочному производству и подосочке леса. № 6—125.  
 Уголев Б. Н. Третий международный симпозиум по фундаментальным исследованиям древесины. № 6—123.

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Альбенский А. В. Новая книга о защитном лесоразведении в Белоруссии. № 4—132.  
 Веретенников А. В. Книга по рациональной гидроресурсоулучшению. № 3—133.  
 Кожухов Н. И. Новое учебное пособие. № 1—130.  
 Левин Э. Д., Барабаш Н. Д. О книге Е. Ф. Морозова «Производство фурфурада». № 3—134.  
 Негруцкий С. Ф. Книга по экологической анатомии древесных пород. № 6—126.  
 Некрашевич П. И. Новое учебное пособие для инженеров лесной промышленности. № 2—136.  
 Петровский В. С., Родин А. Р., Трещевский И. В. Ценная книга для работников леса. № 4—131.

### ЮБИЛЕИ

- Горшенин Н. М., Белая Н. М., Осмола Н. Х., Калинин М. И., Козубов Г. М., Осипенко Ю. Ф., Герушинский З. Ю., Половников Л. И., Ковалишин В. П. Сергей Васильевич Шевченко (к 60-летию со дня рождения). № 1—133.  
 Каменев А. Ф., редакционная коллегия «Лесного журнала». Юбилей профессора Юрия Григорьевича Бутко. № 2—137.

- Коллектив Ленинградской лесотехнической академии, редколлегия «Лесного журнала». Виктор Михайлович Никитин (к 70-летию со дня рождения). № 6—129.

- Коллективы: Архангельского лесотехнического института, Архангельского института леса и лесохимии, Архангельского областного управления лесного хозяйства, Архангельского филиала института «Союзгипролесхоз», редакционная коллегия «Лесного журнала». Юбилей академика ВАСХНИЛ И. С. Мелехова. № 4—134.

- Мочалкин Л. С., Хохран А. В. Славный юбилей. № 1—131.

- Непенин Ю. Н. Юбилей профессора Д. М. Фляте. № 1—134.

- Онегин В. И., Бавельский М. Д., Виноградов В. А., Грачев А. В., Израелит А. Б., Калитеевский Р. Е., Каратаев О. Г., Куликов В. А., Модин Н. А., Музалевский В. И., Песоцкий А. Н., Санев В. И., Русак О. Н., Фильневич В. Я. Юбилей профессора М. С. Мовнина. № 3—136.

- Стадницкий Г. В., Катаев О. А., Воронцов А. И., Бортник А. М., Гороховников А. В., Щербанова Л. Н., Голутвин Г. И., Гребенщикова В. П., Голутвина Л. С., Ошнаев А. Х., Наумов Ф. В. Петру Артемьевичу Положенцеву — 80 лет. № 6—128.

### НЕКРОЛОГИ

- Войчалъ П. И. Светлой памяти ветерана русского лесного хозяйства. № 1—135.  
 Группа товарищей. Памяти Владислава Васильевича ФEFIЛОВА. № 1—136.  
 Киприанов А. И., Непенин Ю. Н., Зарубин М. Я., Киприанова А. Ф., Виноградова Л. Г., Крутов С. М. Владимир Иванович Юрьев. № 4—137.  
 Калущий К. К., Мелехов И. С., Моисеев Н. А., Мошкалов А. Г., Мураханов Е. С., Столяров Д. П., Валлея В. Н., Гальперин М. И., Телегин Н. П., Рубцов М. В., Логвинов И. В., Венцель О. Н., Кострюнов А. И., Нахабцев И. А., Полянский Е. В., Борисова И. В., Кузнецова В. Т. Памяти А. А. Байтина. № 6—130.  
 Непенин Ю. Н. Иван Семенович Хуторщиков. И 3—137.