

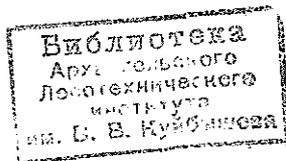
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

3

1983



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

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, проф. А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Э. Н. Фалалеев, проф. Н. И. Федоров, проф. Э. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

«Лесной журнал» публикует научные статьи 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, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов. Журнал издается с 1957 года. Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИИ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор Э. Ф. Кекишева. Корректор Л. Л. Аксенова

Сдано в набор 14.3.83. Подписано в печать 4.05.83. Сл 00495
Форм. бум. 70×108/16. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,78. Тираж 1680 экз. Заказ 1260. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева.

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

Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС.
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*443.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ГНИЛЕЙ ЛИСТВЕННОЙ
В ЛЕСАХ ГОРНОГО АЛТАЯИ. И. МИНКЕВИЧ, Г. А. ПЕРЦЕВ, Т. А. РАЗУГАРОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Поражение лиственничников гнилями уменьшает их прирост и продолжительность жизни древостоя [1]. Стволовые гнили лиственницы снижают выход деловых сортиментов на 10—25 %, а в перестойных насаждениях — до 40—50 %. На распространение комлевых гнилей лиственницы влияют горимость лесов, условия произрастания, возраст и диаметр деревьев [2, 3]. Для лесов Горного Алтая таких данных нет. В предлагаемой работе приводятся сведения о закономерностях распространения и развития стволовых гнилей лиственницы сибирской в условиях Горного Алтая по материалам обследования модельных деревьев, спиленных на пробных площадях при лесоустройстве Верх-Кантунского лесхоза в 1965—1970 гг. Пробные площади закладывали в чистых и смешанных древостоях разных типов леса, классов бонитета, возраста и полноты.

В качестве возбудителей стволовых гнилей в этих условиях выступают трутовые грибы: лиственничная губка (*Fomitopsis officinalis*), серножелтый трутовик (*Laetiporus sulphureus*), корневая губка (*Fomitopsis annosa*), трутовик Швейница (*Phaeolus schweinitzii*), сосновая губка (*Phellinus pini*) и др.

В настоящей работе было невозможно дифференцировать гнили по возбудителям, и задача сводилась к определению распространения и развития стволовых гнилей лиственницы, вызываемых различными грибами, в зависимости от лесорастительных условий, возраста, состава насаждений, а также установлению зависимости развития гнилей от таксационных показателей дерева.

На каждой пробной площади анализировали различное количество деревьев — от 10 моделей до 100 % при сплошном детальном обследовании пробы. У модельных деревьев определяли возраст, диаметр на разных высотах, диаметр и протяженность гнили. Всего было раскряжевано 1954 модельных дерева, из которых 380 оказались пораженными стволовыми гнилями.

Для определения закономерностей распределения деревьев, пораженных гнилями, в различных условиях произрастания пробные площади сгруппированы по поясам вертикальной зональности, классам бонитета, возраста, группам типов леса и составу насаждений (чистые, смешанные). В группу типов леса осоково-крупнотравную, характеризующуюся наибольшей производительностью и разнообразием травяного покрова, вошли следующие типы леса: осоково-зеленомошный, осоково-вейниковый, спирейно-осоковый, спирейно-осоково-вейниковый, вейниково-крупнотравный, злаково-разнотравный и спирейный.

Вторая группа — бруснично-мятликово-зеленомошная — включает брусничный, ернично-голубично-брусничный, бруснично-папоротниковый, мятликово-черничный и зеленомошно-вейниковый типы леса. Это более влажные условия произрастания лиственницы с участием в покрове зеленых мхов и кустарничков. Распространение гнилей рассчитано как процент пораженных деревьев от общего количества моделей (табл. 1).

Из данных таблицы можно заключить, что распространенность гнилей в насаждениях лиственницы, в основном, увеличивается с воз-

Таблица 1

Группа типов леса	Пояс	Класс бонитета	Класс возраста	Распространенность гнилей, %	Диаметр гнили, см	Протяженность гнили, м	
Осоково-крупнотравная	Нижний	I—II	I—IV	$\frac{18,2}{-}$	$\frac{9,7 \pm 1,8}{-}$	$\frac{2,3 \pm 0,6}{-}$	
			V—VI	$\frac{14,3}{-}$	$\frac{12,7 \pm 1,1}{-}$	$\frac{4,5 \pm 2,1}{-}$	
		VII—IX	$\frac{28,6}{15,4}$	$\frac{10,0 \pm 1,6}{13,2 \pm 1,2}$	$\frac{1,2 \pm 0,2}{0,9 \pm 0,1}$		
			X и выше	$\frac{52,8}{40,0}$	$\frac{18,2 \pm 2,7}{24,0 \pm 2,4}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{2,6 \pm 0,9}$	
				III	V—VI	$\frac{19,0}{-}$	$\frac{22,0 \pm 2,4}{-}$	$\frac{3,8 \pm 1,2}{-}$
			VII—IX		$\frac{12,5}{50,0}$	$\frac{9,3 \pm 0,6}{17,0 \pm 2,2}$	$\frac{0,8 \pm 0,2}{1,6 \pm 0,3}$
		X и выше		$\frac{67,3}{12,5}$	$\frac{23,6 \pm 1,6}{6,0 \pm 2,8}$	$\frac{1,8 \pm 0,3}{0,5 \pm 0,0}$	
			IV	V—VI	$\frac{4,5}{-}$	$\frac{6,0 \pm 2,8}{-}$	$\frac{1,0 \pm 0,4}{-}$
		VII—IX		$\frac{48,5}{14,0}$	$\frac{7,7 \pm 1,1}{20,9 \pm 3,2}$	$\frac{0,9 \pm 0,1}{1,9 \pm 0,2}$	
				X и выше	$\frac{7,7}{26,3}$	$\frac{14,0 \pm 5,7}{21,2 \pm 2,6}$	$\frac{3,0 \pm 1,8}{1,3 \pm 0,7}$
	Верхний	I—II			X и выше	$\frac{23,3}{24,0}$	$\frac{18,0 \pm 2,6}{17,3 \pm 3,1}$	$\frac{3,8 \pm 1,2}{2,6 \pm 1,3}$
			III	VII—IX	$\frac{22,6}{-}$	$\frac{7,9 \pm 0,9}{-}$	$\frac{1,2 \pm 0,2}{-}$
		X и выше		$\frac{17,4}{-}$	$\frac{10,8 \pm 1,0}{-}$	$\frac{1,4 \pm 0,2}{-}$	
			V—Va	VII—IX	$\frac{14,6}{-}$	$\frac{7,3 \pm 2,2}{-}$	$\frac{0,5 \pm 0,1}{-}$
X и выше		$\frac{26,1}{-}$		$\frac{9,2 \pm 0,7}{-}$	$\frac{0,9 \pm 0,1}{-}$		
		Верхний	V—Va	VII—IX	$\frac{64,0}{24,0}$	$\frac{5,2 \pm 1,5}{11,7 \pm 1,4}$	$\frac{0,7 \pm 0,1}{0,8 \pm 0,1}$
Бруснично-мятликково-зелено-мошная	Нижний	IV	VII—IX	$\frac{22,6}{-}$	$\frac{7,9 \pm 0,9}{-}$	$\frac{1,2 \pm 0,2}{-}$	
			X и выше	$\frac{17,4}{-}$	$\frac{10,8 \pm 1,0}{-}$	$\frac{1,4 \pm 0,2}{-}$	
		V—Va		VII—IX	$\frac{14,6}{-}$	$\frac{7,3 \pm 2,2}{-}$	$\frac{0,5 \pm 0,1}{-}$
			X и выше	$\frac{26,1}{-}$	$\frac{9,2 \pm 0,7}{-}$	$\frac{0,9 \pm 0,1}{-}$	
	Верхний	V—Va		VII—IX	$\frac{64,0}{24,0}$	$\frac{5,2 \pm 1,5}{11,7 \pm 1,4}$	$\frac{0,7 \pm 0,1}{0,8 \pm 0,1}$

Примечание. В числителе данные для смешанных насаждений; в знаменателе — для чистых.

растом. Особенно хорошо это прослеживается в осоково-крупнотравной группе типов леса нижнего пояса. Процент пораженных гнилями деревьев в большинстве классов возраста оказался ниже в чистых насаждениях. Очевидно, это можно объяснить более интенсивным процессом очищения стволов от сучьев в чистых древостоях по сравнению со смешанными. Прослеживается также повышенная зараженность древостоев лиственницы в нижнем поясе в сравнении с насаждениями верхнего пояса, особенно в высших классах бонитета.

Это явление можно объяснить большей горимостью лесов нижнего пояса в связи с повышенной рекреационной нагрузкой и оптимальными для грибов условиями увлажнения.

Изучение модельных деревьев позволило установить показатели развития стволовых гнилей лиственницы в этих условиях. Были определены средний диаметр гнилей на высоте пня и их протяженность (табл. 1). Эти материалы позволяют заключить следующее. Диаметр ядровой гнили лиственницы в целом увеличивается с возрастом, причем вариабельность признака значительно ниже в спелых и перестойных насаждениях. В некоторых случаях в перестойных насаждениях диаметр гнили уменьшается, что, очевидно, связано с отпадом сильно пораженных растений. Значительное увеличение диаметра гнили наблюдается с X класса возраста.

Аналогичная закономерность наблюдается и в развитии гнили по высоте ствола, причем в большинстве случаев характерно увеличение протяженности гнили в чистых древостоях по отношению к смешанным и в лесах верхнего пояса по отношению к нижнему.

Поскольку для практики представляет интерес определение размеров гнили без раскрывки модели, нами выполнен корреляционный анализ с целью выявления зависимости параметров гнили от таксационного показателя дерева для всех моделей. Рассчитаны коэффициенты парной корреляции между следующими переменными: диаметром гнили у основания дерева x_1 , диаметром модельного дерева на высоте груди x_2 , его высотой x_3 и протяженностью гнили x_4 (табл. 2).

Таблица 2

Переменная	x_2	x_3	x_4
x_1	$0,58 \pm 0,04$	$0,51 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,04$
x_2	—	$0,83 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,04$
x_3	—	—	$0,18 \pm 0,06$

Установлено наличие значительной связи между диаметром гнили у основания дерева и его высотой, а также между первым показателем и диаметром дерева на высоте груди.

Связь между протяженностью гнили и диаметром дерева на высоте груди и диаметром гнили у основания дерева оказалась умеренной, а между протяженностью гнили и высотой дерева — слабой.

По трем переменным — диаметру ядровой гнили у основания дерева (x_1), диаметру дерева на высоте груди (x_2) и высоте дерева (x_3) — рассчитан коэффициент множественной корреляции $R_{x_1, x_2, x_3} = 0,59$ и составлено множественное уравнение.

Математическая модель для нахождения ожидаемых диаметров гнили (X_{x_2, x_3}) в зависимости от таксационных показателей дерева для условий Горного Алтая имеет общий вид

$$X_{x_2, x_3} = 2,13 + 0,41x_2 + 0,08x_3; \quad \sigma = \pm 2,08.$$

Эта модель рекомендуется для проверки в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вредители лиственницы сибирской/ Под ред. А. А. Рожкова. — М.: Наука, 1966. — 328 с. [2]. Пашков Н. М. Зараженность лиственничников Амурской области

дереворазрушающими грибами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1968, № 2, с. 26—28. [3]. Поляков В. С. К вопросу о распространении комлевых гнилей в разновозрастных древостоях из лиственницы сибирской. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 5, с. 23—26.

Поступила 20 сентября 1982 г.

УДК 630*232.32(252.5)

К ВОПРОСУ О СОХРАННОСТИ СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ В СУХОЙ СТЕПИ

Б. И. КОСНИКОВ

Западно-Сибирский филиал ВНИАЛМИ

Береза повислая (бородавчатая) хорошо адаптировалась в лесной и отчасти в лесостепной зонах нашей страны, являясь во многих случаях породой-пионером. При ее искусственном выращивании в степных районах лесоводы встречали и встречают значительные трудности. Рассмотрим зависимость выхода стандартных сеянцев березы от почвенных и климатических факторов.

Для этой цели были отобраны три орошаемых лесопитомника. Агротехника выращивания сеянцев березы в них была идентична, а почвенно-климатические условия различны.

Так, Первомайский лесопитомник, входящий в состав Озерского опытно-показательного леспромхоза, расположенного в Приобских борах, находится в лесостепных условиях. Среднегодовая температура воздуха $-0,5^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 471 мм. Продолжительность вегетационного периода от 122 до 192 дн. Мощность снегового покрова 30—40 см. Сеянцы не страдают от воздушной засухи, так как даже в наиболее засушливые месяцы (май—июнь) относительная влажность воздуха не опускается ниже 56 %.

Почвы питомника дерново-среднеподзолистые, легкие по механическому составу. Реакция близка к нейтральной (рН 6,9). Содержание гумуса в пахотном слое не превышает 0,8—1,6 %, K_2O — 10 мг, P_2O_5 до 15 мг, нитратного и аммиачного азота — 3 мг на 100 г почвы. Глубина залегания грунтовых вод 1,5—2 м.

Рельеф волнистый, поэтому при ливневых дождях почва смывается в понижения. Наряду с водной эрозией, наблюдаются и дефляционные процессы, особенно на чистых парах. Иногда в пониженных частях рельефа образуется слабая корка и застой воды.

Установлено, что за 10 лет наблюдений выход однолеток колебался от 144 до 667 тыс. шт. с 1 га, а двухлеток — от 32 до 246 тыс. шт.

Особенно большая гибель сеянцев наблюдалась в апреле — июне. Сильные ветры сдували мелкозем с верхних частей, оголяя корневую систему, и занесли пониженные участки посевов. В результате в отдельные годы сохранность сеянцев березы не превышала 5 %.

Степной опытно-показательный плодосопитомник Ключевского мехлесхоза расположен на юге Кулундинской степи. Среднегодовая температура воздуха равна $+1,4^{\circ}\text{C}$, при максимуме $+39,3^{\circ}\text{C}$ и минимуме $-49,5^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 56 %, однако в некоторые месяцы иногда падает до 35—39 %. В среднем за год выпадает 237 мм осадков. Количество их колеблется в разные годы от 173 до 321 мм. Средняя продолжительность периода со снеговым покровом — 150 дн., толщина его колеблется от 17 до 30 см, а с постановкой механических защит (теневых щитов) повышается до 70 см.

Вегетационный период длится 132 дн. Сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ равна 2295°. Здесь часты засухи, суховеи, когда относительная влажность воздуха не превышает 10 %. Средняя скорость ветра за год не превышает 5,6 м/с, но в мае — июне достигает 18—20 м/с, а иногда и 34 м/с. Преобладают сухие ветры юго-западных направлений.

Почвы питомника легкосуглинистые светло-каштановые слабосолонцеватые, местами переходящие в каштановые. Мощность гумусового горизонта 25—35 см. Содержание гумуса в пахотном слое 1,1—2,3 %, аммиачного и нитратного азота до 2 мг, P_2O_5 до 5 мг на 100 г почвы. Ниже 50 см наблюдается уплотнение почвенного профиля. Суммарное количество пылевато-пловатых частиц в пахотном горизонте не превышает 23 %.

С целью защиты семян от выдувания и засекания мелкоземом во время пыльных бурь и сильных ветров в питомнике создана система защитных лесополос, применяются механические защиты в виде теневых щитов, установленных через 3—6 полевых лент.

Степной опытно-показательный плодородный питомник специализируется на выращивании семян березы во всей Западной Сибири. Ежегодные посевы березы занимают площадь до 34 га под однолетками и двухлетками березы. На питомнике применяется передовая агротехника. Тем не менее за 10 лет наблюдений только в 1970, 1971 и 1975 гг. был выполнен план по выходу стандартных семян березы.

Научно-производственный лесопитомник Западно-Сибирского филиала ВНИАЛМИ находится также в Кулундинской степи, в зоне рискованного земледелия.

Среднегодовая температура воздуха составляет +1,3 °С. Самый холодный месяц — январь (средняя температура —18,8 °С, минимальная —45 °С); самый теплый месяц — июль (средняя температура +20,5 °С, максимальная +41 °С). Эти крайние температуры летом нередко вызывают ожог корневой шейки семян березы, а в бесснежные зимы — их вымерзание.

В среднем за год выпадает 245 мм осадков; среднегодовая относительная влажность воздуха в районе исследований составляет 56 %, в мае—июне падает до 32—38 %, а иногда и до 24—32 %, что резко отражается на сохранности семян.

Среднегодовая скорость ветра 5 м/с, максимальная достигает 40 м/с, что является причиной засекания всходов и однолетних семян.

Почвы лесопитомника — каштановые среднесуглинистые с содержанием гумуса в пахотном слое почвы от 1,90 до 2,80 %. Грунтовые воды расположены на глубине 2 м.

Более плодородные почвы повышают сохранность семян березы. В сравнении с другими хозяйствами Западной Сибири выход однолеток, как и двухлеток, более стабилен. Например, выход однолетних семян за 1970—1979 гг. колебался от 490 до 709 тыс. шт., а двухлетних — от 314 до 469 тыс. шт. с 1 га. Сохранность двухлетних стандартных семян березы против однолеток составила 46,4—80,2 %. Это намного выше показателей Ключевского мехлесхоза. За 9 лет наблюдений лишь 4 года не был выполнен план по выходу стандартных семян березы с единицы площади (в 1974, 1976, 1978 и 1979 гг.). Данные по сохранности и выходу однолетних и стандартных двухлетних семян березы приведены в таблице.

Тип почвы	Среднегодовая температура воздуха, °С	Содержание гумуса в слое 0—30 см, %	Число однолетних семян	Выход стандартных семян (двухлеток)
				тыс. шт. с 1 га
Дерново-среднеподзолистая	—0,5	0,6—1,6	369±40,7	102±17,0
Светло-каштановая	1,4	1,1—2,3	540±53,4	290±28,6
Каштановая	1,3	1,9—2,8	603±17,6	396±12,9
НСР ₀₅			104,8	55,0

Примечание. Общая сохранность двухлетних семян на 2—5 % выше выхода стандартного посадочного материала.

Анализ данных таблицы показывает, что с ухудшением почвенно-климатических условий сохранность семян уменьшается. Так, со снижением среднегодовых температур с +1,3 до —0,5 °С и содержания гумуса в пахотном горизонте почвы с 1,9—2,8 до 0,6—1,6 % сохранность однолетних семян снизилась с 603 до 369 тыс. шт., выход же двухлетних стандартных семян сократился с 396 до 102 тыс. шт. с 1 га; разница существенная.

Коэффициент множественной корреляции зависимости выхода стандартных семян березы от содержания гумуса в пахотном слое почвы и среднегодовой температуры воздуха свидетельствует, что между этими показателями существует очень тесная связь — $R_{vzr} = 0,99$.

Следовательно, изучение экологических факторов имеет большое значение для ускоренного выращивания посадочного материала. На этот момент указывали и другие авторы [1—4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Выращивание посадочного материала для защитного лесоразведения / Д. Г. Ишин, Г. Я. Маттис, Т. А. Желтикова, Ф. А. Павленко. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. [2]. Дудорев М. А. Лесомелиоративный питомник. — М.: Лесн. пром-сть, 1968. — 196 с. [3]. Кальной П. Г. Биолого-экологические основы выращивания посадочного материала в питомниках Украинской ССР: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. — Киев, 1973. — 37 с. [4]. Маттис Г. Я. Научные основы интенсификации выращивания посадочного материала для защитного лесоразведения: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. — Л., 1979. — 49 с.

Поступила 6 июля 1981 г.

УДК 630*416.4

АНАЛИЗ ЗАСЕЛЕННОСТИ СОСНЫ КОРОЕДАМИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УССР

Н. И. ОСИПЕНКО

Львовский лесотехнический институт

Известно, что под влиянием комплекса факторов (отклонение метеорологических условий от средних многолетних, антропогенное воздействие, в том числе чрезмерное осушение и т. п.) изменяются роль и функциональное значение отдельных звеньев экосистемы, в частности снижается резистентность насаждений, и в ряде случаев могут образовываться очаги вредителей.

Мы изучали санитарное состояние сосновых насаждений Сарненского, Колковского и Городокского лесхозагов Ровенской и Вольнской областей на общей площади 17,1 тыс. га. Основной задачей лесопатологического обследования было изучение динамики заселения деревьев сосны короedами в зависимости от возраста насаждений и расстояния от опушки леса в условиях колебаний гидротермического режима атмосферы, поскольку заселение деревьев короedами достоверно отражает патологический характер насаждений.

Объекты подобраны на мелнорированных участках, по влиянию осушения 20-летней давности было исключено и принято во внимание действие климатического фактора. Выбор объектов обусловлен визуальнo установленным качественным изменением состояния насаждений и угрозой образования очагов стволовых вредителей.

Обследования проведены на 30 пробных площадях. На каждой учитывали не менее 154 деревьев, а всего за три периода исследований в перечень вошло 4646 деревьев. Использовали общепринятые методики рекогносцировочного и детального обследования*.

В качестве контроля служили результаты обследования тех же насаждений в разные годы, предшествовавшие засухе, в засуху и после нее, участки которых были наиболее удалены от опушки леса.

Результаты исследований представлены в таблице.

Как видим, ослабление насаждений заметнее всего проявлялось в засушливые годы, причем характер изменения санитарного состояния, степень ослабления и заселения деревьев короedами зависели от возраста насаждений и их удаленности от опушек в глубь леса.

Количество не заселенных короedами деревьев в контроле (до периода засухи) по всем пробным площадям составляло 87,7—97,1 %, т. е. санитарное состояние насаждений было вполне удовлетворительным. При этом относительное количество незаселенных деревьев практически было одинаковым (различия статистически недостоверны: $t < 3$) на всех расстояниях в насаждениях 40—80 лет, и только вблизи от опушек на участках в возрасте насаждений 40 и 60 лет наблюдалось

* Тальман П. Н., Катаев О. А. Методы лесознтомологических обследований. — Л.: ВЗЛТИ, 1964, с. 33—55.

Возраст насаждений, лет	Расстояние от опушек, м	Заселенность деревьев сосны короедами, %		
		до засухи	в период засухи	после засухи
40	5—30	<u>89,1</u>	<u>79,2</u>	<u>74,3</u>
		2,8	2,5	11,3
	55—80	<u>95,3</u>	<u>88,5</u>	<u>86,6</u>
		1,8	1,9	3,3
50	5—30	<u>93,7</u>	<u>78,9</u>	<u>78,2</u>
		2,2	3,9	6,7
	55—80	<u>96,0</u>	<u>94,8</u>	<u>93,0</u>
		1,6	1,7	1,9
60	5—30	<u>91,1</u>	<u>76,3</u>	<u>73,2</u>
		2,1	6,1	14,0
	55—80	<u>97,1</u>	<u>91,7</u>	<u>90,4</u>
		0,7	1,6	4,2
70	5—30	<u>91,7</u>	<u>62,6</u>	<u>59,3</u>
		3,2	5,9	20,2
	55—80	<u>91,1</u>	<u>66,9</u>	<u>65,9</u>
		3,1	13,1	15,9
80	5—30	<u>88,1</u>	<u>49,6</u>	<u>45,7</u>
		3,9	10,8	24,6
	55—80	<u>89,9</u>	<u>64,1</u>	<u>55,6</u>
		2,9	10,4	17,0

Примечание. В числителе — доля деревьев, не заселенных короедами; в знаменателе — доля деревьев, заселенных короедами в текущем году (свежезаселенных); контроль — от 55 до 80 м от опушек леса.

увеличение заселенности деревьев короедами ($t = 3,7$ и $6,0$ — соответственно).

В период засухи на всех пробных площадях количество не заселенных короедами деревьев значительно уменьшилось: от 9,9 % в 40-летнем насаждении до 37,1 % — в 80-летнем, т. е. с увеличением возраста число незаселенных деревьев снижалось и возрастала доля деревьев, освоенных короедами. Различия в доле заселенных деревьев оказались весьма существенными ($t = 4,2—27,2$).

Различие в относительном количестве незаселенных деревьев через 5 лет после первого обследования увеличилось, причем наиболее интенсивно деревья заселялись короедами во время засухи. Это подтверждается тем, что разница в количестве незаселенных деревьев за 3 и за 5 лет до засухи незначительна, во всяком случае в насаждениях 40—70-летнего возраста ($t = 0,1—2,1$), и лишь в двух случаях в 80-летнем насаждении заселенность заметно возросла ($t = 3,5—4,2$).

Анализ изменения количества деревьев, заселенных короедами в год обследования (свежезаселенных), показал, что по всем 30 пробным площадям до засухи это количество существенно не менялось.

Через 3 года (в засушливый период) количество свежезаселенных деревьев на ближайших к опушкам леса участках пробных площадей увеличилось с 3,9 до 10,9 %, а через два года после засухи составляло 6,7—24,6 %, т. е. наиболее интенсивное заселение деревьев короедами наблюдалось в насаждениях всех возрастов на тех пробных площадях,

которые были ближе всего расположены к опушкам леса. Причем, почти во всех случаях, кроме 50-летнего насаждения, заселенность увеличивалась с возрастом. Различия в степени заселения деревьев короедами в год после засухи достаточно существенны: значения t -критерия составляют от 5,3 — в 40-летнем насаждении и 8,1 — в 60-летнем до 17,1 — в 80-летнем.

Таким образом, с увеличением возраста сосновых насаждений их устойчивость к стволовым насекомым при неблагоприятных изменениях гидротермического режима снижается.

По мере увеличения расстояния от опушек в глубь леса заселение деревьев короедами происходит менее интенсивно: так, в 40-летних насаждениях на расстояниях до 30 м от опушек заселенных деревьев оказалось на 9,3 % больше, чем на расстояниях более 55 м, в 50-летних — на 15,9 %, в 60-летних — на 14,9 %, в 70-летних — на 4,3 % (но в этом случае разница по t -критерию недостоверна), а в 80-летних — на 14,5 %. Вообще в большинстве случаев, когда деревья контрольных участков удалены в глубь леса до 80 м, относительная заселенность их короедами наименьшая, хотя в 70—80-летних насаждениях она несколько возрастает, составляя 4,8 %.

Следовательно, в случае отклонения гидротермического режима от нормы по мере увеличения расстояния в глубь леса снижается или становится неощутимой заселенность деревьев стволовыми насекомыми, в то время как вблизи от опушек доля заселенных короедами деревьев возрастает.

На основании проведенных наблюдений можно заключить, что в лесных насаждениях Западного Полесья УССР при колебаниях гидротермического режима в течение сухих и влажных лет может усиливаться дифференциация деревьев, в том числе и увеличение доли ослабленных и обладающих пониженной устойчивостью к стволовым вредителям. Поэтому при проведении лесохозяйственных мероприятий необходимо учитывать эти обстоятельства, либо корректируя сами мероприятия, либо обеспечивая насаждения эффективной защитой, направленной на сохранение их биологической устойчивости.

Поступила 2 февраля 1983 г.

УДК 630*243.8 : 631.811.98

ВЛИЯНИЕ КАМПОЗАНА НА ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ В МОЛОДНЯКАХ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Кампозан* — синтетический регулятор роста, производимый в ГДР [6]. Это красивого изумрудного цвета жидкость с приятным запахом, хорошо растворимая в воде. Действующим веществом является 2-хлорэтил-фосфоновая кислота, содержание которой в препарате составляет 50 %. Кислота впервые синтезирована советскими химиками в 1946 г. На ее основе в других странах выпускают ряд препаратов под фирменными названиями (этрел, этефон и др.).

Кампозан относят к малотоксичным пестицидам [5]. Его ЛД₅₀ для экспериментальных животных составляет 3000—4200 мг/кг, что в 8—10

* В некоторых справочниках [4] указано «компазан».

раз меньше токсичности широко применяемого арборицида — кислоты 2,4Д и ее производных. Кампозан практически не токсичен для насекомых и рыб. В высших растениях 2-хлор-этил-фосфоновая кислота разлагается до этилена [6] — природного ингибитора, имеющегося во всех растительных тканях с пониженной физиологической активностью и ускоряющего старение растений, созревание и опадение плодов, а также опадение листьев [4]. Высокие концентрации этилена вызывают замедление роста в фазе растяжения и усиливают прирост растений по диаметру. Именно поэтому кампозан используют в сельском хозяйстве в качестве дефолианта хлопчатника (6—10 кг/га), регулятора роста и стимулятора созревания томатов (до 4 кг/га), ретарданта ржи (2 кг/га) [1, 2, 5].

В опытах Л. В. Рунковой [6] водный раствор кампозана в концентрации 500 мг/л с добавлением 10 мг/л ОП-7 при опрыскивании многолетних декоративных растений уменьшил высоту стеблей флоксов на 20—55 %, гелениума — на 22—24 см (примерно в 2,5 раза сильнее, чем 1 %-ный раствор хлорхолинхлорида).

Действие кампозана на древесные растения не изучено. Для этих целей в 1981 г. нами был поставлен опыт в естественных природных условиях Лисинского учебно-опытного лесхоза. Опрыскивания крон деревьев водными растворами кампозана разной концентрации проведены с помощью ручного мелкокапельного опрыскивателя ОПР-12А на опытных площадках размером 10 × 10 м в двух участках смешанных молодняков.

Один из них (площадки 2 и 3) сформировался на бывшей пашне и расположен в Лисинском лесничестве. Состав 6Б4С+Ос, возраст 6—7 лет, высота 1,5—2 м, полнота 0,5—0,7, класс бонитета III—IV. Почва среднеподзолистая тяжелосуглинистая, склонна к заболачиванию (глееватая). В момент опрыскивания на опытных площадках 2 и 3 (1 июня 1981 г.) деревья всех пород имели полное облиствение и находились в фазе роста побегов [3]: прирост терминальных побегов березы и осины достигал 3—5 см, сосны — 8—10 см. Погода стояла солнечная безоблачная со слабым ветром. В последующие дни (со 2 июня) наблюдались кратковременные дожди с грозами и ветрами.

Другой участок находится в Пернинском лесничестве (площадка 1). Состав древесной породы 9Ос1Б + С, ед.Ол.сер, возраст 3—5 лет, высота 1—1,5 м, полнота 0,3, класс бонитета II—III. Береза порослевого и семенного происхождения, осина — порослевого, позднораспускающейся формы с молодыми листьями коричневатой окраски. При опрыскивании 8 июня 1981 г. прирост деревьев осины в высоту составлял 3—5 см, березы — 5—8 см. Почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, суховатая (склон 3—5°).

Для опытов применяли технический препарат кампозана с содержанием действующего вещества 50 %. Дозировка технического препарата была принята от 5 до 20 л/га при норме расхода водного раствора 500 л/га. Концентрация раствора — 0,5—2 %. В таблице приведены основные результаты опыта. Цифровые показатели обработаны на ЭВМ «Проминь».

Снижение или повышение прироста в первый год после обработки определены как разность между значениями прироста в опыте и контроле в год обработки минус разность приростов в год до обработки. За 100 % принят прирост деревьев в контроле в год проведения опытных работ.

Предварительные данные свидетельствуют о высокой способности кампозана активно замедлять рост деревьев мелколиственных пород в высоту. Уже сравнительно невысокая доза препарата (5 л/га — опытная площадка 1) обеспечила резкое снижение прироста осины (на 96,2 %), несколько менее — березы (на 21,1 %) и практически не повлияла на прирост сосны. За весь вегетационный период 1981 г. прирост обработанных деревьев осины на пробной площадке 1 составил только 10,8 см, что в 5 раз меньше прироста этих деревьев в 1980 г. Если учесть, что в момент опрыскивания прирост осины достигал 3—5 см, то можно считать, что после обработки кампозаном осина практически перестала расти в высоту.

Изменение прироста деревьев в высоту под влиянием кампозана в первый год после обработки

Номер опытных пробных площадок	Доза технического препарата кампозана и расход раствора на 001 га	Порода	Данные осеннего учета 1981 г.				Сравнение с контролем	
			Число обследованных деревьев	Средняя высота, см	Прирост в высоту, см		см	%
					1980 г.	1981 г.		
1 Контроль	50 мл/5 л 8 июня 1981 г.	Ос	25	150,6 ± 4,7	56,2 ± 3,94	10,8 ± 0,84	-56,8	96,2
		Б	14	134,6 ± 4,6	27,6 ± 3,03	14,9 ± 1,57	-5,4	21,1
		С	7	168,8 ± 15,5	42,7 ± 4,61	47,3 ± 2,97	-0,4	1,1
2 Контроль	100 мл/5 л 1 июня 1981 г.	Ос	26	160,0 ± 5,1	47,7 ± 3,40	59,1 ± 3,49	—	—
		Б	14	159,3 ± 6,3	32,9 ± 2,97	25,6 ± 3,79	—	—
		С	10	131,0 ± 8,7	30,1 ± 1,14	35,1 ± 1,52	—	—
Контроль	200 мл/5 л 1 июня 1981 г.	Ос	33	208,9 ± 4,7	33,4 ± 2,29	12,7 ± 1,00	-27,5	87,1
		Б	10	178,5 ± 11,1	24,9 ± 3,33	14,2 ± 1,36	-18,7	44,1
		С	18	216,6 ± 6,7	37,1 ± 1,26	40,2 ± 1,75	-2,6	6,1
3 Контроль	200 мл/5 л 1 июня 1981 г.	Ос	30	248,1 ± 4,8	24,8 ± 1,77	31,6 ± 1,74	—	—
		Б	10	215,4 ± 10,9	34,4 ± 6,86	42,4 ± 8,89	—	—
		С	18	210,2 ± 7,5	36,8 ± 1,81	42,5 ± 1,99	—	—
Контроль		Б	30	229,3 ± 7,6	31,1 ± 1,80	11,4 ± 1,00	-22,7	84,2
		С	6	201,3 ± 19,3	36,4 ± 3,14	38,6 ± 3,63	-5,4	11,7
		Б	21	233,7 ± 7,9	24,0 ± 2,15	27,0 ± 1,94	—	—
Контроль		Ос	6	209,3 ± 3,8	31,4 ± 5,93	32,9 ± 5,11	—	—
		С	6	241,0 ± 24,9	38,7 ± 3,36	46,3 ± 4,15	—	—

Примечание. Знак минус означает снижение прироста.

Удвоение дозы препарата до 10 л/га (опытная площадка 2) привело к значительному замедлению прироста березы в высоту — почти в 2,5 раза по сравнению с контролем и с прошлым годом в абсолютных показателях. Осина отреагировала также заметным снижением прироста (в 1,8—2,3 раза), но по отношению к контролю в относительных показателях уменьшение прироста составило только 44,1 %. Возможно, это связано с различием почвенно-грунтовых условий по сравнению с предыдущим участком, а также с тем, что в момент опрыскивания осина имела полностью сформированные листья с нормальными покровными тканями. Сосна также несколько уменьшила прирост (на 6,1 %), однако различие средних значений прироста в опыте (40,2 см) и контроле (42,5 см) статистически не достоверно (критерий Стьюдента $t_{факт} = 0,9 < t_{0,05} = 2,03$).

При дальнейшем увеличении дозы препарата до 20 л/га уменьшение прироста березы в высоту составило только 84,2 %, но зато прирост сосны уменьшился на 11,7 % (пробная площадка 3). По-видимому, эта доза предельна по эффективности для березы и неприемлема по отношению к сосне.

Наблюдения за состоянием деревьев на опытных участках в течение вегетационного периода 1981 г. показали следующее. На опытной площадке 1 (с минимальной дозировкой кампозана) при осмотре 3 июля, через месяц после опрыскивания, отмечены ржавые пятна на листьях некоторых деревьев березы. Листья осины, ольхи серой, ивы, хвоя сосны имели нормальные размеры и окраску. Из травянистых растений замечено побурение листьев только у ветреницы лютиковой.

На опытной площадке 2 через неделю после обработки (6 июня) и спустя месяц (3 июля) зафиксировано небольшое почернение и высыхание краев листьев осины. Никаких других внешних морфологических изменений у древесных и травянистых растений не обнаружено.

Максимальная доза кампозана (20 л/га) на опытной площадке 3 уже через неделю (6 июня) вызвала сильное пожелтение (ожог) листьев березы. На листьях осины возникли желтоватые неяркие хлоротичные пятна. Через месяц (3 июля) окраска листьев березы и осины не изменилась. У березы отмечено некоторое изреживание крон и засыхание отдельных вершиннок. Однако осенний листопад на обработанных участках произошел в то же время, что и на необработанной площади.

Проведенные опыты показали еще одно важное преимущество кампозана по сравнению с другими регуляторами роста и арборцидами: на листьях обработанных деревьев длительное время остаются хорошо заметные голубоватые (как от извести) несмываемые дождем пятна, что позволяет легко отличать обработанную площадь от необработанной, а также судить об интенсивности опрыскивания деревьев.

Для сравнения эффективности действия параллельно с обработкой молодняков кампозаном было проведено опрыскивание крон деревьев водным раствором другого ретарданта — кристаллического хлоролинхлорида (XXX_к) в дозировке 10 кг/га (по д. в.). Этот препарат уменьшил прирост березы только на 23 %, а осины — на 14 %. Кампозан обладает исключительно высокими ретардантными свойствами и может быть использован для ухода в молодняках на ранних этапах их развития с расходом препарата не более 10 л/га.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вильде Р. Применение этрела при возделывании различных культур. — Сельское хоз-во за рубежом, 1973, № 4. [2]. Временные методические указания по испытанию кампозана на посевах озимой ржи. — М.: МСХ СССР, 1977. [3]. Елагин И. Н., Лобанов А. И. Атлас — определитель фенологических фаз растений. — М.: Наука, 1979. — 95 с. [4]. Либберт Э. Физиология растений/ Пер. с немецк. — М.: Мир, 1976. — 580 с. [5]. Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Пылова Т. Н. Химические средства защиты растений: Справочник. — М.: Химия, 1980. — 288 с. [6]. Рункова Л. В. Регуляция ростовых процессов и уровня эндогенных физиологически активных веществ у растений с помощью кампозана. — В кн.: фитогормоны — регуляторы роста растений. М.: Наука, 1980, с. 119—133.

Поступила 23 августа 1982 г.

УДК 630*232.312.9

**ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОЖАЯ ЕЛИ
МЕТОДОМ РАСЧЕТА**

П. И. ВОЙЧАЛЬ, А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

В ранее опубликованной нашей статье [2] были приведены формулы, показывающие связь урожая на 1 га (число и массу семян) с числом шишек в ельниках-зеленомошниках Архангельской области и Коми АССР. В настоящей статье обсуждается вопрос о возможности применения этих формул в других районах ареала ели.

Таблица 1

Но- мер образ- ца	Литературный источник	Год наблю- дений	Место наблюдений	Урожай на 1 га		
				шишек, шт.	семян	
					тыс. шт.	кг
Балл 1						
1	А. И. Барабин, 1977	1944	Архангельская	—	8	0,040
2	А. А. Молчанов, 1967	1945	область	—	10	0,050
3	П. Н. Пастухова, 1967	1957	»	508	35,6	0,237
4		—	»	1000	100	0,250
5	В. П. Тимофеев, 1939	1911	Брянская область	—	28	0,122
6		1916	»	—	40	0,174
7		1920	»	—	30	0,157
8		1929	»	—	32	0,139
9		1930	»	—	20	0,087
10	А. М. Леонтьев, 1963	1938	Коми АССР	—	122,4	—
11		1940	»	—	5,2	—
12		1940	»	—	129,8	—
Ито- го				1508	567,0	1,256

Балл 2

13	А. И. Барабин, 1977	1932	Архангельская	—	18	0,950
14	А. А. Молчанов, 1967	1940	область	—	5	0,025
15	П. Н. Пастухова, 1967	1949	»	—	6	0,030
16		1953	»	1178	77,8	0,432
17		1959	»	1370	109,6	0,689
18		1960	»	1042	82,6	0,516
19		—	»	2400	200	0,800
20	В. П. Тимофеев, 1939	1914	Брянская область	—	104	0,452
21		1915	»	—	72	0,313
22		1921	»	—	100	0,435
23		1922	»	—	352	1,496
24		1923	»	—	200	0,876
25		1924	»	—	64	0,278
26	А. М. Леонтьев, 1963	1938	Коми АССР	—	447,9	—
Ито- го				5990	1838,9	7,292

Продолжение табл. 1

Но- мер образ- ца	Литературный источник	Год наблю- дений	Место наблюдений	Урожай на 1 га		
				шишек, шт.	семян	
					тыс. шт.	кг
Балл 3						
27	Т. П. Некрасова, 1948	1939	Мурманская область	—	38,4	0,680
28	П. Н. Пастухова, 1967	1954	Архангельская	3295	280,1	1,273
29	А. И. Барабин, 1977	1955	область	5030	424,6	1,930
30		1961	»	5982	508,7	2,826
31		—	»	7000	700	2,700
32	В. П. Тимофеев, 1939	1928	Брянская область	—	1872	8,143
33	А. М. Леонтьев, 1963	1939	Коми АССР	—	3224	—
34		1939	»	—	1983	—
Ито- го				21 307	9030,8	17,552
Балл 4						
35	А. А. Молчанов, 1967	1950	Архангельская	—	980	5,30
36	А. И. Барабин, 1977	1954	область	—	920	5,65
37		—	»	12 000	1400	5,00
Ито- го				12 000	3300	15,95
Балл 5						
38	Т. П. Некрасова, 1948	1938	Мурманская область	—	1031	2,09
39	С. В. Алексеев, 1932	1928	Архангельская	—	1820	10,92
40	С. В. Алексеев, А. А. Молчанов, 1938	1929	область	—	1500	7,0
41		1933	»	—	2150	12,9
42	А. А. Молчанов, 1967	1933	»	15 500	1720	9,0
43	П. Н. Пастухова, 1967	1935	»	—	5300	31,8
44	А. И. Барабин, 1969	1937	»	22 000	2500	13,2
45	А. И. Барабин, Н. В. Улисова, 1976	—	»	—	2600	14,3
46		1941	»	—	7500	45,0
47	И. Д. Кирилс, 1973	1946	»	—	7500	46,1
48		1965	»	13 000	965,6	4,6
49		1965, 1973	»	12 000	1700	6,0
50		—	»	31 700	4100	19,1
51	—	1973	»	72 500	4100	40,0
52	Т. И. Кищенко, 1955	1961	Карельская АССР	21 300	—	—
53	Г. М. Козубов, 1974	1973	»	—	—	35,0
54		1973	»	28 000	2900	12,9
55	А. А. Молчанов, 1967	—	Ленинградская	—	2400	44,06
56	А. И. Стратонович, Е. П., Заборовский, 1930	1928	область	—	6110	32,86
57		—	«	52 000	6260	29,34
58	Д. Н. Данилов, 1937	1936	Псковская область	—	—	22,9
59	А. И. Барабин, Н. В. Улисова, 1976	1973	Вологодская область	66 800	10 374	37,4
60	В. А. Шавровский, 1972	—	Кировская область	—	4550	20,0
61	Л. С. Алаев, 1957	1952	Костромская область	—	—	96,25

Продолжение табл. 1

Но- мер образ- ца	Литературный источник	Год наблю- дений	Место наблюдений	Урожай на 1 га		
				шишек, шт.	семян	
					тыс. шт.	кг
62	В. П. Тимофеев, 1939	1913	Брянская область	—	16 724	72,75
63		1918	»	—	3292	14,32
64		1925	»	85 300	14 000	62,39
65		1925	»	—	7132	31,03
66	И. Д. Юркевич и др., 1940	1926	Могилевская	—	5810	24,3
67		1928	область	—	5470	25,3
68		1929	»	—	3507	12,87
69		1932	»	—	3986	19,5
70	А. А. Молчанов, 1967	1948	Башкирская АССР	—	—	29,0
71	А. С. Сахарова, 1964, 1968	—	»	—	—	35,0
72		1957	»	33 000	—	16,0
Ито- го				453 100	137 001,6	935,18

Соответствующих материалов в литературе мало. В табл. 1 дана сводка всех данных, использованных нами в этой работе. Они относятся к обширному региону, включающему Архангельскую, Мурманскую, Брянскую, Ленинградскую, Витебскую, Кировскую, Могилевскую, Костромскую и Псковскую области, а также Коми, Карельскую и Башкирскую АССР.

На основании формул упомянутой статьи была получена табл. 2, из которой видно, что ошибки при вычислениях очень велики. Так, в среднем они дали преуменьшение против фактических величин от 25 до 50 %, при балле 1 — от 25 до 41 %, при балле 2 — отклонения от —41 до +2 %, при балле 3 — преуменьшение от 16 до 22 %, при балле 4 — отклонения от —8 до +58 % и при балле 5 — преуменьшение от 40 до 63 %. Последние отклонения понятны, они объяснены ранее [1]. Дело здесь в том, что урожай при балле 5 весьма неоднородны и могли бы быть описаны баллами выше 5 (6, 7 и т. д.), но для них, к сожалению, нет объективных признаков. Если исключить этот разнородный балл 5, то в среднем для всех остальных баллов (1, 2, 3 и 4) ошибки будут следующими: по числу шишек +12 %, по числу семян —15 % и по массе семян +9 %, что вполне устроило бы производственные организации по точности. Однако все же в отдельных случаях возможны значитель-

Таблица 2

Балл урожая по Капперу	Число шишек, шт.			Число семян, тыс. шт.			Масса семян, кг		
	факти- ческое	теорети- ческое	%	факти- ческое	теорети- ческое	%	факти- ческая	теорети- ческая	%
1	754	500	151	47,25	35,5	133	0,140	0,082	171
2	1498	1500	100	131,35	134,0	98	0,561	0,656	86
3	5327	4500	118	1128,98	904,5	125	2,925	2,214	132
4	12 000	11 000	109	1100	1742	63	5,32	5,248	101
5	37 520	22 500	167	4981,5	2847,5	175	27,53	10,25	267
Итого	57 099	40 000	143	7389,08	5663,5	130	36,476	18,45	198
Без бал- ла 5	19 579	17 500	112	2407,58	2816	85	8,946	8,20	109

ные ошибки: по числу семян при баллах 3 (+25 %) и 4 (—37 %), а по массе семян при балле 3 (+32 %).

Уже раньше мы отмечали [1], что в некоторых случаях исследователи ошибочно занижали или завышали балл урожая. То же можно отметить и в данной статье. Так, в образце 5 по числу шишек и семян следует поставить балл 2; по числу семян: в образцах 10 и 11 — балл 2, в номерах 13, 14, 15 и 22 — балл 1, в образце 32 — балл 4, в образцах 26, 38 и 48 — балл 3, а в образцах 33 и 34 — балл 5; наконец, по массе семян образцы 14 и 15 следует отнести к баллу 1, образец 27 — к баллу 2, образцы 23 и 38 — к баллу 3, образец 48 — к баллу 4, а образец 32 — к баллу 5. На основании этого получена табл. 3, где баллы скорректированы по фактическому урожаю. Разумеется, и в этой таблице отклонения урожая от теоретических величин сохраняются на высоком уровне все по той же причине неоднородности балла 5. Исключив этот балл, мы получили очень хорошие результаты: в среднем по баллам 1—4 ошибка по числу шишек равна +10 %, по числу семян — 6 %, по массе семян — 3 %. По отдельным баллам ошибки, как правило, не выходят за рамки ±20 % (10 из 12, т. е. в 83 % случаев), недопустимые ошибки имеются лишь по числу семян при баллах 1 (—31 %) и 3 (—33 %). С этим можно примириться или же искать пути более точной таксации урожая.

Таблица 3

Балл урожая по Капперу	Число шишек, шт.			Число семян, тыс. шт.			Масса семян, кг		
	фактическое	теоретическое	%	фактическое	теоретическое	%	фактическая	теоретическая	%
1	508	502	101	21,7	33,5	65	0,089	0,082	109
2	1398	1500	93	131,9	134,0	98	0,532	0,656	81
3	5330	4500	118	608,2	904,5	67	2,045	2,214	92
4	12 000	11 000	109	1872	1742	107	5,32	5,248	101
5	37 500	22 500	107	4941	2848	173	29,36	10,25	286
Итого	56 736	40 002	142	7574,8	5662	134	37,346	18,45	202
Без балла 5	19 236	17 502	110	2633,8	2814	94	7,986	8,20	97

Одним из перспективных путей решения такой задачи может служить исследование связи числа и массы семян с числом шишек. Распределив материалы табл. 1 по возрастающим значениям числа шишек, мы составили табл. 4, сравнив с ними числа семян. Предположив наличие между ними прямолинейной связи, мы получили формулу:

$$N = 134n, \tag{1}$$

где N — число семян на 1 га, тыс. шт.;

n — число шишек на 1 га, тыс. шт.

По отдельным значениям числа шишек ошибки этого уравнения колеблются от +88 до —18 %. На первый взгляд, они недопустимо велики. Однако просмотр табл. 4 показывает, что наибольшие ошибки встречаются лишь при слабых урожаях (до 10 тыс. шишек на 1 га). При более высоких урожаях ошибки, как правило, не превышают ±20 %, что достаточно точно для практических целей. Отдельно для слабых урожаев средняя ошибка составляет +47 %, а для более крупных —3 %, в среднем же по всем исследованным образцам получилось полное совпадение фактического и теоретического урожая (100 %). Коэффициент

Таблица 4

№ п/п	Число шишек, тыс. шт.	Число семян, тыс. шт.		
		фактическое	вычисленное	%
1	0,5	35,6	67,0	188
2	1,0	91,3	134,0	147
3	1,2	77,8	160,8	147
4	1,4	109,6	187,6	171
5	2,4	200,0	321,6	161
6	3,3	280,0	442,4	158
7	5,0	424,6	670,0	158
8	7,0	700,0	938,0	134
9	10,2	956,6	1367	143
10	12,0	1550	1608	104
11	15,5	1750	2077	119
12	22,0	2500	2948	118
13	28,0	2900	3752	129
14	31,7	4100	4248	104
15	52,0	6200	6968	112
16	66,8	10 374	8951	86
17	85,3	14 000	11 430	82
Итого	345,3	46 249,5	46 270,4	100

сглаженности оказался равным 0,979. Подобные же вычисления были проведены и для связи числа шишек и массы семян (табл. 5). Полученное уравнение

$$Q = 0,589n, \quad (2)$$

где Q — масса семян, кг/га;
 n — число шишек, тыс. шт./га,

Таблица 5

№ п/п	Число шишек, тыс. шт.	Масса семян, кг		
		фактическая	вычисленная	%
1	0,5	0,237	0,294	124
2	1,4	0,537	0,825	154
3	5,3	2,182	3,122	143
4	13,1	6,15	7,716	125
5	25,0	13,00	14,725	113
6	32,4	17,55	19,084	109
7	52,0	29,34	30,628	104
8	66,8	37,4	39,345	105
9	72,5	40,0	42,702	107
10	85,3	62,39	50,242	84
Итого	354,3	208,786	208,683	100

дало также точный итог (100 %), хотя ошибки по отдельным ступеням числа шишек колебались от +54 до —16 % (из 10 ступеней в 8 ошибки были в пределах ± 25 %, что практически допустимо). Коэффициент сглаженности очень высок — 0,978. Следовательно, полученная формула полностью удовлетворяет практике при хороших и обильных урожаях, ибо дает в среднем ошибку всего — 1,5 %.

Итак, зная число шишек на 1 га, можно легко по формулам (1) и (2) подсчитать урожай семян ели на 1 га в ельниках зеленомошных. Определение числа шишек составляет особую тему. Следует сказать также, что располагая достаточно обширным материалом по каждому

региону, легко уточнить в формулах переводные коэффициенты, что позволит более точно прогнозировать и оценивать урожай семян ели.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Войчаль П. И., Барабин А. И. К вопросу об оценке семеношения ели баллами Каппера. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 5, с. 11—15.
 [2]. Войчаль П. И., Барабин А. И. О количественной оценке урожая семян ели. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 119—120.

Поступила 26 октября 1982 г.

УДК 630*231.332

**ДИНАМИКА
СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА В ПОЧВЕ СОСНЯКА МШИСТОГО
ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ**

И. Э. РИХТЕР

Белорусский технологический институт

Данные изучения азотного питания сосны показывают, что в легких по механическому составу почвах содержится ничтожно малое количество азота в усвояемых растениями минеральных формах [4—7]. Улучшение обеспечения сосны в таких условиях может быть достигнуто за счет повышения скорости минерализации азотистых органических веществ почвы [1], биологической мелиорации многолетним люпином [3], внесения азотных удобрений [5] и другими способами. Результаты исследований [2, 5, 7] свидетельствуют также о динамичности содержания подвижных форм азота в почве в зависимости от погодных условий, микробиологической деятельности, потребления растениями, плодородия почвы и других факторов.

Мы изучали влияние различных доз азотных удобрений на динамику аммиачного и гидролизуемого азота в почве в течение четырех лет. Исследования проводили на постоянной пробной площади 3^р, заложенной в сосняке мшистом Негорельского учебно-опытного лесхоза. Таксационная характеристика древостоя следующая: состав 10С, ед. Б, Е, класс бонитета I, полнота 0,8, возраст 70 лет. В подлеске встречается можжевельник, ива, крушина, в подросте—ель, береза, сосна, в живом напочвенном покрове — мхн Шребера, дыкранум, этажчатый, папоротник орляк, черника, брусника, вейник наземный и виленский, плауны сплюснутый и годичный, ландыш майский, овсяница овечья и др. Почва дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на песке связном, подстилаемом песком рыхлым. Удобрения вносили 25 мая 1975 г. путем равномерного поверхностного разбрасывания без предварительной подготовки почвы. В качестве удобрения использовали аммиачную селитру. Образцы почвы для анализов брали в июне, августе и октябре 1976—1979 гг. из генетических горизонтов А₁, А₂ и В₁. Смешанные образцы готовили из 15 индивидуальных, взятых на всех трех секциях каждого варианта. Аммиачный азот определяли в смешанных образцах колориметрическим методом с реактивом Несслера, гидролизуемый — в воздушно-сухих по методу И. В. Тюрина и М. М. Кононовой.

Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют о том, что содержание гидролизуемого азота находится в определенной зависимости от генетического горизонта почвы, сезона года, погодных условий, доз удобрений и других факторов. Во все сроки наблюдений наибольшее содержание гидролизуемого азота было в горизонте А₁, в котором учтено максимальное количество органического вещества. Во всех минеральных горизонтах почвы в вегетационные периоды 1976—1978 гг. содержание гидролизуемого азота уменьшалось от июня к августу, а затем возрастало к октябрю. В вегетационный период 1979 г. отмечено некоторое повышение содержания его от июня к августу в горизонте А₁ и сниже-

Таблица 1
 Содержание (мг на 100 г почвы) и запас (кг на 1 га в 0,5-метровом слое) азота в почве сосняка мшистого

Вариант	Горизонт	Глубина взятия образца, см	1976 г.			1977 г.			1978 г.			1979 г.		
			Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь
Контроль	A ₁	5—10	6,92 0,86	5,54 0,57	5,34 1,12	5,30 0,79	3,36 0,45	5,08 0,68	4,70 0,38	3,27 0,32	4,93 0,83	5,87 1,13	6,12 0,44	6,84 1,01
	A ₂	20—25	2,91 0,89	2,70 0,33	2,07 0,97	2,45 0,62	1,54 0,29	2,34 0,56	2,26 0,24	1,61 0,17	2,07 0,70	3,01 0,78	2,97 0,28	1,95 0,67
	B ₁	35—40	1,84 0,55	1,36 0,25	1,48 0,61	1,36 0,23	0,81 0,22	1,61 0,33	0,80 0,27	0,73 0,10	1,59 0,44	1,67 0,60	1,48 0,17	1,42 0,49
	0,5 м слой		219 50,9	182 23,3	171 58,1	172 33,5	108 19,9	174 33,3	144 19,0	106 11,5	164 42,2	204 53,0	201 18,1	180 45,0
N70	A ₁	5—10	7,06 1,12	6,78 0,72	7,28 1,85	5,20 0,84	3,39 0,45	4,97 0,81	4,81 0,35	3,27 0,30	4,91 1,00	5,79 1,16	6,08 0,44	6,92 1,04
	A ₂	20—25	3,18 1,00	2,45 0,32	3,19 1,02	2,46 0,59	1,52 0,18	2,38 0,64	2,19 0,31	1,56 0,16	2,09 0,79	2,94 0,82	2,94 0,27	2,30 0,62
	B ₁	35—40	2,94 0,58	2,73 0,36	2,97 0,74	1,61 0,32	1,07 0,22	1,49 0,36	0,89 0,29	0,78 0,09	1,60 0,46	1,75 0,59	1,54 0,19	1,51 0,57
	0,5 м слой		260 58,1	230 28,0	263 72,3	179 35,9	115 16,8	170 38,0	146 21,2	106 10,7	167 47,4	203 54,0	201 18,4	193 46,4
N140	A ₁	5—10	7,42 2,03	6,86 0,84	8,34 2,50	7,46 0,95	4,95 0,51	5,29 0,88	4,93 0,38	3,30 0,34	5,03 1,14	5,90 1,18	6,20 0,46	6,91 1,12
	A ₂	20—25	3,52 1,06	2,97 0,44	3,41 1,14	3,58 0,59	2,06 0,40	2,73 0,63	2,07 0,32	1,45 0,18	2,57 0,70	2,48 0,89	2,91 0,28	2,78 0,60
	B ₁	35—40	2,84 0,73	2,19 0,50	2,59 0,81	2,72 0,47	1,54 0,25	2,58 0,42	0,96 0,28	0,75 0,11	1,71 0,60	1,73 0,63	1,62 0,17	1,93 6,55
	0,5 м слой		271 75,4	230 36,8	272 85,7	269 41,5	162 24,5	215 40,3	146 21,5	103 12,3	182 50,6	191 57,2	204 18,3	218 46,2

Продолжение табл. 1

Вариант	Горизонт	Глубина взятия образца, см	1976 г.			1977 г.			1978 г.			1979 г.		
			Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь
N210	A ₁	5—10	7,85	7,34	8,87	7,29	4,55	6,78	5,24	3,33	5,71	6,27	6,28	7,63
			3,36	0,99	2,73	1,07	0,67	1,05	0,37	0,32	1,23	1,13	0,49	1,08
	A ₂	20—25	4,02	3,73	4,43	3,60	2,66	3,25	2,63	1,49	2,33	2,88	2,86	1,81
	1,55		0,63	1,27	0,56	0,30	0,76	0,30	0,18	0,69	0,86	0,25	0,54	
	B ₁	35—40	2,91	2,71	3,50	3,07	1,64	3,00	1,28	0,81	1,42	1,76	1,58	1,72
			0,99	0,56	0,91	0,48	0,37	0,38	0,26	0,12	0,58	0,67	0,20	0,51
	0,5 м слой		292	272	333	278	177	260	174	106	208	202	194	
			112,9	45,7	95,0	42,5	27,2	44,9	20,3	12,4	50,9	18,7	42,9	

Примечания. В числителе содержание и запас гидролизующего азота; в знаменателе — аммиачного.

ние в горизонтах A₂ и B₁ от июня к октябрю. Это связано не только с процессом потребления доступных для растений форм азота, изменением интенсивности биологических процессов в почве, но и различием в температуре воздуха и почвы и количестве осадков. По данным Негорельской лесной метеостанции (табл. 2), температура воздуха в июне и августе в 1979 г. была выше, количество осадков в августе было почти в два раза выше, чем в 1976—1978 гг.

Внесение азотных удобрений способствовало повышению содержания гидролизующего азота во всех обследованных горизонтах. На второй год после внесения удобрений содержание гидролизующего азота в вариантах с удобрениями было выше, чем на контроле. При этом наиболее существенные различия наблюдались в горизонтах A₂ и B₁. Начиная с третьего года, на контроле и в варианте N70 содержание гидролизующего азота было практически одинаковым, а с четвертого года и в варианте N140. В такой же закономерности изменялся и запас гидролизующего азота в наиболее корнеобитаемом слое почвы. В зависимости от сезона вегетационного периода на контроле запас азота в этом слое почвы находился в пределах 106—219, в варианте N70—106—263, N140 — 103—272, N210 — 106—333 кг/га. На одну часть гидролизующего азота в целом для опыта приходилось 8—26 частей общего азота. Четкой закономерности в изменении этого отношения по месяцам, генетическим горизонтам почвы и вариантам опыта не выявлено. Можно лишь отметить, что во всех вариантах опыта подвижность азота несколько увеличивалась в октябре, а из вариантов опыта — в N210. Это связано не только с процессами трансформации органического вещества и

изменением подвижности азотистых соединений, но и с потреблением их растениями и почвенными микроорганизмами.

В течение вегетационных периодов 1976—1979 гг. наблюдались также значительные колебания в исследуемых генетических горизонтах в содержании аммиачного азота и запасе его в 0,5-метровом слое почвы (табл. 1). Данные показывают, что отмеченные закономерности в изменении содержания гидролизуемого азота присущи и для аммиачного. Минимальное содержание в почве аммиачного азота в августе объясняется максимумом потребления его в этот период сосной, ослаблением минерализации азотсодержащих органических веществ в подгоризонтах подстилки A'_0 и A'_1 из-за недостатка влаги. В подгоризонте A''_0 и минеральных горизонтах, судя по активности протеолитических ферментов, скорость минерализации азотсодержащих органических веществ не снижалась, но превышение потребления над поступлением приводило к осязательному снижению содержания аммиачного азота в почве. В октябре наблюдалось увеличение содержания аммиачного азота в почве. Оно связано с ослаблением или почти полным прекращением потребления его растениями, поступлением на поверхность почвы свежего опада и довольно интенсивным протеканием биохимических процессов. Кроме того, незначительное количество осадков в октябре (табл. 2), по-видимому, не способствовало вымыванию подвижных форм азота в более глубокие горизонты почвы. Максимальное содержание аммиачного азота в почвах сосняков вересковых Белоруссии весной и осенью и минимальное летом наблюдали П. П. Роговой и К. Л. Забелло [7], В. С. Победов и И. М. Булавик [5].

Таблица 2

Динамика температуры воздуха и количества осадков по данным Негорельской лесной метеостанции

Год	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм		
	Июнь	Август	Октябрь	Июнь	Август	Октябрь
1975	16,0	17,4	6,2	113,5	47,4	45,6
1976	13,6	14,7	2,1	52,8	47,7	58,8
1977	16,1	14,7	5,9	53,4	79,2	19,6
1978	14,2	15,3	6,1	64,7	79,7	45,1
1979	18,2	16,7	3,8	60,6	144,5	3,2

Внесение различных доз минеральных удобрений способствовало повышению содержания аммиачного азота в верхних горизонтах почвы, но осязательное влияние продолжалось только в течение двух-трех вегетационных периодов (табл. 1).

Запас аммиачного азота в 0,5-метровом слое почвы в зависимости от сезона года и варианта опыта колебался в пределах 10,7—112,9 кг/га. Аммиачный азот в этом слое почвы составлял в июне 1 : 44 — 132, августе — 1 : 96 — 255, октябре — 1 : 31 — 70 часть от общего. К сожалению, определение только той части аммиачного азота почвы, которая в момент взятия образцов оставалась неиспользованной растениями, не позволяет утверждать, что в тот или иной срок наблюдения были более благоприятные условия для минерализации органических азотсодержащих веществ.

В заключение следует отметить, что наиболее продолжительное последствие азотных удобрений на почву наблюдается в варианте N210. Разовым внесением удобрений нельзя существенно изменить на длительный период азотный режим почв в сосняках мшистых.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Азотный режим в некоторых типах сосняков/ Т. А. Щербакова, Г. Я. Коробова, С. Н. Бородько, Г. А. Павловская. — В кн.: Типология и биология естественных и искусственных фитоценозов. Минск: Наука и техника, 1974, с. 51—61. [2]. Аршинова Т. И., Шестакова В. А. Динамика подвижного азота и биохимические свойства дерново-подзолистых почв при выращивании культур ели с внесением удобрений. — В кн.: Лесное почвоведение. М.: ВНИИЛМ, 1975 г., с. 144—157. [3]. Жилкин Б. Д. Повышение продуктивности сосновых насаждений культурой люпина. — Минск: Вышэйш. школа, 1974. — 256 с. [4]. Орлов А. Я., Кошельков С. П. Об оценке плодородия лесных почв. — Почвоведение, 1965, № 3. [5]. Победов В. С., Булавик И. М. Азотный режим почв в некоторых типах сосняков после внесения аммиачной селитры. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск: Вышэйш. школа, 1976, вып. 11, с. 59—66. [6]. Раптунович Е. С. Продуктивность сосновых насаждений и обеспеченность почв водой и элементами питания в условиях Негорельского учебно-опытного лесхоза. — В кн.: Вопросы лесоводства и лесозащиты. Минск: Вышэйш. школа, 1967, с. 168—175. [7]. Роговой П. П., Забелло К. Л. Азотное питание сосновых насаждений, произрастающих на легких по механическому составу дерново-подзолистых почвах. — Науч. тр./ БЛТИ, 1958, вып. 9, с. 59—71.

Поступила 21 октября 1982 г.

УДК 630*174.755 : 581.19

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЛОДЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В НАСАЖДЕНИЯХ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ

П. А. ТРИБУН, М. В. ГАВРИЛЮК, Г. В. ЮХИМЧУК,
Е. Б. ЛОПАРЕВА

Карпатский филиал УкрНИИЛХА

Распространение корневой губки в хвойных лесах Украинских Карпат приобрело характер эпифитотии [7—9]. Изучение причин распространения этого патогена и разработка мероприятий по его профилактике имеет важное научное и народнохозяйственное значение. В лесфонде Украинских Карпат еловые леса занимают 548,9 тыс. га, в том числе молодняки I и II классов возраста — 294,3 тыс. га, или 53,6 % покрытой елью площади. Исследованиями установлено, что уже в возрасте 27—30 лет наблюдается сильное поражение ели корневой губкой, особенно в производных ельниках второй и третьей генераций.

Известно, что в редких насаждениях сосны существуют более благоприятные условия освещения, интенсивнее процесс фотосинтеза, улучшается поступление и распределение элементов минерального питания, чего не наблюдается в перегущенных сосняках [5].

В целях исследования содержания соединений, которые обуславливают устойчивость ели к корневой губке [11, 12], нами определены некоторые биохимические показатели молодых деревьев ели в насаждениях разной густоты.

Исследования проводили в Ивано-Франковской области. У 8—30-летних деревьев ели брали хвою и луб. Образцы отбирали с юго-восточной стороны кроны и ствола у 5—7 деревьев на каждой пробной площади. В свежем растительном материале определяли активность окислительно-восстановительных ферментов: пероксидазы по скорости реакции окисления бензидина [1], полифенолоксидазы — по интенсивности образования сине-фиолетовой окраски окисленного диметилфенилендиамина [2] и каталазы — по количеству разложившейся перекиси водорода [6].

Для определения общего количества фенольных соединений, углеводов и нуклеиновых кислот образцы хвои и луба фиксировали в парах этилового спирта. Содержание фенольных соединений находили колориметрическим методом с использованием реактива Фолина — Дениса, описанного Л. Ф. Ладных [3]. Определение растворимых углеводов проводили по методу Н. И. Ястрембовича и Ф. Л. Каллинина [10], а количество

нукленовых кислот — по методу Шмидта и Тангаузера в модификации Г. М. Ляскового [4].

Таблица 1

Место взятия образца	Состояние насаждений	Экстракт	Общее количество фенольных соединений, мг %	
			Хвоя $M \pm m$	Луб $M \pm m$
Сивульское лесничество, квартал 19, выдел 24, возраст 8 лет	Изреженные	Водный	32,7±1,8	45,1±1,2
		Спиртовой	36,0±1,7	66,7±1,8
	Перегущенные	Водный	24,4±1,6	37,0±0,9
		Спиртовой	29,6±1,1	60,6±1,6
То же, квартал 27, выдел 2, возраст 17 лет	Изреженные	Водный	36,7±0,3	36,0±0,3
		Спиртовой	42,0±0,8	43,2±0,8
	Перегущенные	Водный	33,0±0,8	37,4±1,3
		Спиртовой	38,6±1,1	40,3±1,0

Исследованиями установлено, что молодые деревья ели, растущие в культурах различной густоты, различаются содержанием химических веществ в хвое и лубе. Из приведенных в табл. 1 данных видно, что содержание общего количества фенольных соединений в водном и спиртовом экстрактах хвои и луба у деревьев ели, растущих в изреженном насаждении, на 11,2—34,6 % выше, чем у деревьев ели, растущих в перегущенных насаждениях. А повышенное содержание фенольных соединений у деревьев ели обуславливает их стойкость к поражению корневой губкой [11].

Таблица 2

Место взятия образца	Состояние насаждений	Углеводы, мг %		
		Глюкоза $M \pm m$	Фруктоза $M \pm m$	Дисахара $M \pm m$
Сивульское лесничество, квартал 19, выдел 24, возраст 8 лет	Изреженные	117,8±3,5	136,2±1,5	210,8±3,1
		178,5±7,7	78,1±2,2	238,2±8,8
	Перегущенные	92,5±2,7	106,3±0,3	175,8±2,3
		117,8±7,1	52,8±2,1	144,3±8,4
То же, квартал 27, выдел 2, возраст 17 лет	Изреженные	109,7±9,8	150,4±3,7	189,0±10,8
		149,3±2,1	87,1±3,1	196,9±11,9
	Перегущенные	59,0±4,2	116,3±5,6	142,0±3,1
		112,4±3,9	66,8±3,0	147,6±5,0

Примечание. В числителе данные для хвои; в знаменателе — для луба.

В изреженных 10-летних культурах ели Пасечнянского лесничества активность каталазы и пероксидазы в хвое и лубе деревьев значительно выше, чем в перегущенных: соответственно 85,3±2,1 против 77,3±±2,2 мкмоль H₂O₂ на 1 г/мин и 3,34±0,37 против 1,01±0,19 усл. ед. на 1 г. Противоположная закономерность наблюдается для полифенолоксидазы: 0,186±0,1 против 0,256±0,09 усл. ед. на 1 г. Концентрация растворимых углеводов в хвое и лубе в изреженных насаждениях достоверно выше, чем в перегущенных (табл. 2). Для хвои и луба деревьев ели, растущих в изреженном насаждении, характерно увеличение содержания РНК и ДНК по сравнению с перегущенными (табл. 3).

Таблица 3

Место взятия образца	Состояние насаждений	РНК	ДНК	Сумма	РНК ДНК
		$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	
		мг %			
Сивульское лесничество, квартал 19, выдел 24, возраст 8 лет	Изреженные	$45,2 \pm 4,0$	$16,3 \pm 0,8$	$61,5 \pm 4,3$	$2,8$
		$27,1 \pm 1,8$	$17,2 \pm 3,1$	$44,3 \pm 3,7$	$2,6$
	Перегущенные	$28,2 \pm 1,4$	$12,2 \pm 2,0$	$40,4 \pm 3,0$	$2,3$
		$20,7 \pm 1,8$	$13,0 \pm 1,4$	$33,7 \pm 2,0$	$1,6$
То же, квартал 27, выдел 2, возраст 17 лет	Изреженные	$41,2 \pm 3,6$	$17,4 \pm 0,9$	$58,6 \pm 3,4$	$2,4$
		$19,7 \pm 2,4$	$10,3 \pm 1,9$	$30,0 \pm 0,6$	$1,9$
	Перегущенные	$29,3 \pm 2,3$	$14,1 \pm 0,7$	$43,4 \pm 2,5$	$2,1$
		$16,0 \pm 2,2$	$10,0 \pm 1,7$	$26,0 \pm 2,3$	$1,6$
Пасечнянское лесничество, возраст 10 лет	Изреженные	$10,8 \pm 0,8$	$29,2 \pm 2,1$	$40,0 \pm 2,1$	$0,4$
		$17,9 \pm 0,8$	$25,0 \pm 1,5$	$42,9 \pm 2,0$	$0,7$
	Перегущенные	$15,7 \pm 1,5$	$20,2 \pm 1,6$	$35,9 \pm 2,5$	$0,8$
		$13,0 \pm 0,5$	$21,8 \pm 1,8$	$34,8 \pm 2,0$	$0,6$

Примечание. В числителе данные для хвоя; в знаменателе — для луба.

Синтез и накопление большего количества физиологически активных соединений в хвое и лубе деревьев ели в изреженных насаждениях обуславливают, очевидно, меньшую степень поражения их корневой системы губкой. Об этом свидетельствуют результаты обследования зараженности пней патогеном на вырубках еловых насаждений разной густоты.

Полученные данные показывают, что выращивание изреженных культур ели имеет важное значение для профилактики и повышения устойчивости ельников к корневой губке. Поэтому в еловых молодняках необходимо своевременно проводить интенсивное осветление и прочистки, в том числе и в поясе горных еловых лесов выше 1100—1200 м над уровнем моря, где эти рубки ухода последним лесоустройством 1978—1979 гг. не планировались и не рекомендовались. Следует также иметь в виду, что выращивание еловых молодняков в изреженном состоянии позволит избежать прореживаний до 25—30 лет, что, в свою очередь, предотвратит механические повреждения растущих деревьев и заражение их корневой губкой. Все это будет способствовать повышению устойчивости ельников к гнилям корней и стволов, вызываемым этим патогеном.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бояркин А. Н. Определение активности пероксидазы в растениях. — Биохимия, 1951, т. 4, вып. 16. [2]. Бояркин А. Н. Определение активности полифенолоксидазы. — Науч. тр./ Инт-т физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, 1951, т. 8, вып. 2. [3]. Ладных Л. Ф. Модификация метода количественного определения общих фенольных соединений в тканях сосны. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация. Киев: Урожай, 1975, вып. 40, с. 96—100. [4]. Лясковский Г. М., Паслен М. И. Об определении фосфора при анализе растений на содержание нуклеиновых кислот по методу Шмидта и Тангаузера. — В кн.: Исследования по физиологии и биохимии растений. Киев: Наукова думка, 1972. [5]. О причинах предрасположенности сосняков на старопахотных землях к заболеванию/ Е. И. Ладейщикова, А. И. Побегайло, Г. Д. Белый и др. — В кн.: Корневая губка. Харьков: Прапор, 1974, с. 22—31. [6]. Починок Х. Н. Определение активности каталазы: Методы биохимического анализа растений. — Киев: Наукова думка, 1976, с. 172—174. [7]. Трибун П. А. Распространение корневой губки в лесах Украинских Карпат. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация. Киев: Урожай, 1975, вып. 40, с. 22—28. [8]. Трибун П. А., Шпиль-

ча к М. Б. О биологической нарушенности условий местообитания в лесах Украинских Карпат. — В кн.: Исследования по лесоводству и защитному лесоразведению. Харьков, 1980, с. 71—75. (Науч. тр. Харьк. СХИ; Вып. 271). [9]. Шевченко С. В. Грибные эпифитотии в хвойных лесах запада Украинской ССР: Автореф. дис. . . . докт. с.-х. наук. — Киев, 1974, — 36 с. [10]. Ястрембович Н. И., Калынин Ф. Л. Определение углеводов и растворимых соединений азота в одной навеске растительного материала. — В кн.: Рост и продуктивность растений. Киев, 1962, с. 119—130. (Науч. тр.; Вып. 23). [11]. Beziehungen zwischen dem Standort und der Kernfaule-Disposition der Fichte (*Picea abies* Karst.)/ W. Laatsch, M. Alcubilla, G. Wenzel, H. Afsell.— Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1968, 87, S. 193—203. [12]. Zycha H., Ulrich N. Die Rotfaule der Fichte. — Forstarchiv, 1969, 40, S. 209—219.

Поступила 12 июля 1982 г.

УДК 630*524

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОСНЯКОВ БРЯНСКОГО МАССИВА

Ф. В. КИШЕНКОВ, И. С. ГЛУШЕНКОВ

Брянский технологический институт
Брянская аэрофотолесоустроительная экспедиция

Сосновые леса Брянского массива занимают 41,8 % лесопокрытой площади, среди них насаждения Iб и Ia классов бонитета составляют 9,6 %. В прошлом хвойными лесами было занято 80 %, а на долю насаждений высшей производительности приходилась треть территории [2]. По данным почвенного картирования бывшего Гаваньского лесосочината [1], площадей, соответствующих высокопроизводительным соснякам, было 36,8 %, в том числе Iб класса бонитета—10,3 % и Ia—26,5 %. В настоящее время эти земли заняты насаждениями мягколиственных пород и порослевым дубом. К смене сосняков привели нерегулируемые рубки военных и послевоенных лет, а также нарушения в технологии лесовыращивания.

Для восстановления коренных формаций, а также ведения хозяйства в них необходимо знать динамику лесоводственно-таксационных параметров сосновых насаждений высшей продуктивности. Эти сведения важны и для лесосочетных работ, так как в известных материалах А. В. Тюрина [4] высшим является Ia класс бонитета. Кроме того, общие таблицы не отражают влияния антропогенного фактора на экологическую среду и рост древостоев.

Цель нашей работы — установить особенности роста высокопродуктивных сосняков, составить модели роста и общей производительности для насаждений с регулярным изреживанием и без него.

В период 1975—1978 гг. заложено 88 таксационных пробных площадей, в том числе 40 — Iб и 48 — Ia класса бонитета. Гомогенные ряды подбирали с учетом типа леса, производительности и характера хозяйственного воздействия (с регулярными рубками ухода и без ухода). Запас и текущий прирост изучали по 20—25 учетным деревьям, таксируемым по ГОСТу 16128—70. При разделении древостоя на растущую и выбираемую части использовали рекомендации Н. Н. Свалова [3]. Для сглаживания высот и диаметров применяли функцию Корсуня

$$y = \frac{x^2}{a + bx + cx^2}, \quad (1)$$

где y — таксационный показатель;
 x — возраст;
 a, b, c — постоянные уравнения.

Суммы площадей сечений, запаса и текущего прироста запаса с возрастом выравнивали с помощью уравнения

$$y = ax^b + c \lg x, \tag{2}$$

Общую производительность $M_{0,n}$ получали путем приближенного интегрирования выравненных значений текущего прироста (z_i):

$$M_{0,n} = \sum_0^n z_i = (z_1 + z_2 + z_3 + \dots + z_{n,2}) \Delta t, \tag{3}$$

где $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ — выравненные значения прироста в конце 1-го, 2-го, 3-го ... периода в Δt лет, равного 10 годам.

Размер промежуточного пользования определяли по разности между общей производительностью и запасом растущей части. Запас выбираемой части находили вычитанием из размера промежуточного пользования в возрасте a лет размера промежуточного пользования в возрасте $a - n$ лет. Сумму площадей сечений выбираемой части рассчитывали путем деления ее запаса на видовую высоту, взятую по растущей части. Число деревьев выбираемой части устанавливали по разности между числом стволов возраста $a - n$ и a лет. Средний диаметр этой категории деревьев получали через площадь сечения среднего дерева.

Для обработки исходных данных применяли стандартные программы и ЭВМ «Наири-ЗМ».

Получены следующие постоянные и статистики уравнений по основным таксационным показателям (табл. 1). Так как влияние режима выращивания на высоту оказалось незначимо, выравнивание высоты производили по классам бонитета.

Таблица 1

Постоянные уравнений связи и оценка функций

Класс бонитета	Хозяйственная категория древостой	Постоянные и статистики уравнений				
		a	b	c	Сумма квадратичных отклонений $\Sigma \sigma$	Коэффициент корреляции r
Высота						
Iб	Совокупный	0,0124	1,4148	-1,6930	0,00004	0,982
Iа	древостой	0,0147	1,5424	-1,9292	0,00007	0,980
Диаметр						
Iб	Без ухода	0,0165	0,9829	1,1134	0,00034	0,973
	С уходом	-0,0013	2,8483	-2,3712	0,00013	0,961
Iа	Без ухода	-0,0016	2,8056	-19,4159	0,00046	0,963
	С уходом	0,0003	2,6875	-1,9077	0,00022	0,964
Сумма площадей сечения						
Iб	Без ухода	0,2963	0,2360	-0,6552	0,01664	0,708
	С уходом	0,0594	0,2635	-0,6386	0,04407	0,786
Iа	Без ухода	2,3682	1,0186	-1,8978	0,03921	0,845
	С уходом	0,9338	-0,704931	0,2543	0,06102	0,701
Запас						
Iб	Без ухода	0,0957	0,3731	-0,9272	0,02845	0,919
	С уходом	0,0423	0,3612	-0,7729	0,04637	0,913
Iа	Без ухода	0,1835	0,3012	-0,6221	0,04711	0,964
	С уходом	0,3513	-2,9597	1,0326	0,14976	0,710
Текущий прирост						
Iб	Без ухода	0,0860	0,4295	-0,1414	0,06448	0,657
	С уходом	0,0413	0,3042	-0,9722	0,08063	0,690
Iа	Без ухода	2,5198	0,3293	-1,0141	0,10479	0,494
	С уходом	0,0574	2,8854	-0,9189	0,04012	0,845

Динамика общей производительности (табл. 2), вычисленная на основе текущего прироста запаса, определила реальный размер проме-

Таблица 2

Модель роста и общей производительности сосновых насаждений

Возраст, лет	Растущая часть						Выбираемая часть				Общая производительность				
	Высота, м	Диаметр, см	Число деревьев	Сумма площадей сечений, м ²	Выловов число	Запас стволов в коре, м ³	Изменение запаса, м ³		Число деревьев	Диаметр, см	Запас в коре, м ³	Сумма промехутого пользования, м ³	Запас, м ³	Произрост, м ³	
							текущее	среднее						средний	текущий
Iб класс бонитета (без ухода)															
20	12,6	10,7	3011	27,1	0,539	184	9,2	—	—	—	—	—	184	9,2	16,3
30	17,3	16,2	1636	33,7	0,489	285	9,5	10,1	1375	9,2	77	77	362	12,1	18,6
40	21,4	20,8	1094	37,2	0,465	370	9,3	8,5	542	15,2	99	99	546	13,7	18,2
50	25,0	24,6	819	38,9	0,454	441	8,8	7,6	275	20,0	99	99	716	14,3	16,0
60	28,1	27,8	685	41,6	0,446	521	8,7	7,5	134	23,8	70	345	866	14,4	14,0
70	31,0	30,4	603	43,8	0,438	595	8,5	7,4	82	25,8	58	403	998	14,3	12,5
80	33,5	32,7	539	45,3	0,435	660	8,3	6,5	64	26,6	52	455	1115	13,9	11,0
90	35,8	34,7	492	46,5	0,433	722	8,1	6,2	47	27,7	44	498	1220	13,6	9,7
100	37,9	36,4	458	47,4	0,429	768	7,7	4,6	34	31,1	42	540	1308	13,1	8,5
Iб класс бонитета (с уходом)															
20	12,6	11,9	1964	21,6	0,469	128	6,4	—	—	—	—	—	128	6,4	12,4
30	17,3	17,8	1084	27,0	0,435	203	6,8	7,5	850	10,7	59	59	262	8,7	14,2
40	21,4	22,1	802	30,7	0,423	274	6,9	7,1	282	18,8	71	130	404	10,1	14,0
50	25,0	26,0	611	32,4	0,421	342	6,8	6,8	191	21,0	70	200	542	10,8	13,4
60	28,1	29,6	489	33,6	0,418	394	6,6	5,2	122	23,7	63	263	657	11,0	11,1
70	31,0	32,5	414	34,3	0,415	441	6,2	4,7	75	26,4	52	315	756	10,8	9,6
80	33,5	35,7	354	35,5	0,409	486	6,0	4,5	60	27,6	49	364	850	10,6	9,0
90	35,8	38,9	308	36,7	0,402	528	5,9	4,2	46	27,8	40	404	932	10,4	7,8
100	37,9	42,1	270	37,7	0,401	570	5,7	4,2	38	29,4	39	443	1013	10,1	7,2

жуточного пользования в древостоях высшей продуктивности. Запас растущей части на 15—20 % ниже по сравнению с данными А. В. Тюрина. Регулярное изреживание сосновых древостоев вызывает уменьшение общей производительности и увеличение среднего диаметра, что ведет к сокращению срока выращивания технически спелой древесины. С понижением класса бонитета влияние рубок ухода сложившейся в производстве интенсивности менее заметно.

Настоящие таблицы могут быть применены при таксации высокопроизводительных сосновых лесов, что повысит точность учета и позво-

Продолжение табл. 2

Возраст, лет	Растущая часть						Выбираемая часть				Общая производительность			
	Высота, м	Диаметр, см	Число деревьев	Сумма площадей сечений, м ²	Выловное число	Запас стоялоса, м ³	Изменение запаса, м ³	Число деревьев	Диаметр, см	Запас в коре, м ³	Сумма прокутого поновозапаса, м ³	Запас, м ³	Прирост, м ³	
													среднее	текущее	средний	текущий
Ia класс бонитета (без ухода)														
20	11,3	10,8	2598	23,9	0,548	148	7,4	—	8,8	—	—	148	7,4	11,0
30	15,6	14,9	1678	29,2	0,503	229	7,6	—	13,8	44	44	273	9,1	13,8
40	19,2	18,6	1213	33,0	0,479	304	7,6	—	17,4	61	108	412	10,3	14,0
50	22,4	21,8	968	36,1	0,468	379	7,5	—	20,7	59	169	548	11,0	13,1
60	25,1	24,5	817	38,5	0,460	441	7,4	—	22,1	50	228	669	11,2	11,2
70	27,5	26,9	712	40,5	0,452	504	7,2	—	24,0	47	274	778	11,1	10,6
80	29,6	29,1	634	42,2	0,449	561	7,0	—	25,7	43	319	880	11,0	9,9
90	31,5	31,1	575	43,7	0,446	614	6,8	—	27,8	41	361	975	10,8	9,2
100	33,2	32,9	529	45,0	0,442	661	6,6	—	—	—	402	1063	10,6	8,5
Ia класс бонитета (с уходом)														
20	11,3	10,1	2550	20,4	0,471	108	5,4	—	7,3	—	—	108	5,4	9,1
30	15,6	14,3	1619	25,9	0,447	180	6,0	—	10,3	27	27	207	6,9	10,4
40	19,2	18,4	1128	29,8	0,437	252	6,3	—	14,7	34	61	313	7,8	10,5
50	22,4	22,0	836	31,8	0,431	307	6,1	—	17,8	48	109	416	8,3	10,2
60	25,1	25,5	650	33,2	0,428	356	5,9	—	21,5	50	159	515	8,6	9,6
70	27,5	28,7	530	34,3	0,423	399	5,7	—	23,5	45	209	608	8,7	9,0
80	29,6	31,8	446	35,4	0,420	440	5,5	—	25,1	37	254	694	8,6	8,4
90	31,5	34,6	389	36,6	0,416	480	5,3	—	27,8	35	294	774	8,6	7,7
100	33,2	37,3	347	37,8	0,414	519	5,2	—	—	—	329	848	8,5	7,1

лит достовернее обосновать проектировки при ближайшем лесоустройстве.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Корнев В. П., Орловский Г. М., Остроумов Е. М. Об индикаторной роли напочвенного покрова. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 5.
 [2]. Обновленский В. М. Некоторые итоги 45-летнего опыта создания культур сосны в Брянском учебно-опытном лесничестве. — Науч. тр./ Брянск. лесохозяйств. ин-т, 1957, т. 8, с. 65—77. [3]. Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 214 с. [4]. Тюрин

А. В., Науменко И. М., Воропанов П. В. Лесная вспомогательная книжка. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1956, с. 432—435.

Поступила 23 апреля 1982 г.

УДК 630*161

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА И КАРОТИНОИДОВ В ХВОЕ ЕЛИ НА ДЕРНОВО-ПАЛЕВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЫЛЕВАТО-СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ БССР

И. К. БЛИНЦОВ, П. Ф. АСЮТИН

Белорусский технологический институт

Биологическое значение хлорофилла заключается в поглощении растениями световой энергии и преобразовании ее в форму потенциальной энергии органических соединений, образующихся в процессе фотосинтеза. Поэтому повышенное содержание хлорофилла является в определенной мере фактором, способствующим активизации фотосинтеза. Образование зеленых пигментов растений зависит от экологических факторов. При этом растения как фотосинтезирующий организм испытывают на себе влияние разнообразных условий внешней среды, прежде всего, освещенности.

П. А. Генкель и Е. И. Барская [1], изучавшие сезонные изменения хлоропластов ели, считают, что на пластидный аппарат оказывают влияние, главным образом, продолжительность светового дня, освещенность и температура воздуха. А. Д. Тарабрин [7], исследуя динамику хлорофилла в хвое сосны и ели, также пришел к выводу, что решающим фактором, обуславливающим характер изменения пигментов, является продолжительность светового дня. В. Н. Любименко [5], Т. Н. Годнев и С. В. Қалишевич [3], Л. А. Иванов [4] и др. установили, что хлорофиллоносный аппарат различных растений способен приспосабливаться к разнообразным условиям освещения. Т. Н. Годнев [2] отмечает, что динамика хлорофилла и сопровождаемых его пигментов является выражением двух противоположных процессов: созидания и разрушения хлорофилла.

Мы изучали накопление хлорофилла и каротиноидов в хвое ели обыкновенной. Объектами исследований послужили ельники (табл. 1) кисличные, мшистые и черничные, произрастающие в Минском лесхозе БССР на высокоплодородных дерново-палево-подзолистых суглинистых почвах, развивающихся на лессовидных породах. Образцы хвои собирали и обрабатывали с учетом возраста и расположения хвои в кроне дерева. Пигменты извлекали ацетоном из свежей хвои по методике Т. Н. Годнева [2], а концентрацию компонентов хлорофилла и каротиноидов в вытяжке определяли на спектрофотометре СФ-5. Содержание зеленых пигментов («а» и «в»), а также каротиноидов («с») вычисляли по формуле Ветштейна [8].

Результаты вычислений (табл. 2) показывают, что на долю хлорофилла «а» приходится большая часть зеленых пигментов и ему принадлежит основная роль в фотосинтезе. На протяжении вегетационного периода количество зеленых пигментов в хвое ели не остается постоянным, а меняется в зависимости от возраста древостоев и возраста хвои. Наибольшее содержание этих пигментов приходится на летние месяцы и достигает максимума в августе. В это время, очевидно, создаются наиболее благоприятные условия для синтеза хлорофилла в еловых древостоях. С сентября концентрация пигментов в хвое ели заметно снижается. На высокую концентрацию хлорофилла в августе в культурах ели указывает также И. Э. Рихтер [6]. Увеличение содержа-

Таблица 1

Лесотаксационная характеристика объектов исследования

№ пробной площади	Со-став	Воз-раст, лет	Средние		Число стволов, шт./га	Сумма площадей сечения, м ² /га	Полнота	Класс бонитета Тип леса	Запас, м ³ /га
			H м	D см					
1	10E	63	22,5	20,8	1144	29,64	0,67	I Ельник мшистый	321
2	10E	84	23,4	25,6	781	36,53	0,81	II Ельник черничный	407
3	10E	76	25,2	26,3	475	23,43	0,49	I Ельник мшистый	288
4	10E	81	26,8	27,5	862	39,43	0,80	I Ельник мшистый	499
5	10E	65	20,1	19,4	855	25,16	0,65	II Ельник черничный	256
6	10E	52	20,9	18,1	1269	29,66	0,76	Ia—I Ельник кисличный	381
7	10E	54	24,1	20,8	1141	38,69	0,85	Ia Ельник кисличный	442

ния хлорофилла и каротиноидов в хвое повышает ее ценность как сырья для изготовления хвойно-витаминной муки и других продуктов углубленной переработки. В мае, когда происходит весенняя подготовка растений, содержание хлорофилла минимально. Молодая хвоя первого года, характеризующаяся большими запасами влаги, содержит хлорофилла примерно в 1,3 раза меньше, чем двухлетняя. Концентрация пигментов максимальна в хвое трехлетнего возраста, в более старой хвое содержание хлорофилла снижается («а» и «в»). Несмотря на то, что сумма зеленых пигментов в течение года значительно изменяется, соотношение компонентов хлорофилла «а» и «в» колеблется незначительно. В содержании каротиноидов не наблюдается четкой зависимости от возраста хвои и срока ее взятия.

Нашими исследованиями установлено, что сумма зеленых пигментов и особенно количество хлорофилла «в» в большей степени зависят от расположения хвои в кроне дерева. С переходом от световой хвои (верхний ярус) к теневой (нижний ярус кроны) резко возрастает количество хлорофилла «в» и менее значительно сумма зеленых пигментов. При этом у теневой хвои, по сравнению со световой, также резко снижается отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «в».

Существенное влияние на накопление хлорофилла в хвое ели оказывают плодородие почв, продуктивность насаждений и их полнота, с которой связана освещенность. Высокопродуктивные ельники кисличные Ia класса бонитета имеют более высокое содержание пигментов в хвое, чем ельники мшистые I и особенно ельники черничные II классов бонитета.

Исследованиями установлено, что с увеличением полноты насаждений от 0,5 до 0,8 возрастает сумма зеленых пигментов. Так, на пробной площади 3 в ельнике мшистом 76 лет при полноте 0,49 в хвое ели содержится наименьшее количество пигментов. С понижением полноты насаждений уменьшается разница между компонентами зеленых пигментов. Это свидетельствует о перестройке фотосинтетических аппаратов по «световому типу». К аналогичному выводу приходим и на осно-

Таблица 2
Динамика содержания хлорофилла «а», «в» и каротиноидов «с» в хвое среднего яруса кроны ели

№ проб-ной площади	Возраст хвои, лет	Количество пигментов по месяцам, мг/г сухого вещества																	
		Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь					
		а	в	с	а	в	с	а	в	с	а	в	с	а	в	с			
1	1	1,42	0,36	0,71	1,62	0,51	0,62	1,85	0,41	0,77	1,83	0,49	0,65	1,47	0,37	0,55			
2	2	1,82	0,46	0,68	1,74	0,81	0,60	1,97	0,62	0,67	2,83	0,71	0,63	2,07	0,58	0,65			
3	3	1,92	0,54	0,75	2,08	0,81	0,62	2,48	0,83	0,71	2,59	0,78	0,64	1,97	0,59	0,67			
2	1	0,88	0,24	0,39	1,02	0,32	0,37	1,06	0,35	0,37	1,19	0,35	0,48	1,00	0,26	0,38			
2	2	1,15	0,30	0,38	1,12	0,46	0,36	1,32	0,46	0,48	1,64	0,52	0,54	1,19	0,35	0,35			
3	3	1,22	0,36	0,43	1,34	0,49	0,45	1,72	0,54	0,47	1,84	0,58	0,60	1,20	0,38	0,36			
3	1	0,84	0,20	0,33	0,93	0,28	0,36	1,05	0,22	0,37	1,09	0,27	0,36	0,96	0,22	0,34			
2	2	1,08	0,25	0,37	1,05	0,35	0,32	1,15	0,34	0,37	1,37	0,39	0,40	1,24	0,33	0,31			
3	3	1,13	0,30	0,37	1,21	0,44	0,36	1,45	0,46	0,38	1,57	0,44	0,41	1,14	0,32	0,33			
4	1	1,10	0,31	0,59	1,27	0,40	0,61	1,33	0,44	0,48	1,48	0,35	0,53	1,27	0,32	0,49			
2	2	1,38	0,41	0,52	1,40	0,46	0,56	1,52	0,54	0,47	2,04	0,57	0,58	1,65	0,46	0,47			
3	3	1,49	0,47	0,54	1,71	0,57	0,71	1,92	0,71	0,45	2,12	0,60	0,57	1,53	0,46	0,48			
5	1	1,01	0,25	0,44	1,13	0,36	0,41	1,27	0,30	0,36	1,26	0,36	0,49	1,12	0,30	0,44			
2	2	1,29	0,32	0,48	1,25	0,42	0,44	1,38	0,43	0,39	1,85	0,55	0,55	1,37	0,39	0,42			
3	3	1,37	0,39	0,52	1,50	0,55	0,49	1,73	0,58	0,43	1,82	0,54	0,59	1,37	0,41	0,43			
6	1	1,52	0,46	0,85	1,70	0,56	0,65	1,76	0,58	0,58	1,96	0,52	0,79	2,04	0,58	0,63			
2	2	1,87	0,59	0,89	1,87	0,66	0,64	2,01	0,74	0,62	2,39	0,72	0,74	2,18	0,65	0,73			
3	3	1,96	0,69	0,82	2,28	0,80	0,76	2,64	1,03	0,69	2,79	0,83	0,75	2,17	0,68	0,73			
7	1	1,59	0,47	0,93	1,83	0,61	0,78	1,90	0,66	0,66	2,56	0,53	0,83	1,85	0,49	0,72			
2	2	2,00	0,63	0,95	2,00	0,70	0,73	2,17	0,80	0,68	2,56	0,76	0,86	2,37	0,71	0,79			
3	3	2,12	0,74	0,89	2,47	0,87	0,86	2,80	1,09	0,79	3,04	0,91	0,91	2,17	0,69	0,80			

вании анализа данных об отношении общей суммы хлорофиллов к общей сумме каротиноидов.

Наши исследования показывают, что содержание хлорофилла «в», для синтеза которого не требуется света, закономерно возрастает с увеличением полноты насаждений и по мере перехода от верхних частей кроны дерева к нижним.

Таким образом, установлено, что хвоя елей, растущих в низкополнотных насаждениях, обладает пониженным содержанием зеленых пигментов по сравнению с хвоей высокополнотных древостоев.

Выводы

1. Накопление зеленых пигментов в хвое еловых древостоев зависит от плодородия почв, типа леса и полноты древостоя.

2. Хвоя высокопродуктивных ельников кисличных Iа класса бонитета содержит зеленых пигментов в 1,5—1,7 раза больше, чем в ельниках черничных II класса бонитета.

3. При увеличении полноты насаждений и уменьшении освещенности изменяется состав и соотношение фотосинтетических пигментов и возрастает их общее содержание.

4. Концентрация зеленых пигментов зависит от возраста хвои: более молодая однолетняя хвоя содержит меньше пигментов, чем хвоя двух- и трехлетняя.

5. Содержание хлорофилла в хвое ели значительно изменяется в течение года: максимальное содержание хлорофилла отмечается в августе, минимальное — в мае.

6. Установленные зависимости содержания зеленых пигментов от условий местопроизрастания, времени года и возраста хвои и древостоев позволяют производству обоснованно выбирать место и время заготовки еловой древесной хвои.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Генкель П. А., Барская Е. И. О сезонных изменениях хлоропластов ели. — Физиология растений, 1960, т. 7, вып. 6, с. 645—653. [2]. Годнев Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. — Минск: АН БССР, 1952. — 221 с. [3]. Годнев Т. Н., Калишевич С. В. Наблюдения над увеличением числа и размеров хлоропластов и накоплением хлорофилла во время роста листьев. — Зб. праць, присвячений пам'яті акад. В. М. Любименко. Київ: АН УССР, 1938, с. 51—66. [4]. Иванов Л. А. Свет и влага в жизни наших древесных пород. — М.—Л.: АН СССР, 1946. — 60 с. [5]. Любименко В. Н. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. — М.—Л.: Сельхозгиз, 1935. — 322 с. [6]. Рихтер И. Э. Динамика содержания хлорофилла в хвое ели обыкновенной. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство, 1969, вып. 1, с. 48—51. [7]. Тарабрин А. Д. Динамика содержания хлорофилла в хвое сосны и ели в течение года. — Изв. высш. учеб. заведений. Леси. журн., 1968, № 2, с. 35—36. [8]. Wettstein D. Exptl. Cell. Res., 1957, vol. 12.3, p. 427.

Поступила 13 мая 1982 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*383.2 : 625.731.001.24

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ТОЛЩИНЫ
ПРОМОРОЖЕННОГО СЛОЯ ТОРФА
НА ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГАХ***Б. В. УВАРОВ, Ю. Г. ЯКОВЕНКО*

Архангельский лесотехнический институт, СевНИИП

Срок ввода зимних дорог в эксплуатацию определяется глубиной промерзания болот, достаточной для безопасного движения автомобилей и автопоездов.

Действующие в лесной промышленности нормы минимальных толщин промороженного торфяного покрова установлены несколько десятилетий назад и имеют следующие значения: на болотах I типа — 16—18 см; II — 25 см; III — 35 см.

С момента ввода их в действие автомобильный лесовозный транспорт претерпел значительные изменения, связанные с ростом массы автомобилей и автопоездов, что потребовало пересмотра и уточнения норм. Теоретические положения и методика расчета минимально допустимых толщин промороженного слоя торфа изложены в работе [4].

Эта методика была использована для расчета минимально допустимых значений толщины слоя промороженного торфа для основных видов автопоездов и водополивочных машин, используемых в лесной промышленности при пуске зимних дорог в эксплуатацию. Для европейской территории СССР это водополивочные машины ЛД-21 и ВМ-6А и лесовозный автопоезд МАЗ-509А + ГКБ-9383; для районов Сибири и Дальнего Востока — водополивочная машина ДМ-3 и лесовозный автопоезд КрАЗ-255Л + ГКБ-9383.

При расчете принято, что промороженный слой заболоченного грунта, являющийся основанием зимней дороги, представляет собой полосу бесконечной длины, лежащую на слабом упругом основании. Это допущение полностью подтверждается результатами наблюдений за промерзанием болот на проезжей части и за ее пределами, проведенных лабораторией дорожных покрытий СевНИИПа [2].

Было установлено, что в многоснежные зимы, при большом влагонакоплении в осенний период и раннем образовании снежного покрова, болота под целинным снежным покровом не промерзают в течение всей зимы, в то время как под проезжей частью толщина промерзшего слоя к концу зимы может достигать 700—800 мм.

Предполагается, что автопоезд (водополивочная машина) расположен посередине проезжей части таким образом, что его продольная ось совпадает с осью проезжей части, а нагрузки от колес передаются через прямоугольники, площадь которых равновелика площади отпечатков колес. Нагрузки на оси автопоездов (водополивочных машин) и размеры сторон прямоугольников приведены в табл. 1.

Ввиду симметричного расположения нагрузок напряжения и осадки рассчитывали для половины проезжей части (полосы).

Механические характеристики мерзлого торфа (табл. 2) приняты в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [3].

При назначении механических характеристик мерзлого торфа учитывали температурные условия по толщине промерзшего слоя. Если температура верхнего слоя промороженного торфа, подвергающегося сжатию, приближается к температуре воздуха,

то температура нижнего слоя, подвергающегося растяжению, близка к температуре замерзания торфа.

Таблица 1

Тип автопоезда (водополivочной машины)	Размеры сторон прямоуголь- ников, равновеликих площа- дям отпечатков колес, м			Нагрузки, кН, передаваемые на				
	перед- ней оси автомо- биля	задних осей ав- томоби- ля	осей рос- пуска или по- лупри- цепца	ось автомобиля			ось роспус- ка (полу- прицепа)	
				пе- ред- нюю	пер- вую зад- нюю	вто- рую зад- нюю	пер- вую	вто- рую
Лесовозный авто- поезд:								
МАЗ-509А+ГКБ-9383	$\frac{0,16}{0,32}$	$\frac{0,21}{0,42}$	$\frac{0,21}{0,42}$	49,5	95,0	—	72,7	72,7
КрАЗ-255Л + ГКБ- 9383	$\frac{0,21}{0,42}$	$\frac{0,21}{0,42}$	$\frac{0,21}{0,42}$	53,4	74,6	74,6	93,7	93,7
Водополivочная ма- шина:								
ВМ-6А	$\frac{0,16}{0,32}$	$\frac{0,21}{0,42}$	—	57,0	91,0	—	—	—
ЛД-21	$\frac{0,16}{0,32}$	$\frac{0,21}{0,42}$	$\frac{0,21}{0,42}$	50,0	98,0	—	93,0	—
ДМ-3	$\frac{0,21}{0,42}$	$\frac{0,21}{0,42}$	$\frac{0,21}{0,42}$	55,4	70,6	70,6	87,4	87,4

Примечание. В числителе — длина меньшей стороны прямоугольника; в знаменателе — большей.

Таблица 2

Темпе- ратура покрова, °С	Модуль дефор- мации, МПа		Расчетное сопротив- ление растяжению, МПа	Кэффи- циент Пуассона
	растяже- ния	сжатия		
—1	1300	430	1,1	0,36
—10	1600	770	—	0,36

В расчете принимаем температуру нижнего слоя —1 °С, верхнего слоя (к началу эксплуатации зимних дорог) —10 °С.

Кэффициенты упругости основания (коэффициент постели) в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [2], приняты равными: для болот I типа — 50 Н/см³; II — 25 Н/см³; III — 10 Н/см³.

Расчет выполнен на ЭВМ «Наири-4» для ширины проезжей части 5, 7 и 9 м. Программа расчета позволяет определять напряжения и осадки в любом сечении как в продольном, так и поперечном направлениях. В нашем случае напряжения и осадки в поперечном направлении рассчитаны в наиболее характерных сечениях: проходящих через малые стороны и оси прямоугольников передачи нагрузки от колес и расположенных между осями автопоездов на одинаковых расстояниях от них; в продольном направлении — в трех сечениях: проходящем через ось проезжей части, под колесами и в 0,1 м от края проезжей части.

По результатам расчета для всех типов лесовозных автопоездов и водополivочных машин построены эпюры распределения растягивающих напряжений в продольном и поперечном направлениях.

В качестве примера на рис. 1 показаны эпюры распределения растягивающих напряжений R_p в нижнем слое промороженного основания зимней дороги на болотах I типа от воздействия груженого лесовозного автопоезда МАЗ-509А + ГКБ-9383 при толщине торфяного покрова 0,15 м и ширине проезжей части 7 м в продольном направлении, а на рис. 2 — в поперечном.

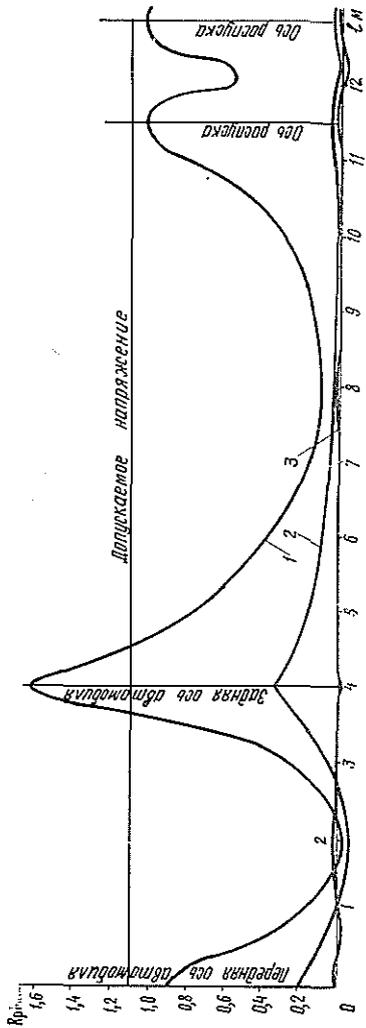


Рис. 1.

1 — в сечении под колесами автомобиля и роллсука; 2 — в сечении по оси проезжей части; 3 — в сечении по оси проезжей части, расположенном в 0,1 м от края проезжей части.

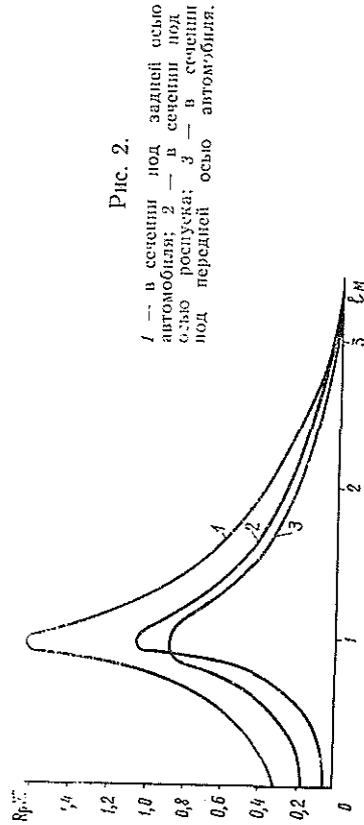


Рис. 2.

1 — в сечении под задней осью автомобиля; 2 — в сечении под осью роллсука; 3 — в сечении под передней осью автомобиля.

Расчетные значения максимальных растягивающих напряжений при толщине промерзшего слоя 0,15 м в сечениях, проходящих через оси колес автопоездов и машин, приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Тип автопоезда (водополивочной машины)	Растягивающие напряжения, МПа				
	под осью автомобиля			под осью роллсука (полуприцепа)	
	передней	первой задней	второй задней	первой	второй
Лесовозный автопоезд: МАЗ-509А+ГКБ-9383 КрАЗ-255Л+ГКБ-9383	0,89	1,64	—	1,05	1,06
	0,84	1,08	1,14	1,06	1,03
Водополивочная машина: ВМ-6А ЛД-21 ДМ-3	1,07	1,59	—	—	—
	0,9	1,6	—	1,46	—
	0,91	1,1	1,07	0,9	0,97

Эти данные показывают, что растягивающие напряжения зависят, в первую очередь, от конструкции ходовой части и нагрузки на ось.

Максимальные напряжения, равные 1,59—1,64 МПа, имеют место под задней осью автопоездов и машин на базе автомобиля МАЗ-509А, имеющего одиночную заднюю ось и нагрузки на нее 91—98 кН.

Напряжения, возникающие под спаренными задними осями автопоездов на базе автомобиля КрАЗ-255Л, в 1,5 раза меньше, чем под одиночной задней осью автомобиля МАЗ-509А. Напряжения под задними осями одиночных автомобилей (ВМ-6А) и автопоездов на базе автомобиля МАЗ-509А практически одинаковы. Напряжения под осями роспуска автопоезда МАЗ-509А + ГКБ-9383 примерно в 1,6 раза меньше, чем под задней осью автомобиля МАЗ-509А, в то время как для автопоезда КрАЗ-255Л + ГКБ-9383 значения напряжений под осями тягача и роспуска практически одинаковы.

В поперечном направлении напряжения становятся равными нулю на расстоянии 3 м от оси проезжей части.

В продольном направлении напряжения в сечении вдоль оси проезжей части значительно меньше, чем под колесами.

Например, соотношение напряжений составляет: под передней осью автомобиля МАЗ-509А — 4,5—5,4; автомобиля КрАЗ-255Л — 7—7,1; под задней осью автомобиля МАЗ-509А — 5,1—5,3; автомобиля КрАЗ-255Л — 14,3—15,4. Для роспуска в составе автопоезда на базе автомобиля МАЗ-509А соотношение напряжений составляет 21, а на базе автомобиля КрАЗ-255Л — 12,9—15,1.

Для определения минимально допустимой толщины промороженного торфяного покрова для каждого рассматриваемого типа автопоезда (водополivочной машины) построены графики зависимости максимальных растягивающих напряжений R_p от толщины промороженного торфяного покрова h (рис. 3).

С их помощью по расчетному значению напряжений растяжения (табл. 2) определены приведенные толщины промороженного торфяного покрова для болот I типа (табл. 4).

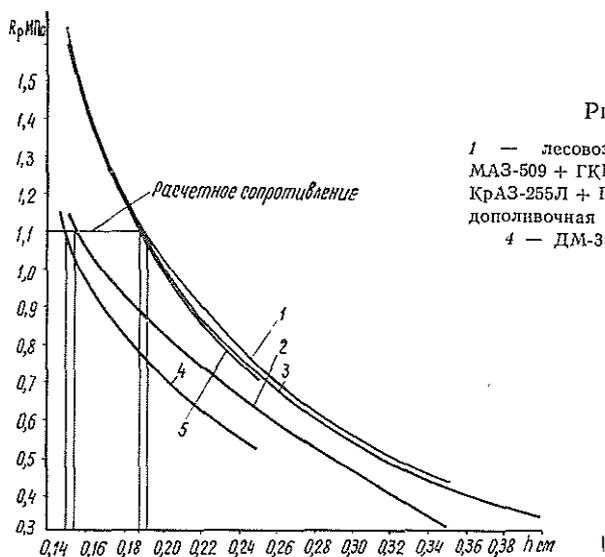


Рис. 3.

1 — лесовозный автопоезд МАЗ-509 + ГКБ-9383; 2 — КрАЗ-255Л + ГКБ-9383; 3 — водополivочная машина ЛД-21; 4 — ДМ-3; 5 — ВМ-6А.

В соответствии с рекомендациями [2], переход от приведенной толщины $h_{пр}$ к толщине замороженного слоя торфа $h_{ф}$, учитывающий разномодульность мерзлого торфа, производят по формуле

$$h_{ф} = h_{пр} / \sqrt{n_0},$$

где $n_0 = E_{сж}/E_p$ — отношение модуля деформации мерзлого торфа при сжатии $E_{сж}$ к модулю деформации при растяжении

$$E_p. \text{ В нашем случае } n_0 = \frac{770}{1300} = 0,59.$$

Таблица 4

Тип автопоезда (водополivочной машины)	Толщина замороженного слоя торфа, м			
	приведенная для болот I типа	минимально допустимая на болотах типов		
		I	II	III
Лесовозный автопоезд:				
МАЗ-509+ГКБ-9383	0,186	0,24	0,30	0,37
КрАЗ-255Л+ГКБ-9383	0,147	0,19	0,24	0,29
Водополivочная машина:				
ВМ-6А	0,184	0,24	0,30	0,37
ЛД-21	0,184	0,24	0,30	0,37
ДМ-3	0,145	0,19	0,24	0,29

Расчет минимально допустимых толщин замороженного торфяного покрова для болот II и III типов выполнен аналогичным образом. Их значения для болот всех трех типов приведены в табл. 4 и использованы в Инструкции по строительству, содержанию и эксплуатации снежных и ледяных автомобильных лесовозных дорог [1].

Выводы

1. В лесозаготовительных районах Сибири и Дальнего Востока, где эксплуатируются автомобили КрАЗ-255Л, при строительстве и эксплуатации зимних лесовозных дорог допустимо пользоваться действующими нормами минимальных толщин замороженного торфяного покрова.

2. В лесозаготовительных районах страны, где эксплуатируются лесовозные автомобили МАЗ-509А, нормы минимальных толщин замороженного торфяного покрова должны быть увеличены: для болот I типа — на 33 %, II — на 20 %, III — на 6 % и равны значениям, приведенным в табл. 4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Инструкция по строительству, содержанию и эксплуатации снежных и ледяных автомобильных лесовозных дорог/ СевНИИП. — Архангельск, 1982. [2]. Разработка типовых конструкций зимних дорог с продленным сроком действия: Отчет/ СевНИИП; Руководитель работы Ю. Г. Яковенко. — Архангельск, 1979. [3]. Строительство промышленных сооружений на мерзлом торфе/ С. С. Вялов, Г. Л. Каган, А. Н. Воевода, В. И. Муравленко. М.: Недра, 1980. [4]. Уваров Б. В., Щелкунов В. В. Расчет на прочность основания зимних автомобильных дорог на болотах. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 6.

Поступила 18 января 1983 г.

УДК 630*31

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А. В. ТРОФИМОВ, В. Б. ПРОХОРОВ, В. И. МИРОНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Переход лесозаготовительного производства к машинному способу выполнения работ характеризуется широким внедрением систем лесозаготовительных машин, эффективность функционирования которых определяется обоснованностью параметров техники, структуры систем, технологии и организации основного и вспомогательных производств.

Существующие модели основных показателей эффективности работы систем машин не в полной мере учитывают энергетическую (физико-производственную) сущность и комплексность производственного процесса, что снижает уровень достоверности рекомендаций по его совершенствованию. Указанные недостатки могут быть восполнены использованием следующих комплексных показателей, отражающих качественную (энергетическую) сущность процесса машинного производства и дающих количественную оценку составляющих его элементов: удельной энергоемкости процесса, энергонасыщенности производственного и трудового процесса.

При заданном уровне цен на продукцию смежных отраслей народного хозяйства, а также уровне развития машиностроительной базы указанные показатели определяют ряд стоимостных и натуральных показателей эффективности, что следует из зависимостей [1, 2, 4]:

$$P = K_{э пр} / g_э; \quad (1)$$

$$P_{тр} = K_{э тр} / g_э; \quad (2)$$

$$C = g_э (A + B / K_{э тр}); \quad (3)$$

$$FO = (K_{э пр} / g_э) (T_{ф} / \Phi_{ак}), \quad (4)$$

где P , $P_{тр}$ — производительность технологического и трудового процесса; ед. работы (продукции)/ч, ед. работы (продукции)/чел·ч;

$g_э$ — удельная энергоемкость процесса, ед. энергии/ед. работы (продукции);

$K_{э пр}$, $K_{э тр}$ — энергонасыщенность производственного и трудового процессов соответственно, ед. энергии/ч, ед. энергии/чел·ч;

C — себестоимость машинных работ, р./ед. продукции;

A , B — удельные энерго-стоимостные показатели, учитывающие затраты на амортизацию, топливо, заработную плату и техническое обслуживание;

FO — фондоотдача, ед. продукции (р.)/р.;

$T_{ф}$ — часовой фонд рабочего времени;

$\Phi_{ак}$ — стоимость активной части фондов, р.

Удельная энергоемкость — комплексный показатель, он характеризует использование энергии с точки зрения производственного эф-

фекта, отражая своеобразную трансформацию ее в технологическую работу (продукцию). Численно удельная энергоемкость процесса определяется отношением затрат энергии за рассматриваемый промежуток времени к технологической работе (объему продукции), произведенной за тот же период времени, и может быть легко установлена в производственных условиях. В зависимости от единиц измерения энергии и объема работ размерность $g_э$ обычно принимают: кВт·ч/м³; кВт·ч/(т·км); кВт·ч/(м³·км) и т. д.

С учетом условий эксплуатации, структуры технологического процесса, парка и технологических циклов машин удельные затраты энергии определяют по формулам:

для процесса с параллельным выполнением работ

$$g_э = \frac{\sum_i W_i \left\{ \frac{\sum_m \left[\sum_j W_j \left(\sum_l g_{эл} + \sum_k g_{эк} \right) \right]_m}{\sum_j W_{mj}} \right\}_i}{\sum_i W_i}; \quad (5)$$

для процесса с последовательным выполнением работ

$$g_э = \sum_i \left\{ \frac{\sum_m \left[\sum_j W_j \left(\sum_l g_{эл} + \sum_k g_{эк} \right) \right]_m}{\sum_j W_{mj}} \right\}_i, \quad (6)$$

где i, m, j, l, k — индексы вида работ, условий эксплуатации, марки машин, основных и вспомогательных операций технологических циклов;

W — объем выполненных работ.

Анализ структуры технологических циклов отечественных и зарубежных лесозаготовительных машин показал, что в число основных входят операции как перемещения, так и обработки древесины. К вспомогательным относятся только операции перемещения, связанные с подачей дерева на обработку или холостыми ходами машин и технологического оборудования.

Зависимости для определения величин $g_{эл}$ и $g_{эк}$ представлены формулами:

для процесса обработки древесины

$$g_э = \frac{kbF}{367\eta_m M}; \quad (7)$$

для процесса перемещения

$$g_э = \frac{\psi L}{367\eta_m \eta_\sigma \eta_G} \gamma; \quad (8)$$

$$g_э = \frac{\psi L G_M}{367 \eta_m \eta_\sigma G_T} \gamma, \quad (9)$$

где ψ — коэффициент суммарного сопротивления перемещению оборудования (машины), Н/Н;

k — удельная работа резания, Н·м/см³;

b — ширина пропила, см;

F — площадь пропила, м²;

M — объем дерева (пачки деревьев), м³;

η_m — КПД передаточных механизмов;

- L — перемещение оборудования (машины), м;
 γ — объемная масса древесины, т/м³;
 η_s — коэффициент, учитывающий потери энергии на буксование;
 η_G — показатель полезного использования массы транспортной системы;
 G_m — масса оборудования (машины), т;
 G_r — полезная нагрузка, т.

Формула (8) относится к рабочему ходу оборудования (машины), (9) — к холостому.

Выражения (5)—(9) отражают структуру энергопотребления комплекса производственного процесса и обуславливают последовательность расчетов по оценке удельной энергоемкости производства.

Из представленных зависимостей вытекают принципиально возможные направления совершенствования лесозаготовительных машин и технологических процессов с целью снижения удельных энергозатрат: повышение степени непрерывности процесса за счет сокращения числа вспомогательных операций и последующего их исключения;

снижение металлоемкости машин за счет оптимизации конструктивных параметров и применения высокопрочных материалов;

увеличение полезной нагрузки основных транспортных операций темпами, опережающими рост массы оборудования машин (реализация данного направления возможна путем совершенствования как конструкции машин, так и технологического процесса на смежных и подготовительных операциях);

совершенствование кинематики рабочих органов технологического оборудования и технологических схем процесса с целью минимизации перемещений на основных и вспомогательных операциях;

совершенствование конструктивных параметров ведущих органов и передаточных механизмов с целью снижения потерь энергии на буксование и рассеяние при ее передаче, а также уменьшения сопротивления перемещению системы: предмет труда — машина (технологическое оборудование);

комбинация перечисленных возможностей.

Фактор энергонасыщенности трудового процесса характеризует средние значения мощности, реализуемой при работе машин в рассматриваемом промежутке времени в расчете на одного человека основного обслуживающего персонала. Численно величина $K_{э тр}$ определяется отношением затрат промышленной энергии и труда. В общем виде модель показателя представлена следующей зависимостью:

$$K_{э тр} = \frac{\sum_i \sum_j [K_{р,м} N_{ен} \sum_s (\eta_N \eta_t) s]_{ij}}{\sum_i \sum_j [K_{р,м} S m]_{ij}}, \quad (10)$$

где $K_{р,м}$ — коэффициент, учитывающий долю машин, задействованных в технологическом процессе, в общей численности парка машин (S);

$N_{ен}$ — номинальная мощность двигателя отдельной машины, кВт;

η_N, η_t — показатели загрузки машины по мощности и использования во времени [3];

m — численность основного обслуживающего персонала, чел.;

r, s — соответственно индексы машин j -той марки, непосредственно участвующих в технологических процессах и находящихся в парке машин отрасли.

Числитель формулы (10) представляет модель энергонасыщенности производственного процесса $K_{э пр}$, определяющей средние значения мощности, реализуемой при работе машин в течение рассматриваемого периода времени:

$$K_{э пр} = \sum_i \sum_j [K_{р.м} N_{ен} \sum_s (\gamma_N \gamma_t)_s]_{ij}. \quad (11)$$

Из представленных зависимостей видно, что энергонасыщенность производственного и трудового процесса зависит от структуры технологического процесса, парка и технологических циклов машин; уровня использования машин по времени и загрузки по мощности; уровня механизации труда и обоснованности выбора мощности двигателя каждого типа машин, входящих в систему.

Полученные модели показателей $K_{э тр}$ и $K_{э пр}$ обуславливают следующие возможные направления совершенствования комплекса производственного процесса лесозаготовок:

сокращение доли живого труда за счет частичной или полной автоматизации производства;

совмещение основных и вспомогательных операций во времени, а также частичное или полное исключение вспомогательных операций, характеризующихся низкими показателями загрузки по мощности с целью роста его средневзвешенной величины;

повышение энергетического потенциала машин за счет повышения мощностей энергетических установок, при неизменном или растущем уровне их использования;

повышение полезной нагрузки и сокращение ограничений на скорость осуществления операций технологических циклов машин;

рациональное сочетание отдельных марок машин системы, а также обеспечение рационального режима их работы за счет мероприятий организационно-технологического и технического характера с целью снижения потерь времени на простои исправных машин;

сокращение потерь времени на простои в ремонтном и технологическом обслуживании за счет повышения надежности машин, качества и производительности ремонтно-технического обслуживания;

комбинация перечисленных возможностей.

Приведенные направления имеют в определенной степени обобщенный характер и могут быть конкретизированы применительно к различным системам машин с последующей оценкой границ их целесообразной реализации по выбранному комплексу показателей с учетом ряда ограничений (социальных, экологических и др.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бадмаева С. Д. Анализ эффективности использования основных фондов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 5, с. 124—128. [2]. Бадмаева С. Д., Прохоров В. Б. Энергетическая сущность машинного производства и критериальные показатели его эффективности. — В кн.: Машинны и орудия для механизации лесозаготовок и лесного хозяйства. Л.: ЛТА, 1980, с. 65—69. (Межвуз сб. науч. тр.; Вып. 9). [3]. Прохоров В. Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 304 с. [4]. Прохоров В. Б., Трофимов А. В., Бадмаева С. Д. Оценка эффективности тракторной трелевки. — Лесн. пром-сть, 1981, № 4, с. 27—28.

Поступила 16 августа 1982 г.

УДК 630*371

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ В ЛЕСПРОМХОЗАХ

В. А. ШМЕЛЕВ, А. Ф. КУЛИНИЧЕВ

Уральский лесотехнический институт

Ритмичное транспортирование хлыстов от пункта погрузки до эстакады нижнего склада во многом зависит от согласованности работы автотранспорта и погрузочно-разгрузочных механизмов. Скопление лесовозов, ожидающих загрузки (разгрузки), простои механизмов — результат несогласованности всех звеньев погрузочно-разгрузочного комплекса.

Ввиду того, что лесовозы прибывают к местам погрузки и разгрузки в моменты времени, зависящие от многих случайных факторов (состояния дорог, наличия лесоматериалов, технической исправности и т. д.), наиболее полный анализ работы погрузочно-разгрузочного комплекса леспромхоза можно осуществить лишь с помощью вероятностно-статистических методов [1—3].

Наиболее эффективны вероятностные методы теории массового обслуживания. Погрузочно-разгрузочный комплекс леспромхоза можно рассматривать как замкнутую сеть, состоящую из двух последовательно действующих систем массового обслуживания — погрузки и разгрузки лесоматериалов. Лесовозы образуют поток заявок (требований) на погрузку или разгрузку хлыстов, а погрузочно-разгрузочные механизмы являются обслуживающими каналами (приборами).

При моделировании погрузочно-разгрузочных работ в леспромхозе будем исходить из следующих предположений:

потоки лесовозов, поступающих под погрузку (разгрузку), а также потоки обслуженных лесовозов являются пуассоновскими; лесовозы в случае занятости погрузочно-разгрузочных механизмов могут образовывать очередь с ограниченным временем ожидания; число лесовозов не меньше числа обслуживающих механизмов.

Основные характеристики погрузочно-разгрузочного комплекса в установленном режиме определяются следующим образом.

Суммарные интенсивности потоков лесовозов, поступающих для погрузки и разгрузки, соответственно равны:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= n \left[S \left(\frac{1}{V_n} + \frac{1}{V_3} \right) + \bar{t}_{ож}^{(1)} + \bar{t}_3 \right]^{-1}; \\ \lambda_2 &= n \left[S \left(\frac{1}{V_n} + \frac{1}{V_3} \right) + \bar{t}_{ож}^{(2)} + \bar{t}_p \right]^{-1}, \end{aligned} \quad (1)$$

где S — расстояние между пунктами погрузки и разгрузки, км;
 V_n — скорость порожнего лесовоза, км/ч;
 V_3 — скорость загруженного лесовоза, км/ч;
 \bar{t}_3, \bar{t}_p — соответственно среднее время загрузки и разгрузки одного лесовоза, ч;
 $\bar{t}_{ож}^{(1)}, \bar{t}_{ож}^{(2)}$ — соответственно время ожидания погрузки и разгрузки, ч;
 n — число лесовозов, обслуживающих комплекс.

Суммарные интенсивности загрузки и разгрузки:

$$\mu_1 = \frac{m_1}{t_3}; \quad \mu_2 = \frac{m_2}{t_p}, \quad (2)$$

где m_1, m_2 — соответственно число погрузочных и разгрузочных механизмов.

Коэффициенты использования погрузочных и разгрузочных механизмов:

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1}; \quad \alpha_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}. \quad (3)$$

Вероятности состояний замкнутой сети, состоящей из двух последовательных систем массового обслуживания, равны [3]:

$$\left. \begin{aligned} P_{0i} &= \left[\sum_{k=0}^{m_i-1} C_n^k m_i^k \alpha_i^k + \sum_{k=m_i}^n C_n^k \frac{k! m_i^{m_i}}{m_i!} \alpha_i^k \right]^{-1}; \\ P_{ki} &= P_{0i} C_n^k m_i^k \alpha_i^k, \quad (0 \leq k \leq m_i; \quad i=1, 2); \\ P_{ki} &= P_{0i} C_n^k \frac{k! m_i^{m_i}}{m_i!} \alpha_i^k, \quad (m_i < k \leq n; \quad i=1, 2). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Здесь P_{01}, P_{02} — вероятности простоя погрузочных и разгрузочных механизмов;

P_{11}, P_{12} — вероятности того, что один из погрузочных и один из разгрузочных механизмов заняты обслуживанием и т. д.

Среднее число лесовозов, ожидающих в очереди погрузки (разгрузки), равно:

$$\bar{v}_i = \sum_{k=m_i}^n (k - m_i) P_{ki}, \quad (i=1, 2). \quad (5)$$

Среднее число погрузочных (разгрузочных) механизмов, не занятых обслуживанием лесовозов:

$$\bar{\rho}_i = \sum_{k=0}^{m_i} (m_i - k) P_{ki}, \quad (i=1, 2). \quad (6)$$

Эти характеристики можно использовать для выбора оптимального варианта погрузочно-разгрузочного комплекса при его проектировании и эксплуатации, исходя из минимизации потерь от простоя механизмов и лесовозов. С этой целью рассматривают функцию стоимости простоев

$$\Phi(m_1, m_2, n, \bar{t}_3, \bar{t}_p, V_n, V_3) = \sum_{i=1}^2 (C_{1i} \bar{\rho}_i + C_{2i} \bar{v}_i), \quad (7)$$

где C_{1i} — стоимость потерь, связанных с простоями погрузочного (разгрузочного) механизма в единицу времени;

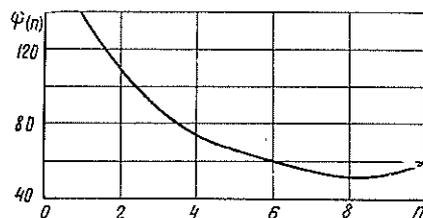
C_{2i} — стоимость потерь, связанных с простоем одного лесовоза в очереди на погрузку (разгрузку) в единицу времени.

Минимальное значение функции стоимости простоев (7) можно определить, выбирая соответствующим образом параметры погрузочно-разгрузочного комплекса: количество лесовозов, количество погрузочно-разгрузочных механизмов, время загрузки и разгрузки лесовозов, скорость движения лесовозов и т. д.

Одним из параметров, наиболее существенно определяющих эффективность работы погрузочно-разгрузочного комплекса леспромхоза, является число лесовозов, обслуживающих комплекс.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий работу погрузочно-разгрузочного комплекса леспромхоза, имеющего следующие параметры: $S = 15$ км; $V_n = 30$ км/ч; $V_3 = 15$ км/ч; $\bar{t}_3 = 1/6$ ч; $t_p = 1/12$ ч; $m_1 = 2$ (два челюстных погрузчика на верхнем складе); $m_2 = 1$ (один кран на нижнем складе); $C_0 = 10$ р./ч (стоимость простоя лесовоза); $C_{11} = 30$ р./ч (стоимость простоя погрузчика); $C_{12} = 50$ р./ч (стоимость простоя крана).

На основании формул (1)—(7) для различного числа лесовозов вычислена функция стоимости простоев системы погрузочно-разгрузочных работ леспромхоза, график которой представлен на рисунке.



Из графика видно, что минимальное значение функции стоимости простоев погрузочно-разгрузочного комплекса достигается в том случае, когда число лесовозов на линии равно восьми.

Таким образом, применение методов теории массового обслуживания позволяет организовать работу погрузочно-разгрузочного комплекса в оптимальном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Алдохин И. П. Теория массового обслуживания в промышленности. — М.: Экономика, 1970. [2]. Вентцель Е. С. Исследование операций. — М.: Сов. радио, 1972. [3]. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание. — М.: Мир, 1965.

Поступила 11 января 1983 г.

УДК 621.436 : 629.1-445.75

ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВАХ АВТОЛЕСОВОЗА С ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

А. М. ЖИГАЛОВ, Ю. Н. КРАСИЛЬНИКОВ, Н. Н. СМИРНОВ,
М. А. СЕННИКОВ

Архангельский лесотехнический институт

В условиях напряженного топливно-энергетического баланса в стране экономия топлива на автомобильном и других видах транспорта приобретает особо важное значение.

На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях к транспортным средствам для перемещения пакетов пиломатериалов, осуществляющим одновременно погрузочно-разгрузочные работы, относятся ав-

толесовозы. Снижения расхода топлива автотолесовозами можно добиться путем замены на них карбюраторного двигателя дизельным.

Исследований по обоснованию и выбору дизеля для порталных автотолесовозов ранее не проводили. Это обусловлено отсутствием дизелей отечественного производства, удовлетворяющих требованиям эксплуатации автотолесовозов.

Необходимая мощность дизеля для автотолесовоза Т-140 может быть определена по максимальному динамическому фактору на прямой передаче $D_{max пр}$ из выражения

$$N_{e max} = \frac{D_{max пр} M_a g V_a max}{1000 \alpha m \eta_{тр}},$$

где $N_{e max}$ — максимальная мощность дизеля, кВт;
 M_a — масса автотолесовоза, кг;
 g — ускорение свободного падения, м/с²;
 $V_a max$ — максимальная скорость движения автотолесовоза на прямой передаче, м/с;
 $\eta_{тр}$ — механический КПД трансмиссии автотолесовоза;
 m — коэффициент приспособляемости двигателя;
 $\alpha = \frac{n_V}{n_N}$ — отношение частоты вращения коленчатого вала дизеля при максимальной скорости автотолесовоза к частоте вращения, при которой двигатель развивает максимальную мощность; для автотолесовоза с дизелем $\alpha = 1$.

Для большинства отечественных и зарубежных автотолесовозов максимальное значение динамического фактора на прямой передаче находится в пределах 0,03—0,06 [1]. При этих значениях динамического фактора необходимая мощность дизеля должна составлять 38—76 кВт.

Анализ основных параметров автотракторных дизелей, выпускаемых отечественной промышленностью, показал, что для автотолесовоза Т-140 наиболее приемлемы дизели Д-144 мощностью 44,1 кВт и Д-145 мощностью 51,1 кВт Владимирского тракторного завода [2].

При сравнительно небольшой массе эти дизели имеют более высокие значения мощности и крутящего момента, чем карбюраторный двигатель ГАЗ-51, а максимум N_e и M_e приходится на меньшие значения частоты вращения коленчатого вала. Для обеспечения таких же скоростных качеств автотолесовоза с дизельным двигателем, как и у Т-140, необходимо уменьшить передаточное число трансмиссии, что сделано за счет изменения передаточного числа цепной передачи. Воздушное охлаждение дизелей Д-144 и Д-145 упрощает их обслуживание и снижает затраты на эксплуатацию автотолесовоза.

Для оценки тягово-динамических качеств автотолесовозов с дизелями использовали следующие характеристики: динамический фактор на прямой $D_{max пр}$ и первой $D_{max I}$ передачах, время t и путь S разгона, удельную мощность автотолесовоза $\frac{N_{e max}}{M_a}$ и др. Сравнительные характеристики автотолесовозов с различными двигателями приведены в таблице. Для упрощения анализа автотолесовозу с дизелем Д-144 присвоено условное название Т-144Д, с дизелем Д-145 — Т-145Д.

Анализ данных таблицы показывает, что показатели динамичности автотолесовозов Т-140 и Т-145Д близки. Несколько хуже тягово-скоростные и разгонные качества автотолесовоза Т-144Д, что объясняется его недостаточной удельной мощностью. Автотолесовозы, предназначенные для внутривозовских перевозок, должны иметь удельную мощность 3,8—

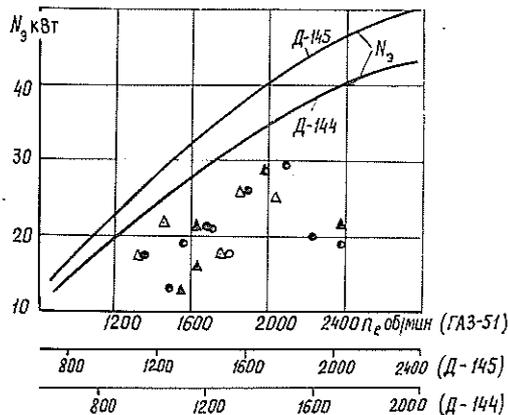
Сравнительные характеристики автолесовозов

Характеристики	Обозначение	T-140	T-144Д	T-145Д
Максимальная мощность двигателя, кВт	$N_{e max}$	51,6	44,1	51,5
Полная масса автолесовоза, т	M_a	12,8	12,9	12,9
Удельная мощность, кВт/т	$\frac{N_{e max}}{M_a}$	4,0	3,4	4,0
Динамический фактор на прямой передаче	$D_{max пр}$	0,033	0,026	0,033
Динамический фактор на первой передаче	$D_{max I}$	0,21	0,17	0,20
Время разгона до скорости 25 км/ч, с	t	18	27	20
Путь разгона до скорости 25 км/ч, м	S	70	125	85
Минимальная скорость движения при частоте вращения коленчатого вала 500 об/мин, км/ч	V_{min}	1,1	1,5	1,3

4,2 кВт/т [1]. Однако следует учитывать, что максимальная скорость автолесовоза практически не используется, а средняя скорость составляет 11—15 км/ч с грузом и 15—20 км/ч без груза [3]. Кроме того, автолесовозы T-140 преимущественно работают с пакетами массой 4—6 т, при номинальной грузоподъемности 7 т. На этом основании можно предположить, что снижение показателей разгона у автолесовоза T-144Д не окажет существенного влияния на производительность автолесовоза.

Рис. 1. Затраты мощности на движение автолесовоза T-140 при установившемся режиме.

● ○ — масса груза 7 т; △ — масса груза 5 т; ●, △ — средние на передачах; ○, △ — на IV передаче; N_g — эксплуатационная мощность двигателя.



Для прогнозирования загрузки дизеля использовали данные загрузки двигателя ГАЗ-51, режимы работы которого определяли по результатам эксплуатационных испытаний автолесовоза при перевозке пиломатериалов [3]. На рис. 1 и 2 приведены опытные данные затрат мощности на движение автолесовоза с различными установившимися скоростями и при разгоне, а также эксплуатационные характеристики дизелей Д-144 и Д-145. Из приведенных графиков видно, что используемая мощность дизелей меньше значений мощности по эксплуатационным характеристикам. Средний коэффициент загрузки дизеля Д-144 на всех режимах движения не превышает 0,75, скоростной режим находится в

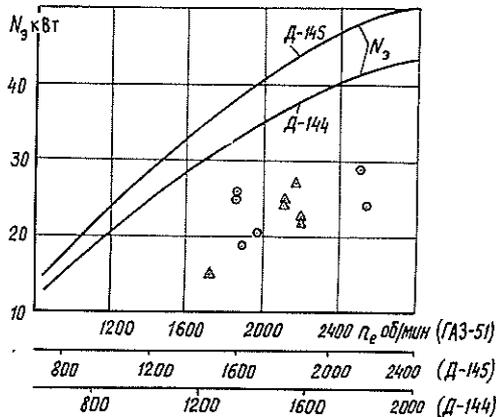


Рис. 2. Затраты мощности при разгоне автолесовоза Т-140.

○ — масса груза 7 т; △ — 5 т.

диапазоне от частоты холостого хода до 1800 об/мин, а для Д-145 эти величины равны соответственно 0,65 и 2200 об/мин.

Выводы

1. Для автолесовоза грузоподъемностью до 7 т необходим дизель мощностью не менее 45 кВт. Дизель Д-145 Владимирского тракторного завода наиболее полно обеспечивает желаемые эксплуатационные качества для автолесовозов типа Т-140.

3. Ожидаемый режим работы дизелей на автолесовозе соответствует их техническим возможностям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беккер И. Г. Портальные автомобили. — М.: Машиностроение, 1972. — 316 с. [2]. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода/ В. В. Эфрос, Н. Г. Ерохин, Р. И. Кульчицкий и др. — М.: Машиностроение, 1976. — 278 с. [3]. Смирнов Н. Н. Исследование нагрузочных режимов трансмиссии порталных автолесовозов: Дис. . . . канд. техн. наук. — Архангельск, 1971. — 159 с.

Поступила 6 декабря 1982 г.

УДК 630*362.7.002.237

АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ БЕНЗИНОМОТОРНОЙ ПИЛЫ МП-5 «УРАЛ-2»

И. И. ФЕДОТОВ, Л. И. ГРОМАШЕВА

Ленинградская лесотехническая академия
Гипролестранс

Для оценки долговечности бензиномоторной пилы МП-5 «Урал-2» проведены наблюдения за ее работой на валке леса в лесосеках со средним объемом дерева 0,22—0,39 м³. За показатель долговечности принимается ресурс пилы в мото-часах.

Анализ показывает, что средний ресурс пилы МП-5 «Урал-2», являющийся функцией ресурсов ее элементов и определяемый по ресурсу 16 основных деталей и сборочных единиц, составляет 690 ч с до-

верительными границами (при 95 %-ной доверительной вероятности) 625 и 755 ч. Из-за неодинакового уровня культуры эксплуатации и ремонта пил, квалификации вальщиков и условий хранения ресурс пилы МП-5 «Урал-2» в отдельных леспромхозах колеблется в пределах 400—850 ч. С вероятностью критерия согласия Пирсона $P(\chi^2) = 0,90$ распределение ресурса с коэффициентом вариации 0,25 подчинено нормальному закону.

Вероятность утраты ресурса пилы МП-5 «Урал-2» от продолжительности эксплуатации (t) может быть выражена следующей зависимостью:

$$P(t) = 0,5 [1 + \Phi(3,97 - 0,0058t)],$$

где Φ — интеграл вероятностей;

t — время, за которое определяется ресурс, ч.

Характер интегральных кривых вероятности утраты ресурса МП-5 «Урал-2» и ее элементов представлен на рис. 1 и 2. Кривые показывают, что в условиях эксплуатации лишь около 20 % пил вырабатывает гарантийный ресурс 850 мото-ч. Точки, в которых заметно меняется характер кривой, указывают начало интенсивной убыли ресурса. Если за

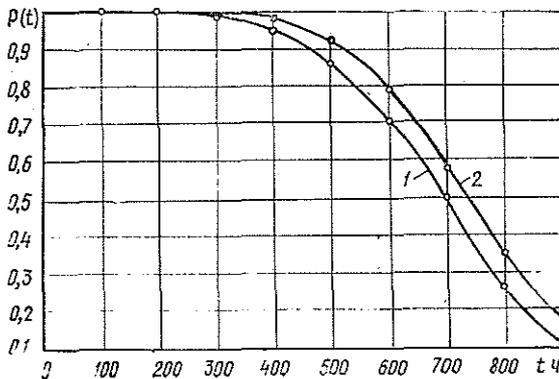


Рис. 1. Вероятность утраты ресурса бензиномоторной пилы МП-5 «Урал-2» в зависимости от наработки в условиях рядовой эксплуатации на валке леса. 1 — экспериментальная кривая; 2 — теоретическая кривая.

первые 500 ч работы утрачивается ресурс у 15 % пил, то за каждые последующие — у 15, 20 и 23 %, т. е. наблюдается ускоренная убыль ресурса. Это объясняется тем, что детали и сборочные единицы не равнопрочны, отличаются характером и величиной воспринимаемой механической и тепловой нагрузок, работают на различных скоростных режимах и условиях смазки, имеют значительно меньший ресурс, чем гарантийный срок службы пилы. Наиболее низкий ресурс имеют: пильный аппарат, свеча зажигания, конденсатор, основание магнето, уплотнители, груз муфты сцепления, ведущая звездочка, барабан и храповик стартера, шарнир и рама, карбюратор. Например, из-за дефектов производства (риски, резцы, низкое качество термообработки), обнаруживаемых в начальный период эксплуатации при нагрузках, близких к предельным, отказывает 10 % пильных шин. Установлено, что риски глубиной 0,01—0,05 мм снижают усталостную прочность шины в 2 раза.

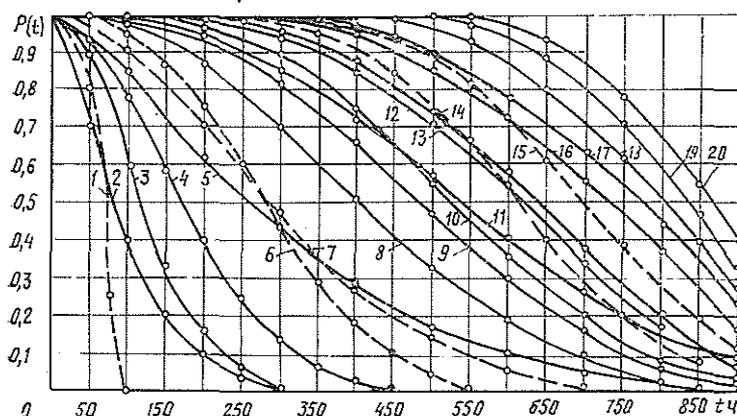


Рис. 2. Вероятность утраты ресурса основных деталей и сборочных единиц МП-5 «Урал-2».

1 — цепь пильная ПЦУ-10,26; 2 — свеча зажигания А1ОНТ; 3 — звездочка ведомая; 4 — шина пильная; 5 — конденсатор; 6 — груз муфты сцепления в сборе; 7 — звездочка ведущая; 8 — барабан стартера; 9 — основание магнето; 10 — шарнир рамы; 11 — рама; 12 — карбюратор; 13 — цилиндр; 14 — поводок фрикционной муфты сцепления; 15 — вал коленчатый; 16 — глушитель; 17 — корпус редуктора; 18 — стойка рамы; 19 — картер двигателя; 20 — маховик магнето.

На низкое качество изготовления указывает тот факт, что 17 % шин имеет толщину стенок паза 0,8 мм вместо 1,8 мм, предусмотренных чертежом. У 46 % шин глубина паза занижена на 0,5—2,0 мм, что равносильно снижению ресурса на 10—40 ч. 70 % шин заменяется по причине износа, 17 % — выкрашивания стенок паза, 13 % — поломки и искривления полотна. Устранение производственных дефектов — реальный резерв увеличения ресурса пильного аппарата в сфере производства на 80—100 ч без каких-либо дополнительных капитальных затрат. 35 % ведомых звездочек, присылаемых в ЗИПах, не вращаются, так как высота отдельных роликов, толщина внутренней накладки и обоймы подшипника не соответствуют конструктивному размеру чертежа и в процессе сборки боковые накладки так стягиваются заклепками, что звездочка оказывается заклиненной между ними. У 14 % звездочек недопустимо низка закалка, и практически после 10—15 ч работы они становятся непригодными. 67 % звездочек заменяется по причине износа, 10 % — излома, 23 % — заклинивания и пережога из-за недостаточной смазки и неправильной эксплуатации.

Техническое состояние направляющих пильной шины и рабочего профиля ведущей звездочки способствует уменьшению ресурса пильной цепи на 13—19 %, так как недопустимо увеличивается шаг (до 1,5—2,0 мм), изнашиваются опорные площадки звеньев. Износу цепи способствуют: разнотолщинность стенок паза; слабое натяжение и пиление затупившейся цепью с большими усилиями подачи; несоблюдение прямого угла вертикальной режущей кромки при заточке и др. Хорошо заточенная цепь позволяет снизить износ и повысить производительность пиления на 10—25 %. Ресурс цепи лимитируется износом, признаками которого являются: искажение геометрической формы элементов, снижение прочности, возникновение частых обрывов. Износ шарнирного соединения звеньев приводит к увеличению шага и удлинению цепи. В результате хвостовики звеньев набегают на зубья звездочек и работа цепи сопровождается сильными ударами и повышенным ее износом.

Основными причинами обрывов цепи являются: дефекты изготовления (микротрещины, царапины, зарезы) — 17 %; разновысотность вертикальной режущей кромки до 0,60 мм и неоднородность горизонтальной режущей кромки строгачевого зуба до 2 мм — 16 %; чрезмерное занижение ограничительного выступа — 18 %. Последнее имеет место из-за ошибочного мнения эксплуатационников о том, что с увеличением толщины снимаемой стружки растет и производительность. Фактически производительность увеличивается лишь до момента заполнения опилками пазух зубьев, а затем цепь отжимается опилками от дна пропила, и часть зубьев в пилении не участвует, работающие зубья перегружаются, износ и вероятность обрыва увеличиваются, ресурс цепи и производительность пиления уменьшаются.

Ресурс ряда деталей лимитируется, как правило, износостойкостью лишь какой-либо одной сопряженной поверхности. Например, поршень заменяется из-за износа нижнего торца верхней канавки (0,2—0,3 мм); цилиндр — износа и выкрашивания хрома на зеркале; шестерни редуктора — рабочих поверхностей зубьев; вал коленчатый — игольчатого подшипника шатуна; шина пыльная — направляющих; цепь пыльная — шарниров и рабочей части зубьев и т. д. Следовательно, для увеличения ресурса достаточно повысить износостойкость быстроизнашивающейся поверхности детали.

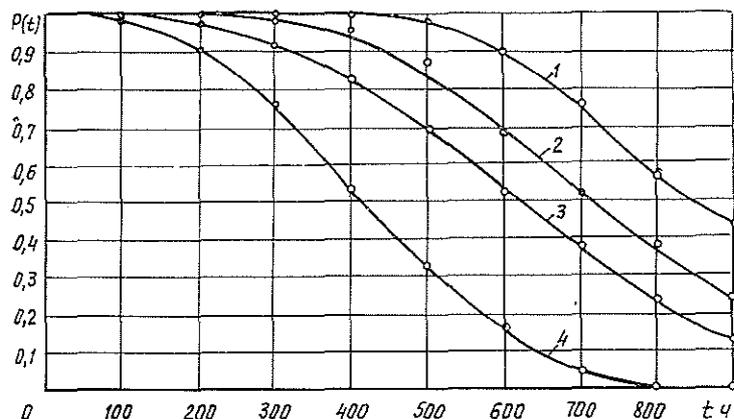


Рис. 3. Вероятность утраты ресурса подшипников П-204 вала двигателя МП-5 «Урал-2» в зависимости от условий эксплуатации.

1 — нормальные условия (согласно заводской инструкции); 2 — режим смазки нарушается; 3 — правила хранения нарушаются; 4 — рядовые условия (техходы проводятся нерегулярно, нарушаются условия хранения и режим смазки, допускаются перегрузки и перегревы).

Ресурс муфты сцепления лимитируется недостаточной надежностью упоров и грузиков в сборе. Последние интенсивно изнашиваются, шпильки быстро истираются и ломаются, а оторвавшиеся от шпилек грузики с большой центробежной силой и скоростью, ударяясь о картер, пробивают его. Упоры ломаются по месту их сварки с поводком муфты и также повреждают картер. Для увеличения ресурса муфты целесообразно уменьшить длину упоров и приваривать их к поводку не в середине, как это имеет место, а в двух местах — по концам.

Ресурс коленчатого вала и его подшипников неразрывно связан с условиями эксплуатации: уровнем и характером нагрузки, типом и ка-

чеством смазки, рабочей температурой, скоростью вращения, условиями хранения, качеством уплотнителей и др. (рис. 3).

Утрата ресурса П-204 подчинена закону Вейбулла с коэффициентом вариации 0,30—0,44.

Низкий ресурс (180—250 мото-ч) и неоднократная замена уплотнителей сопровождается разборкой двигателя и нарушением приработанных поверхностей сопряжения. Обычно уплотнители заменяют при явной их непригодности, так как без разборки пилы трудно установить техническое состояние. В результате игольчатые подшипники шатуна и подшипники коленчатого вала загрязняются, ресурс резко сокращается, так как различные отложения в подшипниках увеличивают степень проскальзывания и износ. При износе наружной обоймы П-204 коленчатый вал получает продольный и поперечный люфты, которые приводят к биению муфты и маховика магнето, возникновению ударных нагрузок на подшипники, нарушению работы зажигания, преждевременному отказу уплотнителей и подшипников, падению давления в картере и отказу пилы. Для предупреждения отложений необходимо регулярно промывать подшипники бензином, что, к сожалению, не всегда проводится в условиях эксплуатации.

Отказы системы зажигания возникают из-за межвиткового замыкания вторичной обмотки и пробоя изоляции катушки зажигания, потери электрических свойств и старения. Им способствуют повышенные рабочие температуры и влажность, возможные пиковые электрические нагрузки, низкое качество изготовления, нерегулярное проведение технических уходов. Последнее приводит к загрязнению межреберного пространства цилиндра, сетки и канала вентилятора, а следовательно, и повышению на 15—35 °С температуры катушки и других элементов, что уменьшает сопротивляемость изоляции и снижает ресурс. На ресурс катушки оказывает влияние также напряжение в обмотках, которое зависит от зазора между контактами прерывателя. При зазоре менее 0,2 мм и большой частоте вращения вала двигателя напряжение во вторичной обмотке катушки зажигания недопустимо возрастает и приводит к пробоя изоляции.

Средний ресурс катушки зажигания составляет 500 ч и нуждается в значительном улучшении качества изготовления, особенно у магнето с электронным зажиганием, так как ее стоимость в 2,7 раза выше обычного, а ресурсы примерно одинаковы.

Ресурс редуктора ограничивается износами и поломками деталей. Из-за износа рабочих поверхностей деталей возникает 74 %, а 26 % — по вине эксплуатационников и завода-изготовителя. Причинами поломок являются отклонения от технических условий изготовления и нарушения условий эксплуатации.

Ресурс редуктора в рядовых условиях эксплуатации на 45 % меньше, чем при стендовых испытаниях, так как в последнем случае он работает на оптимальных, постоянных режимах; температура, нагрузка и другие параметры строго контролируются приборами; технические уходы проводятся регулярно и квалифицированно; условия хранения нормальные. В условиях рядовой эксплуатации режим работы редуктора меняется в зависимости от диаметра и породы спиливаемого дерева, квалификации и приемов работы вальщика; смазка и промывка полости редуктора производится нерегулярно.

Средний износ толщины зуба шестерни и валика при лабораторных испытаниях составляет соответственно 40 и 29 мкм/100 ч, а на валке ле-

са — 102 и 87 мкм/100 ч, т. е. в рядовых условиях эксплуатации износ шестерен увеличивается в 2—3 раза.

Средний ресурс рамы составляет 550 ч. Она часто ломается и в условиях леспромхоза почти не восстанавливается. При дефектах рамы топливо вытекает из бензобачка рамы, отверстия шарнира сильно изнашиваются, в результате повышается уровень вибрации, затрудняется управление пилой, моторист быстро утомляется, снижается производительность труда. Тем не менее в индивидуальном или в групповом комплектах запчастей шарнир не поставляется.

Значительно повысить ресурс рамы можно путем конструктивных решений и использования высокопрочных материалов. Рама чувствительна к условиям эксплуатации. У высококвалифицированного вальщика ресурс рамы достигает 650, а у малоопытного — 425 ч.

Выводы

1. Значительное влияние на утрату первоначального ресурса МП-5 «Урал-2» оказывают условия эксплуатации, что необходимо учитывать при комплектовании ЗИП.

2. Пила МП-5 «Урал-2» не вырабатывает гарантийного ресурса 850 ч из-за недостаточной надежности пильного аппарата, основания магнето, рамы, карбюратора, ведущей звездочки, барабана и храповика стартера, шарнира рамы, уплотнителей картера, нуждается в улучшении качества изготовления.

Поступила 29 июня 1982 г.

УДК 630*378.5

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ПУЧКА БРЕВЕН С НАПРАВЛЯЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ СОРТИРОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Г. Я. СУРОВ

Архангельский лесотехнический институт

На рейдах Северодвинского бассейна применяются устройства для сортировки пучков бревен [1]. Устройство представляет собой плавающий направляющий элемент, шарнирно закрепленный за покосный бон сортировочного коридора и снабженный потокообразователем. При включении потокообразователя направляющий элемент поворачивается, продвигая пучок в сортировочный дворик. Пучок динамически взаимодействует с направляющим элементом, поэтому для использования известного метода расчета [2] устройства необходимо определить скорость движения направляющего элемента в конце удара, положение центра удара, а также импульсы реакций, действующие на шарнир крепления направляющего элемента.

Ниже рассмотрен косо́й внецентренный удар, который наблюдается при условии, что скорость v центра масс пучка в начале удара образует с нормалью к направляющему элементу угол α и не проходит через точку их касания (рис. 1). При решении этого вопроса сделаны следующие допущения. Пучок бревен — твердое тело, по форме представляющее эллиптический цилиндр. Плотность древесины и полнодревесность постоянны по всему объему пучка.

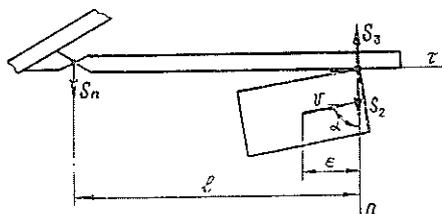


Рис. 1. Схема взаимодействия плавающего пучка бревен с направляющим элементом сортировочного устройства.

Уравнение изменения количества движения пучка в проекциях на касательную τ и нормаль n примет вид [3]:

$$m_2 (u_\tau - v_\tau) = 0; \quad (1)$$

$$m_2 (u_n - v_n) = -S_2, \quad (2)$$

где m_2 — действующая масса пучка бревен;
 S_2 — ударный импульс, действующий на пучок;
 u — скорость движения пучка в конце удара.

Скорости v_τ и v_n :

$$v_\tau = v \sin \alpha; \quad (3)$$

$$v_n = v \cos \alpha. \quad (4)$$

Для нахождения скорости u_τ уравнений (1) и (2) недостаточно, поэтому использовали уравнения изменения главного момента количества движения пучка:

$$m_2 r^2 (\omega - \omega_0) = S_2 \epsilon \quad (5)$$

и устройства для сортировки пучков

$$(I_1 + I_3) (\dot{\varphi} - \dot{\varphi}_0) = S_3 l, \quad (6)$$

где r — радиус инерции пучка бревен;
 ω_0, ω — угловая скорость движения пучка в начале и в конце удара;
 ϵ — расстояние по нормали от центра масс пучка до направления действия ударного импульса S_2 ;
 I_1, I_3 — моменты инерции соответственно потокообразователя и направляющего элемента относительно вертикальной оси, проходящей через шарнир крепления устройства.

Согласно [3],

$$I_1 = m_1 l_1^2; \quad (7)$$

$$I_3 = m_3 \frac{l_3^2}{3}, \quad (8)$$

где l_1 — расстояние от оси шарнира до продольной оси потокообразователя;
 l_3 — длина направляющего элемента;
 m_1, m_3 — действующая масса соответственно потокообразователя и направляющего элемента.

Величины m_1, m_2, m_3 :

$$m_1 = m_n + \lambda_1; \quad (9)$$

$$m_2 = m_{др} + \lambda_2 + m'_{под}; \quad (10)$$

$$m_3 = m_b + \lambda_3 + m'_{\text{вод}}, \quad (11)$$

где m_n , $m_{\text{др}}$, m_b — масса соответственно потокообразователя, древесины пучка и направляющего элемента;

λ_1 , λ_2 , λ_3 — присоединенная масса соответственно потокообразователя, пучка и направляющего элемента;

$m'_{\text{вод}}$, $m''_{\text{вод}}$ — масса воды в пустотах соответственно пучка и направляющего элемента, участвующая в движении.

Далее в уравнении (6):

$\dot{\varphi}_0$, $\dot{\varphi}$ — угловая скорость движения направляющего элемента устройства в начале и в конце удара. Отметим, что φ есть угол, который составляет продольная ось направляющего элемента с направлением течения;

S_3 — ударный импульс, действующий на направляющий элемент;

l — расстояние от оси шарнира до точки приложения ударного импульса S_3 .

При условии, что $\dot{\varphi}_0 = 0$, а $S_2 = S_3 = S$, используя выражения (2) и (6), получим:

$$m_2(u_n - v_n) = -(I_1 + I_3) \frac{\dot{\varphi}}{l}. \quad (12)$$

Скорость

$$u_n = u'_n + \varepsilon\omega, \quad (13)$$

где u'_n — нормальная составляющая скорости движения точки контакта пучка с направляющим элементом.

Выражение (12) с учетом соотношения (13) примет вид

$$m_2(u'_n - v_n) = -m_2\omega\varepsilon - (I_1 + I_3) \frac{\dot{\varphi}}{l}. \quad (14)$$

При условии, что $\dot{\varphi}_0 = 0$, $\omega_0 = 0$, а $S_2 = S_3$, из выражений (5) и (6) находим:

$$\frac{m_2 r^2 \omega}{\varepsilon} = (I_1 + I_3) \frac{\dot{\varphi}}{l}. \quad (15)$$

Тогда уравнение (14) с учетом данного соотношения примет вид

$$m_2(u'_n - v_n) = -(I_1 + I_3) \frac{\dot{\varphi}}{l} \frac{\varepsilon^2}{r^2} - (I_1 + I_3) \frac{\dot{\varphi}}{l} \quad (16)$$

или

$$m_2 \frac{r^2}{r^2 + \varepsilon^2} (u'_n - v_n) = -(I_1 + I_3) \frac{\dot{\varphi}}{l}. \quad (17)$$

Если обозначить

$$m = m_2 \frac{r^2}{r^2 + \varepsilon^2}, \quad (18)$$

то из уравнений (12) и (17) следует, что косой внецентренный удар пучка массой m_2 равносителен прямому центральному удару тела массой m при том же значении скорости удара v_n .

Для определения m найдем r и ε . Эксцентриситет ε приложения ударного импульса к пучку

$$\varepsilon = \frac{L}{2} \sin \alpha - \frac{B}{2} \cos \alpha, \quad (19)$$

где L — длина пучка;
 B — ширина пучка.

Для вычисления радиуса инерции r пучка на расстоянии y от вертикальной оси z , проходящей через центр масс пучка, выделена элементарная пластинка толщиной dy (рис. 2, а); на ней на расстоянии x

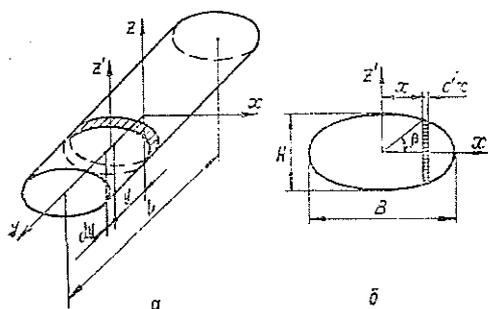


Рис. 2. Схема к расчету момента инерции пучка относительно оси z .

а — общий вид; б — поперечное сечение пучка.

от оси z' — элементарная площадка dF (рис. 2, б). Тогда параметрические уравнения поперечного сечения пучка

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{B}{2} \cos \beta; \\ z' &= \frac{H}{2} \sin \beta. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Отсюда

$$dF = H \sin \beta dx$$

или

$$dF = \frac{HB}{2} \sin^2 \beta d\beta, \quad (21)$$

где H — высота пучка.

В случае отсутствия жидкости момент инерции пучка относительно оси z

$$I = \int_{-L/2}^{+L/2} dy \int_F \rho \eta (x^2 + y^2) dF, \quad (22)$$

где ρ — плотность древесины пучка;
 η — коэффициент полндревесности пучка.

С учетом выражений (20) и (21)

$$\begin{aligned} I &= \rho \eta \int_{-L/2}^{+L/2} dy \int_0^{\pi} \frac{HB^3}{8} \sin^2 \beta \cos^2 \beta d\beta + \rho \eta \int_{-L/2}^{+L/2} y^2 dy \int_0^{\pi} \frac{HB}{2} \sin^2 \beta d\beta = \\ &= \frac{\pi BHL}{4} \rho \eta \left(\frac{B^2}{16} + \frac{L^2}{12} \right). \end{aligned}$$

И окончательно

$$I = \frac{m_2}{4} \left(\frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right). \quad (23)$$

Согласно [3],

$$I = m_2 r^2, \quad (24)$$

отсюда

$$r^2 = \frac{1}{4} \left(\frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right). \quad (25)$$

В уравнении (17) неизвестны u'_n и $\dot{\varphi}$. Эти величины связаны между собой соотношением [3]

$$u'_n - \dot{\varphi} l = -k_0 v_n, \quad (26)$$

где k_0 — коэффициент восстановления.

Из уравнения (17) с учетом выражений (18) и (26) получим формулу для определения угловой скорости направляющего элемента в конце удара

$$\dot{\varphi} = \frac{ml(1+k_0)}{I_1 + I_3 + ml^2} v_n. \quad (27)$$

При неупругом ударе ($k_0 = 0$) $u'_n = \dot{\varphi} l$, значит

$$\dot{\varphi} = \frac{ml}{I_1 + I_3 + ml^2} v_n. \quad (28)$$

Для определения S_n — импульса реакции, действующей на шарнир крепления направляющего элемента, применим уравнение изменения количества движения. При условии $\varphi_0 = 0$ получим

$$m_1 l_1 \dot{\varphi} + m_3 \frac{l_3}{2} \dot{\varphi} = S_3 - S_n, \quad (29)$$

а из уравнения (6)

$$S_3 = \frac{I_1 + I_3}{l} \dot{\varphi}. \quad (30)$$

Подставив $\dot{\varphi}$ и S_3 в уравнение (29), найдем:

$$S_n = \frac{I_1 + I_3 - \left(m_1 l_1 + m_3 \frac{l_3}{2} \right) l}{I_1 + I_3 + ml^2} m (1 + k_0) v_n. \quad (31)$$

Когда $\left(m_1 l_1 + m_3 \frac{l_3}{2} \right) l < (I_1 + I_3)$, ударный импульс $S_n > 0$. Это значит, что импульс давления на направляющий элемент направлен в сторону наклонного сортировочного коридора, а давления на шарнир — в сторону откосного бона. При $\left(m_1 l_1 + m_3 \frac{l_3}{2} \right) l > (I_1 + I_3)$ давление на шарнир направлено в сторону коридора.

Точка, для которой $S_n = 0$, называется центром удара. Из уравнения (31) следует, что в этом случае

$$l = \frac{I_1 + I_3}{m_1 l_1 + m_3 \frac{l_3}{2}}. \quad (32)$$

Таким образом, получены выражения (27), (31), (32) для определения соответственно скорости движения направляющего элемента в конце удара, импульса реакции, действующей на шарнир крепления элемента, положения центра удара.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 624850 (СССР). Устройство для сортировки пучков бревен на воде/ К. А. Чекалкин, Е. В. Хазов, В. А. Барабанов, Г. Я. Суров. — Оpubл. в Б. И., 1978, № 35. [2]. Суров Г. Я. Метод расчета устройства для сортировки пучков бревен на воде.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 64—69. [3]. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: [Для вузов]. — 9-е изд. — М.: Наука, 1974. — 478 с.

Поступила 25 января 1983 г.

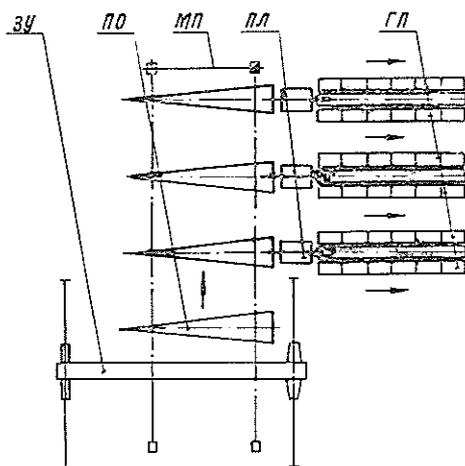
УДК 630*848.002

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МНОГОПОТОЧНЫХ УСТАНОВОК С ЖЕСТКОЙ СВЯЗЬЮ ПО ЗАГРУЗКЕ

М. С. ГОРОДЕЦКИЙ

СевНИИП

Известно несколько предложений по использованию в лесной промышленности многопоточных установок с жесткой связью по загрузке.



Наиболее характерна установка, схема которой показана на рисунке [2]. Несколько поточных линий (ПЛ) объединены общим механизмом подачи (МП), который перемещает предметы обработки (ПО) между ПЛ. ПО подаются загрузочным устройством (ЗУ), готовая продукция (ГП) отбирается по мере накопления. Принимается, что загрузка ПО и отбор ГП не сдерживают работы многопоточной установки.

На многопоточной установке нижнего склада может производиться обрезка или зачистка сучьев, раскряжевка хлыстов, сортировка и паке-тирование круглых лесоматериалов. В качестве ПО могут быть как целые пачки, так и отдельные хлысты или деревья. ПО могут подаваться

на все ПЛ одновременно либо передаваться последовательно с одной ПЛ на другую.

В последнем случае ПЛ могут быть специализированы на переработку ПО с определенными характеристиками и выработку ограниченного ассортимента ГП. Возможность специализации ПЛ, предложенная в [2], позволяет совместить две чрезвычайно трудоемкие операции сортировки хлыстов или деревьев с их поштучной подачей и снизить трудоемкость сортировки ГП.

На многопоточной установке с жесткой связью по загрузке обработка на всех ПЛ начинается одновременно, а заканчивается через разные промежутки времени, определяемые характеристиками ПЛ, ПО и ГП. При этом ПЛ, где обработка закончилась раньше, стоят в ожидании подачи очередного ПО. Поэтому производительность многопоточной установки не может быть определена как сумма производительностей такого же количества независимо работающих ПЛ.

Цикл многопоточной установки определяется наибольшим временем обработки одного из тех ПО, которые находятся в данный момент на установке.

Производительность установки определяется средним циклом, который равен математическому ожиданию распределения циклов. Задача, таким образом, сводится к отысканию распределения циклов многопоточной установки, если известны распределения циклов на входящих в нее ПЛ.

В общем случае из-за отличий в эксплуатационных характеристиках ПЛ, и особенно при их специализации, распределение циклов на каждой ПЛ будет своим. Пусть эти сходные распределения и их математические ожидания заданы табл. 1.

Таблица 1

Номер ПЛ	t_1	t_2	...	t_j	...	t_k	\bar{t}
1	p_{11}	p_{21}	...	p_{j1}	...	p_{k1}	\bar{t}_1
.
.
i	p_{1i}	p_{2i}	...	p_{ji}	...	p_{ki}	\bar{t}_i
.
.
n	p_{1n}	p_{2n}	...	p_{jn}	...	p_{kn}	\bar{t}_n

где $t_1, t_2, \dots, t_j, \dots, t_k$ — циклы обработки;

$p_{ji} > 0$ — вероятность того, что цикл обработки на i -той

ПЛ будет равен $t_j, \sum_{j=1}^k p_{ji} = 1;$

$i = 1, 2, \dots, n;$

$j = 1, 2, \dots, k;$

$\bar{t}_1, \bar{t}_2, \dots, \bar{t}_i, \dots, \bar{t}_n$ — математические ожидания распределения циклов ПЛ;

$$\bar{t}_i = t_1 p_{1i} + t_2 p_{2i} + \dots + t_j p_{ji} + \dots + t_k p_{ki}. \quad (1)$$

В частном случае, когда ПЛ не специализированы и имеют одинаковые эксплуатационные характеристики, распределение циклов на всех ПЛ будет одинаковым, при этом

Потеря производительности

$$\Delta P = P_{\text{одн}} - P_{\text{мп}} = P_{\text{одн}} (1 - k_n), \quad (10)$$

где $k_n = \frac{P_{\text{мп}}}{P_{\text{одн}}}$ — коэффициент использования ПЛ;

q_i — средний объем ПО на i -той ПЛ;

$P_{\text{одн}}$ — суммарная производительность n -независимо работающих ПЛ;

$P_{\text{мп}}$ — производительность n -поточной установки;

ΔP — потеря производительности;

$t_{\text{пер}}$ — время перемещения ПО по многопоточной установке.

В частном случае, когда соблюдаются условия (2) и поэтому естественно потребовать, чтобы $q_1 = q_2 = \dots = q_n = \bar{q}$, выражения для производительности упрощаются:

$$P_{\text{одн}} = \frac{n\bar{q}}{\bar{t}}; \quad P_{\text{мп}} = \frac{n\bar{q}}{T + t_{\text{пер}}}; \quad k_n = \frac{\bar{t}}{T + t_{\text{пер}}}; \quad \Delta P = \frac{n\bar{q}}{\bar{t}} (1 - k_n). \quad (11)$$

Анализ зависимостей (4), (7), (9) показывает, что потери производительности ΔP тем больше, чем больше число ПЛ, дисперсия и положительная асимметрия исходных распределений циклов обработки на каждой ПЛ.

Время перемещения $t_{\text{пер}}$ наиболее существенно влияет на потерю производительности, если ПО являются отдельные хлысты или деревья.

В качестве примера определены циклы обработки и потери производительности для многопоточных установок с $n = 2, 3, 4, 5$ при соблюдении условий (2), ПО являются пачки хлыстов.

За исходное принято распределение циклов, полученное в результате хронометражных наблюдений за раскряжкой хлыстов на линии ПЛХ-ЗАС при следующих показателях: общий объем раскряжки — 2766,4 м³; общее число пачек — 133; средний объем пачки \bar{q} — 20,8 м³; средний цикл раскряжки одной пачки \bar{t} — 40,15 мин.

Методика расчета среднего цикла обработки и распределения циклов по многопоточной установке ясна из табл. 2. Исходя из структуры формулы (6), для определения значения P_j необходимо в графе $(p_1 + p_2 + \dots + p_j)^j$ вычесть из последующего значения предыдущее, например, для $n = 2$, $j = 4P_j = 0,8553 - 0,5210 = 0,3343$.

Для определения числовых значений k_n и ΔP необходимо знать значение $t_{\text{пер}}$. Определим его, задаваясь скоростью перемещения ПО (30 м/мин) и расстоянием между осями ПЛ (10 м).

Значение искомых величин приведено в табл. 3.

Таблица 3

n	T мин	$t_{\text{пер}}$ мин	k_n	$\frac{\Delta P}{P_{\text{одн}}} \times 100$ %
1	40,15	0,0	1,0	0,0
2	45,3	0,7	0,87	13
3	48,5	1,0	0,81	19
4	50,7	1,3	0,77	23
5	52,3	1,7	0,74	26

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. — М.: Наука, 1965. [2]. Ступнев Г. К. Леспромхоз шагает в завтра. — Лесн. пром-сть, 1978, № 12, с. 3—5.

Поступила 1 июля 1982 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.09-791.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ
ДЛЯ СОРТИРОВКИ СЫРЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Р. Е. КАЛИТЕЕВСКИЙ, Л. И. ШМАТҚОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Внедрение на лесопильных предприятиях автоматизированных линий для сортировки сырых пиломатериалов по размерам поперечного сечения сопряжено с решением ряда сложных вопросов. Один из них — определение технологических параметров линий для их установки в тех или иных условиях производства. Основные технологические параметры сортировочных линий: производительность, число накопителей и их емкость.

Максимальная фактическая производительность сортировочной линии $Q_{\text{ф max}}^{\text{сл}}$ должна превышать пропускную способность головного оборудования лесопильных потоков, обслуживаемых линией.

В потоках с лесопильными рамами.

$$Q_{\text{ф max}}^{\text{сл}} > \sum_{i=1}^k Q_{ni}, \quad (1)$$

где k — число лесопильных потоков, обслуживаемых линией;
 Q_{ni} — пропускная способность i -того лесопильного потока, шт. досок в 1 мин.

$$Q_{ni} = \frac{\Delta_{pi} n_i m_i}{1000 l_{\text{ср}}} [1], \quad (2)$$

где Δ_{pi} — расчетная посылка рамы i -того потока, мм;
 n_i — частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;
 m_i — максимальное число досок, выпиливаемых в i -том потоке, шт.;
 $l_{\text{ср}}$ — средняя длина распиливаемых бревен, м.

Этот вопрос рассмотрен подробнее в работе [2], где сделан вывод о том, что превышение $Q_{\text{ф}}^{\text{сл}}$ над пропускной способностью бревнопильных линий не должно быть больше 25 %.

Число накопителей в линии обуславливает возможность одновременной рассортировки пиломатериалов того или иного количества сечений. Число основных накопителей равно числу групп, на которые рассортировывается поток пиломатериалов; остальные накопители линии — резервные.

Необходимое условие оперативного перераспределения пиломатериалов между накопителями — наличие системы автоматического управления.

Резервные накопители служат для локализации цикловых потерь линий. Коэффициент производительности накопителей η учитывает цикловые потери времени

$$\eta = 1 - \frac{t_{\text{оп}} + t_{\text{ож}}}{T_{\text{ц}}} \quad (3)$$

Здесь $t_{\text{оп}}$ — время опорожнения накопителя, мин;
 $t_{\text{ож}}$ — время ожидания опорожнения, мин (учитывает невозможность опорожнения одновременно двух или более накопителей);
 $T_{\text{ц}}$ — цикл работы накопителя, мин;

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{зап}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{зап}}$ — время заполнения накопителя, мин;

$$t_{\text{зап}} = \frac{N}{P}, \quad (5)$$

где N — емкость накопителя, шт. досок;
 P — интенсивность поступления на сортировку пиломатериалов, шт. досок в 1 мин.

Подставляя выражения (4) и (5) в уравнение (3), после преобразования получим:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{P(t_{\text{оп}} + t_{\text{ож}})}{N}} \quad (6)$$

Коэффициент производительности накопителей η имеет определенное значение для каждого сечения. Величина $t_{\text{ож}}$ зависит от ситуации в накопителях линии. Определить η аналитическим путем невозможно, однако анализ выражения (6) позволяет сделать ряд выводов. Значение η повышается с увеличением емкости накопителя и снижением интенсивности поступления пиломатериалов. С увеличением времени опорожнения и времени ожидания показатели работы накопителя ухудшаются.

Очевидно, с увеличением η резервных накопителей требуется меньше. Попытки вывести формулу для вычисления числа резервных накопителей не привели к желаемому результату, в частности из-за невозможности определить $t_{\text{ож}}$, которая в ряде случаев может быть значительной.

Задача достоверного определения числа резервных накопителей весьма важна, так как при неоправданном завышении их числа возрастает стоимость линии и здания, в котором она монтируется. При недостаточном числе резервных накопителей линия будет простаивать в ожидании опорожнения заполненных накопителей.

Задачу можно решить с помощью имитационной математической модели, разработанной авторами и поставленной на ЭВМ ЕС-1010. В качестве допущения при составлении модели принято, что пиломатериалы всех сортируемых сечений поступают на сортировочную линию равномерно в количестве, прямо пропорциональном интенсивности их выхода из бревнопильных линий.

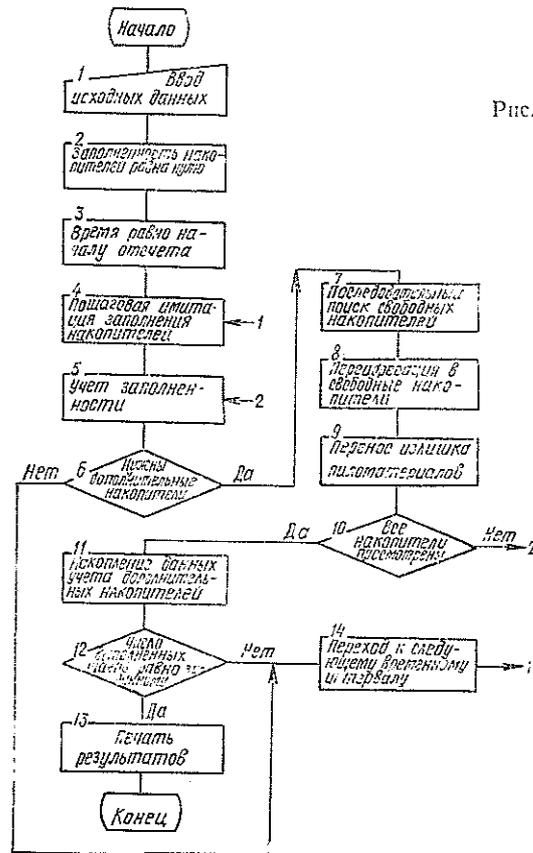
Имитационная модель организована следующим образом. Состояние накопителей имитируется содержимым ячеек памяти, в которых хранится также код сечения пиломатериалов, заполняющих имитируемый накопитель. Имитация ведется пошаговым методом. Шаг модели-

рования соответствует отрезку реального времени работы линии. В процессе моделирования к содержимому накопителей добавляют числа n_i (где i — номер сечения)

$$n_i = P_i t_{ш}, \quad (7)$$

где $t_{ш}$ — шаг моделирования, мин.

По известному объему накопителей происходит проверка их заполнения. Переполненный накопитель опорожняется (обнуляется содержимое имитирующей ячейки) и переводится в число резервных, а остаток переносится в резервную ячейку-накопитель. Алгоритм имитационной модели представлен на рис. 1.



Число накопителей определяется как минимально необходимое для рассортировки пиломатериалов данного числа сечений при известной интенсивности их поступления и емкости накопителей.

Емкость накопителей сортировочных линий принимают равной или кратной сушильному пакету или пятиметровому беспакетному сушильному штабелю. В известных линиях отечественного и зарубежного производства приняты накопители трех емкостей: сушильный пакет (линии ЛТС-16, ЛСП-21), 1/3 пятиметрового сушильного штабеля (линия финской фирмы «Валмет») и 1/2 пятиметрового сушильного штабеля (линии типа ЛССА).

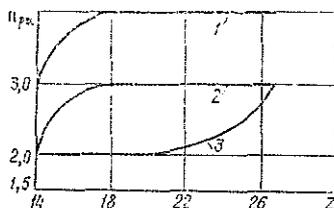
В качестве исходных данных при имитационном моделировании использованы реальные информационные массивы Сегежского ЛДК и Ново-Енисейского ЛДК-2. На Сегежском ЛДК в настоящее время выпиливают пиломатериалы 18 сечений, после реконструкции намечают выпилку 14 сечений. На Ново-Енисейском ЛДК-2 выпиливают пиломатериалы 27 сечений.

Для каждого числа сечений варьируют 3 различных емкости накопителей, всего просчитано 9 вариантов задачи. Интенсивность поступления пиломатериалов на сортировку определяли по реальной фактической производительности лесопильных рам с учетом применяемой системы поставок.

Величина шага имитирования — 1 мин, длительность имитируемого периода — 6000 мин, время опорожнения принято равным 1 мин. В результате решения имитационной задачи определено потребное число резервных накопителей для каждого из 9 вариантов.

По результатам моделирования на рис. 2 построена зависимость числа резервных накопителей $n_{рез}$ от числа сортируемых сечений пиломатериалов z при трех различных емкостях накопителей.

Рис. 2.
1 — для сушильного пакета; 2 — для $1/3$ сушильного штабеля; 3 — для $1/2$ сушильного штабеля.



Анализ результатов моделирования подтверждает сделанные ранее выводы об увеличении числа резервных накопителей с уменьшением их емкости. Кроме того, выявлена прямая зависимость между увеличением числа резервных накопителей и длительностью периода непрерывной работы линии без смены режима.

Изменение характера кривой, соответствующей емкости накопителя $1/2$ сушильного штабеля, показывает, что при увеличении числа сечений сверх 18 установленная закономерность не сохраняется.

Результаты проведенных исследований можно использовать и на линии сортировки пиломатериалов по качеству и длинам.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Калитеевский Р. Е. Автоматизация производственных процессов в лесопилении. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 336 с. [2]. Моделирование и оптимизация автоматизированных процессов сортировки и пакетоформирования пиломатериалов/ Р. Е. Калитеевский, В. А. Втюрни, Э. Г. Вигель, Я. В. Шпигельман. — Сб. тр. Красноярск: СибТИ, 1975, вып. 3, с. 3—12.

Поступила 4 февраля 1982 г.

УДК 674.093

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СОРТИРОВКИ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

А. П. БРАГИН

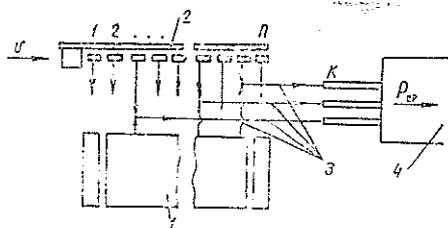
Архангельский лесотехнический институт

Внедрение механизированных процессов сортировки пиловочного сырья предполагает вынос сортировки из бассейнов лесопильных цехов. Бассейны преобразуются в механизированные линии тепловой подго-

товки мерзлых бревен. Сухопутная сортировка и связанные с нею процессы накопления и подачи партий бревен в распиловку механизмируются при использовании транспортеров и мобильных челюстных автопогрузчиков или кранов.

Разработаны схемы сухопутных участков сортировки бревен с применением этого оборудования [2, 4]. Однако новые схемы внедряются медленно, так как на коренную реконструкцию участков складов сырья на действующих предприятиях требуются значительные капитальные вложения. В отличие от челюстных автопогрузчиков схемы с кранами более дорогие, требуют индивидуальных транспортных путей и менее мобильны. Это приводит к необходимости на крупных лесопильных предприятиях устанавливать дополнительные сортировочные транспортеры и транспортные линии (гидролотки) для подачи сырья с участков сортировки на линии выдачи в лесопильный цех [4]. Капитальные вложения на реконструкцию участков сортировки и тепловой подготовки бревен можно уменьшить за счет сокращения объемов сухопутной перевалки сырья и транспортных линий. Рассмотрим движение бревен после сортировки.

По рекомендуемым схемам сортировочные линии устанавливаются автономно от линий подачи бревен в распиловку [2, 4]. При этом весь объем бревен переваливается через накопители сортировочных транспортеров, а подъемно-транспортные машины заняты разгрузкой их с последующей подачей бревен по двум направлениям: 1) в штабели накопления бревен для распиловки в заданный период времени; 2) на линии подачи в лесопильный цех. Одновременно производится разборка и подача накопленных бревен в распиловку. Принципиальная схема движения бревен после сортировки показана на рисунке. Процесс рассматривается в динамике при равенстве объемов подачи сырья на сортировку и в распиловку.



Распределение потоков сортированных бревен перед лесопильным цехом.

1 — участок накопления сортированных бревен; 2 — сортировочный транспортер с накопителем; 3 — потоки сортированных бревен; 4 — лесопильный цех.

Полный объем сортированных бревен V , обрабатываемых подъемно-транспортными машинами, находим по формуле:

$$V = \eta' v, \quad (1)$$

где v — объем сортируемых бревен в единицу времени, равный объему распиливаемых бревен за то же время;

η' — коэффициент увеличения объема перевалки бревен.

В случае равенства сравнительных характеристик потоков сортированных бревен $\frac{\beta_1}{P_1} = \frac{\beta_2}{P_2} = \dots = \frac{\beta_i}{P_i} = \dots = \frac{\beta_n}{P_n}$ коэффициент η' вычисляем следующим образом:

$$\eta' = 1 + \left(\frac{100 - k\beta_{\text{ср}}}{100} \right) \quad (2)$$

или

$$\eta' = 1 + \left(\frac{n-k}{n} \right), \quad (3)$$

где $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ — содержание различных сорторазмеров бревен в сортируемой партии, %;

P_1, P_2, \dots, P_n — производительность головных лесопильных станков при распиловке бревен различных сорторазмеров, м³/ч;

n — число сорторазмеров (потоков сортированных бревен);

k — число головных лесопильных станков;

$\beta_{\text{ср}}$ — среднее значение условного сорторазмера, %;

$$\beta_{\text{ср}} = \frac{100}{n}.$$

В формуле (3) первое слагаемое представляет собой сумму долей сырья, поступающего на линии подачи в лесопильный цех от сортировочного транспортера k/n и из штабелей накопительного участка $\frac{n-k}{n}$, а второе слагаемое — долю сырья, поступающего от сортировочного транспортера в штабели накопительного участка.

Объем сухопутной перевалки сырья машинами можно сократить на долю k/n , если сорторазмеры бревен, которые распиливаются в данное время, отсортировать непосредственно в линии подачи сырья в лесопильный цех. Это возможно при некотором удлинении сортировочного транспортера и расположении удлиненной его части над линиями подачи бревен в распиловку. При этом коэффициент увеличения объема сухопутной перевалки бревен машинами вычисляем из выражения

$$\eta'' = 2 \left(1 - \frac{k}{n} \right), \quad (4)$$

а сокращение объема сухопутной перевалки сырья (в процентах) находим по формуле

$$\frac{\eta' - \eta''}{\eta'} \cdot 100 = \frac{k}{2n - k} \cdot 100. \quad (5)$$

Из формулы (5) видно, что для рассмотренного случая равенства сравнительных характеристик потоков сортированных бревен при постоянных значениях n и k объем сухопутной перевалки сырья сокращается при увеличении числа головных лесопильных станков в случае расположения части длины сортировочного транспортера над линиями подачи бревен в распиловку; это сокращение постоянно в любой период распиловки.

В практике, как правило, имеет место неравенство сравнительных характеристик потоков сортированных бревен $\frac{\beta_1}{P_1} \neq \frac{\beta_2}{P_2} \neq \dots \neq \frac{\beta_n}{P_n}$.

В этом случае интенсивность потоков бревен, продолжительность накопления минимально необходимых партий и частота распиловок бревен по каждому потоку различны [2, 3]. Наблюдается также колебание объемов перевалки сырья по различным направлениям в течение цикла работы участка сортировки. Под циклом работы этого участка $\tau_{\text{ц}}$, ч, понимаем суммарную длительность одного периода работы лесопильного цеха T , ч, и длительность накопления минимально необходимой

партии бревен τ_{min} по сортировочному потоку, имеющему минимальное значение сравнительной характеристики $\left(\frac{\beta_i}{P_i}\right)_{min}$,

$$\tau_{ц} = T + \tau_{min}; \quad (6)$$

$$\tau_{min} = \frac{T \left(P_{min} - k P_{cp} \frac{\beta_{min}}{100} \right)}{k P_{cp} \frac{\beta_{min}}{100}}. \quad (7)$$

За цикл работы участка сортировки распиливаются бревна всех сорторазмеров, а бревна самого медленнонакапливаемого сорторазмера распиливаются один раз.

Равенство

$$\frac{T \sum_1^n \frac{\beta_i}{P_i}}{k \left(\frac{\beta_i}{P_i} \right)_{min}} = T + \tau_{min}$$

легко доказать, если в выражение (6) вместо τ_{min} подставить выражение (7) и учесть, что

$$P_{cp} = \frac{100}{\sum_1^n \frac{\beta_i}{P_i}}, \quad (8)$$

где P_{cp} — производительность одного головного лесопильного станка при распиловке бревен среднего диаметра, м³/ч или шт./ч.

Продолжительность цикла, найденная при $k = 1$ и $T = 1$, одновременно явится суммарным числом распиловок бревен по всей совокупности их сорторазмеров в течение цикла независимо от числа головных станков и длительности периода работы лесопильного цеха. При $k = 1$ в каждом периоде производится одна распиловка, а при $k \neq 1$ « k » распиловок; соответственно продолжительность цикла работы участка сортировки бревен сокращается в k раз. Число распиловок бревен по i -тому сорторазмеру в течение цикла можно найти из выражения $\frac{\beta_i}{P_i} : \left(\frac{\beta_i}{P_i} \right)_{min}$ независимо от числа головных лесопильных станков.

Коэффициент увеличения объема сухопутной перевалки сортированных бревен в разные периоды работы лесопильного цеха различный. В заданный i -тый период его находим по формулам:

а) при автономном расположении сортировочного транспортера

$$\eta'_i = 2 - \frac{\sum_1^k \beta_i}{100}; \quad (9)$$

б) при расположении удлиненной части сортировочного транспортера над линиями подачи сырья в распиловку

$$\eta''_i = 2 \left(1 - \frac{\sum_1^k \beta_i}{100} \right). \quad (10)$$

Сокращение объема сухопутной перевалки сырья (в процентах) в заданный период при отсортировке распиливаемых бревен в линии подачи сырья в лесопильный цех находим по формуле

$$\frac{\eta_i' - \eta_i''}{\eta_i'} \cdot 100 = \frac{\sum_1^k \beta_i}{200 - \sum_1^k \beta_i} \cdot 100, \quad (11)$$

где $\sum_1^k \beta_i$ — суммарный процент бревен различных сортиразмеров в партии, распиливаемых в данное время: при $k = 1$ $\sum_1^k \beta_i = \beta_i$ (один сортиразмер).

Наименьшее сокращение объема сухопутной перевалки бревен наблюдается в период распиловки бревен, которые меньше всего представлены (в процентном отношении) в сортируемой партии $\left(\sum_1^k \beta_i\right)_{min}$; этот период назовем пиковым по наибольшему объему сухопутной перевалки бревен независимо от расположения сортировочного транспортера. Наибольшее сокращение наблюдается в период распиловки бревен, которые больше всего представлены в сортируемой партии $\left(\sum_1^k \beta_i\right)_{max}$; этот период назовем разгрузочным.

Для лесопильных цехов с одним головным станком определение коэффициентов увеличения объемов сухопутной перевалки сырья в разные периоды не представляет затруднений, так как известно число бревен (в процентах), распиливаемых в любой из периодов. В пиковый период, по которому следует рассчитывать число подъемно-транспортных машин на участке сортировки бревен, распиливаются бревна, менее всего представленные в сортируемой партии. Для цехов с двумя и более головными станками задача нахождения наименьших и наибольших объемов бревен (в процентах), поступающих после сортировки в распиловку, сводится к определению сочетаний сортиразмеров бревен, распиливаемых в пиковый и разгрузочный периоды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Брагин А. П. Определение объема грузовой работы на участке сухопутной сортировки бревен перед лесопильным цехом. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6, с. 116—118. [2]. Брагин А. П., Дьячков Ю. А. Комплексная механизация на складах сырья лесопильных предприятий. — М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 255 с. [3]. Песоцкий А. Н., Брагин А. П. К расчету параметров участков лесозавода для комплектования рассортированного пиловочника. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1970, № 5, с. 53—61. [4]. Справочник по лесопилению/ Под ред. С. М. Хасдана. — М.: Лесн. пром-сть, 1980.

Поступила 28 июля 1982 г.

УДК 674.812

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОПЕРЕЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ
ПРИ ПЬЕЗОТЕРМООБРАБОТКЕ**

А. Б. ИЗРАЕЛИТ, Р. М. МУРЗИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

В процессе пьезотермообработки древесных материалов существенно изменяются их физико-механические свойства, что необходимо учитывать при проектировании и расчете оборудования, предназначенного для формообразования изделий.

Особенно сильно меняются свойства древесностружечных и древесноволокнистых композиций, которые из несвязанной сыпучей массы преобразуются в сплошной жесткий материал. Для определения расчетных нагрузок в прессующих органах и особенно в замкнутых прессформах при пьезотермообработке древесноклеевых композиций необходимо знать характер изменения поперечных распоров или коэффициентов Пуассона и возникающих при этом сил трения. Исследованию этих характеристик древесностружечных композиций в зависимости от температуры и давления посвящена настоящая статья.

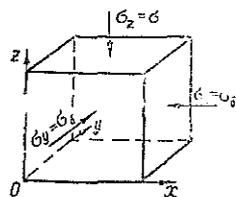


Схема стесненного сжатия.

Чтобы установить закономерности поперечной деформации, рассмотрим поведение материала при стесненном сжатии в замкнутом пространстве (см. рис.). По мере сжатия древесностружечной композиции анизотропия ее механических свойств растет. Для упрощения полагаем в первом приближении материал изотропным, тогда для боковых подпоров σ и модулей упругости E можно принять:

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_\sigma \text{ и } E_x = E_z = E_y = E.$$

Условие отсутствия относительных деформаций в поперечных направлениях примет вид

$$\frac{\nu\sigma}{E} + \frac{\nu\sigma_\sigma}{E} - \frac{\sigma_\sigma}{E} = 0, \tag{1}$$

где ν — коэффициент Пуассона материала.

Из уравнения (1) находим

$$\nu = \frac{\sigma_\sigma}{\sigma + \sigma_\sigma}. \tag{2}$$

Полученная зависимость позволяет найти коэффициенты Пуассона по известным значениям рабочего давления σ и бокового давления или подпора σ_σ .

Относительную деформацию в направлении рабочего давления можно определить из закона Гука

$$\epsilon = \frac{\sigma - 2\nu\sigma_\sigma}{E}. \tag{3}$$

При известных законах изменения уплотнения и боковых давлений можно найти закономерность изменения коэффициента Пуассона

$$\nu = \frac{\sigma - E\varepsilon}{2\sigma_6} \quad (4)$$

Величину ν из выражения (2) подставим в уравнение (3), тогда получим

$$\varepsilon = \frac{\sigma(\sigma + \sigma_6) - 2\sigma_6^2}{(\sigma + \sigma_6)E} = \frac{\sigma}{E} - \frac{2\sigma_6^2}{(\sigma - \sigma_6)E} \quad (5)$$

или

$$2\sigma_6^2 + \sigma_6(E\varepsilon - \sigma) + \sigma(E\varepsilon - \sigma) = 0. \quad (6)$$

Зависимость (6) может служить для контроля и корректировки экспериментальных результатов.

Коэффициенты Пуассона, полученные по зависимости (2), и экспериментальные значения бокового подпора обнаруживают принципиально одинаковые закономерности изменения в функции от температуры и давления.

В результате экспериментального исследования по разработанной нами методике [2] измеряли боковые давления σ_6 древесностружечной массы со смолой и без смолы в замкнутой матрице при различных температурах и давлениях, а также экспериментально определяли коэффициенты трения. Затем по формуле (2) вычисляли соответствующие значения коэффициентов Пуассона.

Результаты опытов для коэффициента Пуассона и коэффициентов трения аппроксимированы уравнениями прямых линий по способу наименьших квадратов. Достоверность уравнений подтверждена дальнейшим анализом (см. табл.):

Материал	Давление, МПа	ν_0	a	f_0	c
Стружка лиственная со смолой 12 %	10	0,087	0,00019	—	—
	20	0,115	—0,00016	0,165	—0,00008
	30	0,127	—0,00034	0,200	—0,00016
	40	0,105	—0,00011	0,203	—0,00011
Стружка лиственная без смолы	10	0,087	—0,00012	0,069	0,00014
	20	0,0625	0,00024	0,107	0,00022
	30	0,097	—0,00014	0,123	0,00020
	40	0,100	0,00005	0,135	0,00014

$$\nu = \nu_0 + at; \quad f = f_0 + ct, \quad (7)$$

где ν_0 и f_0 — начальные значения соответствующих коэффициентов при температуре 20 °С;

a , c — коэффициенты регрессии.

Таким образом, коэффициенты Пуассона древесностружечных композиций в зависимости от температуры и давления колеблются в сравнительно узких пределах. Для расчетных целей коэффициент Пуассона можно принять равным в среднем 0,10 при любых давлениях, что соответствует теоретическим данным [1].

Коэффициенты трения при увеличении давления прессования возрастают. При давлениях прессования 10 МПа они имеют очень малые значения, что улучшает условия начального формования изделий и ма-

териалов. Переход к большим давлениям, например при прокатке, может вызвать заклинивание прессмассы. Наличие связующего в пресс-массе приводит к существенному увеличению коэффициентов трения. Для расчетных целей коэффициенты трения можно принимать равными не более 0,2.

Найденные аппроксимирующие зависимости и численные значения исследованных параметров позволяют управлять технологическим процессом и корректировать его, а также рассчитывать нагрузки, действующие на рабочие органы прессового оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Израелит А. Б. Влияние стесненности деформаций на упругие свойства композиционных пластиков. — В кн.: Композиционные полимерные материалы и их применение. Ч. 2: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Гомель, 1978, с. 51—52. [2]. Разработка технологии и оборудования для производства древесностружечных плит непрерывным способом: Отчет/ Ленингр. лесотехн. акад.; Руководитель работы М. С. Мовнин. — № 3186; Инв. № Б 858427. — Л., 1980. — 152 с.

Поступила 20 сентября 1982 г.

УДК 630*824 : 539.4.001.2

ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ЗУБЧАТОГО СТЫКА

В. Д. ПОПОВ, Е. Н. СЕРОВ, С. А. КОРЗОН

Ленинградский инженерно-строительный институт

Оценка напряженного состояния зубчатого соединения достаточно трудна и усложняется при расчете многоэлементного соединения, состоящего из большого числа зубцов в форме, идентичной клину. Материал стыкуемых элементов древесины характеризуется, как известно, резко выраженной анизотропией, а передача усилий в смежных элементах осуществляется с помощью клея, оказывающего, в свою очередь, влияние на свойства древесины непосредственно в зоне соединения.

Ранее проведенные исследования [1, 2] зубчатого соединения, в основном, направлены на поиски его рациональных геометрических параметров и ограничивались определением предела прочности всего стыка в целом.

Учитывая, что характер напряженного состояния поля соединения зависит от геометрических параметров зубьев (а они могут несколько меняться даже в пределах, рекомендуемых для несущих конструкций), то необходим универсальный, пусть даже и приближенный расчет стыка.

Известно [3, 7], что в зубчатом соединении суммарное воздействие касательных и нормальных напряжений изменяет как угол наклона главной площадки, так и значение главных напряжений в рассматриваемой точке. При одной и той же внешней нагрузке зубчатым шипам с различными геометрическими параметрами присуща своя индивидуальная картина разрушения. В ряде работ [3, 4] предпринята попытка приближенным расчетом выявить напряжения ε и τ , действующие в зубчатом соединении, но каких-либо рекомендаций по методике определения собственно опасных напряжений и их зоны возникновения не имеется.

Нами принят приближенный метод, основанный на стержневой аппроксимации зубчатого соединения при решении плоской задачи.

Для построения поля напряжений в исследуемой зоне стыка использовали универсальную программу «Супер» для ЭВМ «Минск-32». Моделируемый элемент разбивали

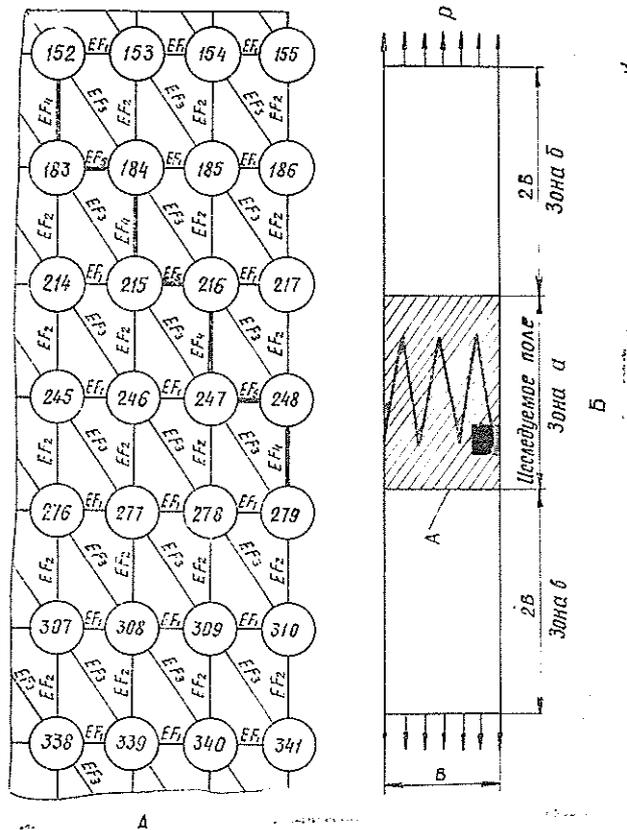


Рис. 1. Расчетная схема на ЭВМ «Минск-32» программы «Супер» и «АПР-5».

А — фрагмент модели А; Б — моделируемый элемент.

на три зоны: а) поле исследования; б) зона передачи нагрузки; в) пропорциональная зона. Размеры поля исследования выбирали в соответствии с параметрами стыка, а размеры зон передачи нагрузки и пропорциональной назначали таким образом, чтобы исключить факторы возмущающих влияний пограничных воздействий на поле исследования (рис. 1).

В качестве исходных данных назначали: условные нагрузки в зоне загрузки; жесткости опорных стержней, которые принимали на несколько порядков выше основных; эквивалентные физические и геометрические характеристики рабочих стержней, аппроксимирующих анизотропное тело.

В результате машинного расчета в качестве выходных данных получены усилия в стержнях P_x , P_y , P_z , а также линейные и угловые перемещения узлов. С учетом физических и геометрических размеров стержней в процессе обработки вычислены нормальные напряжения в направлении главных осей анизотропии и касательные напряжения, которые позволили получить полную картину напряженного состояния в любой точке исследуемого объекта.

С использованием указанной программы исследовали стыки с уклонами $1/3$, $1/6$, $1/8$, $1/10$ и $1/12$ и длиной зубьев 50 и 32 мм, с учетом и без учета ослаблений в зоне затупления. Всего изучено 24 варианта сопряжений.

Анализ поля напряжений показал, что в зоне острия (затупления) зуба возникают максимальные по величине главные напряжения, направленные вдоль волокон древесины.

По длине зуба главные напряжения меняются медленнее, чем угол их наклона. Углы наклона достигают максимального значения пример-

но в $1/5$ длины зуба. Для исследуемых параметров стыков угол наклона в этой зоне колеблется в пределах от $7,8$ до $33,0^\circ$.

Напряжения в плоскости склеивания по абсолютному значению достигают меньших значений по сравнению с напряжениями в зоне острия. Однако если разложить их на нормальные и касательные напряжения к плоскости склеивания, то отрывающие напряжения при небольших абсолютных значениях действуют по направлению, почти совпадающему с направлением минимальной прочности древесины ($\varphi = 90^\circ - \text{arctg } i$; для исследуемых видов соединений φ колеблется в пределах от 72 до 85° к волокнам древесины). Поэтому проверка на отрыв по плоскости склеивания конкурентноспособна с проверками прочности в зоне острия.

Таблица 1

Уклон зуба i	Значения $K_{\text{ош}}$ при разной длине зуба l , мм			
	50		32	
	и разным затуплении b			
	0	1	0	1
1/3	2,45	3,20	3,41	4,05
1/6	1,51	2,01	1,78	2,08
1/8	1,33	1,67	1,49	1,75
1/10	1,23	1,48	1,35	1,59
1/12	1,18	1,37	1,30	1,52

Скальвающие напряжения по наклонным плоскостям склеивания $\tau_{\text{ск}}$ менее опасны по сравнению с отрывающими напряжениями $\sigma_{\text{ш}}$. Однако в поставленной задаче не рассматривается возможное ослабление пограничных слоев древесины, вызванное отрицательным влиянием эксплуатационных факторов и некоторых составляющих клеевых композиций.

Теоретические результаты подтверждаются характером разрушения

экспериментальных образцов с различными геометрическими параметрами, полученными при растяжении древесины сосны. Следовательно, для оценки прочности зубчатого шипа необходимо выполнять следующие проверки:

- по максимальным нормальным напряжениям;
- по главным напряжениям с учетом их наивыгоднейшего угла наклона;
- на отрыв в зоне плоскости склеивания.

Таблица 2

Уклон зуба i	Угол на- клона α	Значения K_{α} при разной длине зуба l , мм			
		50		32	
		и разным затуплении b			
		0	1	0	1
1/3	33,0	0,296	0,331	0,367	0,411
1/6	16,5	0,587	0,652	0,700	0,820
1/8	11,2	0,731	0,809	0,860	0,980
1/10	8,5	0,830	0,900	0,960	1,090
1/12	7,8	0,900	0,973	1,030	1,161

Для удобства проведения инженерного расчета нами разработаны таблицы коэффициентов (табл. 1, 2, 3) и построены их графики (рис. 2, 3, 4), что позволяет проверять прочность зубчатого соединения по формулам (1)–(3):

$$\sigma_{\text{ош}} = \sigma_{\text{ср}} K_{\text{ош}} \leq R_p; \quad (1)$$

$$\sigma_{\alpha} = \sigma_{\text{ср}} K_{\alpha} \leq R_{\alpha}; \quad (2)$$

Таблица 3

Уклон зуба i	Угол наклона шва $\alpha_{ш}$	Значения $K_{ш}$ при разной длине зуба l , мм			
		50		32	
		и разным затуплении b			
		0	1	0	1
1/3	71,57	0,290	0,320	0,340	0,410
1/6	80,54	0,103	0,143	0,170	0,177
1/8	82,90	0,080	0,100	0,110	0,120
1/10	84,30	0,060	0,075	0,080	0,091
1/12	85,24	0,050	0,060	0,060	0,070

$$\sigma_{ш} = \sigma_{ср} K_{ш} \leq R_{аш}, \quad (3)$$

- где $\sigma_{аш}$ — максимальные нормальные растягивающие напряжения в точке, расположенной по острию шипа;
 $\sigma_{ср}$ — средние напряжения в элементе;
 σ_{α} — главные растягивающие напряжения, действующие под углом α к волокнам древесины;
 $\sigma_{ш}$ — нормальные растягивающие напряжения, действующие перпендикулярно плоскости склеивания шва под углом α к волокнам древесины;
 $K_{аш}$ — коэффициент условия работы сечения, проходящего по острию шипа;
 K_{α} — коэффициент условия работы стыка при проверке по главным напряжениям под углом к волокнам древесины;
 $K_{ш}$ — коэффициент условия работы стыка при проверке по плоскости склеивания;
 $\alpha_{ш}$ — угол между нормалью к клеевому шву в стыке и направлением волокон древесины;
 R_p — расчетное сопротивление древесины растяжению, определяемое по табл. 8 [5];
 R_{α} — расчетное сопротивление древесины растяжению под углом к волокнам, определяемое по рис. 1 [6, с. 10];

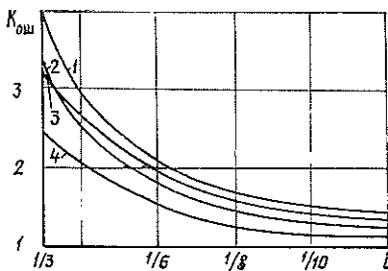


Рис. 2. Зависимость $K_{аш}$ от i , b , l .
 $\sigma_{аш} = \sigma_{ср} K_{аш} \leq R_p$; 1 — l_{32} , $b = 1$;
 2 — l_{32} , $b = 0$; 3 — l_{50} , $b = 1$; 4 — l_{50} ,
 $b = 0$.

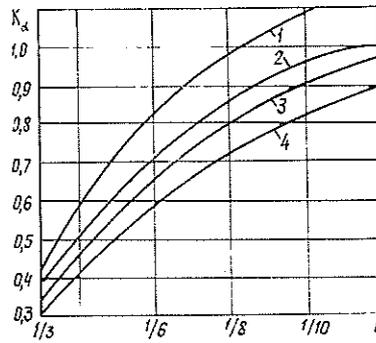
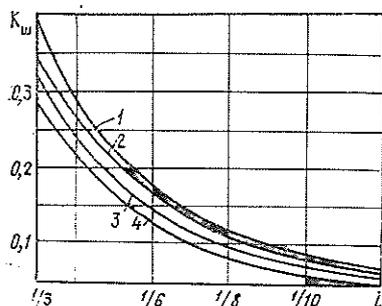


Рис. 3. Зависимость K_{α} от i , b , l .
 $\sigma_{\alpha} = \sigma_{ср} K_{\alpha} \leq R_{\alpha}$; 1 — l_{32} , $b = 1$;
 2 — l_{32} , $b = 0$; 3 — l_{50} ,
 $b = 1$; 4 — l_{50} , $b = 0$.

Рис. 4. Зависимость K_{III} от i, b, l .

$$\sigma_{III} = \sigma_{ср} K_{III} < R_{\alpha}; \quad 1 - l_{32}, b = 1;$$

$$2 - l_{60}, b = 1; \quad 3 - l_{32}, b = 0;$$

$$4 - l_{50}, b = 0.$$

$R_{\alpha_{III}}$ — расчетное сопротивление древесины растяжению перпендикулярно клеевому шву под углом α_{III} к волокнам древесины.

Принятая методика проверки прочности зубчатого соединения апробирована при испытании натуральных конструкций клееных дощатых рам пролетом 18,0 м, в которых сопряжение ригеля и гнукотклееной стойки осуществлено на наклонный зубчатый стык через все сечение ригеля.

Результаты испытания рамы показали, что при нагрузке, равной 5,2 от расчетной, разрушение произошло по цельной древесине в зоне выгиба досок от растягивающих напряжений, причем наклонный стык на зубчатый шип, находящийся в 75 см от зоны разрушения, повреждения не получил.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белозерова А. С. Экспериментальное исследование зубчатых соединений пиломатериала в клееных конструкциях и стройдеталях: Дис. ... канд. техн. наук. — М., 1963. [2]. Павлов В. П. Исследование клеевых зубчато-шипных сопряжений деревянных заготовок по длине: Дис. ... канд. техн. наук. — М., 1955. [3]. Рогинская В. М. Оценка влияния сдвигающих напряжений при определении прочности зубчатых соединений: Сб. материалов, ч. 2. — М.: ВЗИСИ, 1974. [4]. Рогинская В. М. Об оценке длительной прочности зубчатых клеевых соединений: Тез. докл. на Всесоюз. совещании по производству деревянных клееных конструкций и повышению их качества. — М.: ЦНИИСК, 1976. [5]. СНиП П-В. 4—71*. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. — М., 1978. [6]. Руководство по индустриальному изготовлению деревянных клееных конструкций для строительства. — М.: ЦНИИСК, 1975. [7]. Blömer A. Ein Beitrag zur Theorie und Berechnung der geleimten Verbindungen des Ingenieur. — Holzbaues unter besonderer Berücksichtigung der geschäftet und Keilgezinkt geleimter Holzverbindungen, Die Bautechnik, 1961, N 10, S. 325—350.

Поступила 29 марта 1982 г.

УДК 674.07 : 667.613

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАТИРУЮЩЕЙ ОТДЕЛКИ ЩИТОВ МЕБЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Е. М. ГАРЯЧАЯ, В. Г. ЛЕСНЯК, В. Ф. КАЧАН

Львовский лесотехнический институт

Матовая отделка мебели приобретает все большее распространение, так как она отвечает современным эстетическим требованиям и значительно сокращает расход лакокрасочных материалов.

Осуществление процесса формирования матовых покрытий с использованием высокоинтенсивных методов отверждения, в частности метода ультрафиолетовой (УФ) сушки покрытий, позволяет создать высокопроизводительную рациональную технологию отделки изделий из древесины.

За рубежом широко применяют полиэфирные матирующие лаки фотохимического отверждения [1, 4, 5]. Работы по созданию ускоренной технологии матирующей отделки древесины полиэфирными материалами, проведенные во Львовском лесотехническом институте, показали принципиальную возможность применения серийного беспарафинового матирующего полиэфирного лака термического отверждения ПЭ-250М (ГОСТ 23438—79) в процессах фотохимической сушки покрытий с использованием источников УФ излучения высокого давления [2].

Цель настоящей работы — изучить возможность применения люминесцентных источников УФ излучения для отверждения матирующих покрытий на основе лака ПЭ-250М и возможность последующего внедрения разработанной технологии на опытно-промышленном образце линии отделки пластей мебельных щитов полиэфирными материалами (ЛФО) с отверждением покрытий фотохимическим способом на Ивано-Франковской мебельной фабрике.

Матирующий полиэфирный лак термического отверждения ПЭ-250М представляет собой раствор ненасыщенной полиэфирной смолы в мономере — диметакриловом эфире триэтиленгликоля ТГМ-3 с добавкой раствора коллоксилина, резиновой смолы, аэросила, ацетона и ускорителя № 25. Лак отверждается термическим способом при добавлении инициатора — гипериза.

При разработке рабочей лаковой композиции фотохимического отверждения в основу лака ПЭ-250М вводили 2—8 мас. ч. фотонициатора и 0,5—2,0 мас. ч. аэросила ТК-900 в виде 20 %-ной суспензии в ацетоне. В качестве фотонициаторов применяли Тригонал-14, бензофенон (БФ) и 2,2,2-диметоксифенилацетофенон (ДМФАФ). Исследовали также соускорители реакции фотополлимеризации: диметиламиноэтанол (ДМАЭ) и триэтанолламин (ТЭА). Лак разбавляли ацетоном до рабочей вязкости 25—35 с по вискозиметру ВЗ-4. Лаковое полиэфирное матирующее покрытие формировали в лабораторной сушильной камере фотохимического отверждения с люминесцентными лампами ЛУФ-80-04 мощностью 80 Вт при облученности поверхности деталей 40—60 Вт/м². Расход лака 100—200 г/м², толщина покрытий при этом 80—150 мкм. Реакционную способность композиций оценивали по содержанию гель-фракции в сополимерах: последнюю определяли экстракцией размельченных пленок ацетоном в аппарате Сокслета в течение 16 ч. Твердость, прочностные показатели и внутренние напряжения пленок и покрытий определяли соответственно по ГОСТам 5233—67, 18299—72 и 13036—67. О степени матовости покрытий судили по блеску, который измеряли в соответствии с ГОСТом 896—69.

Основные задачи исследования — подбор фотоницирующей системы и оптимизация рабочего лакового состава по содержанию летучей части и матирующей добавки.

На рис. 1 приведены данные по зависимости содержания гель-фракции G (кривая 1) и поверхностной твердости формируемых покрытий H (кривая 2) от содержания в системе фотонициатора — Тригонала-14. Из рис. 1 видно, что оптимальное содержание Тригонала-14 — 4,0 мас. ч. При повышении концентрации фотонициатора содержание гель-фракции проявляет тенденцию к понижению. Это обусловлено повышенным поглощением энергии УФ излучения фотонициатором в верхних слоях покрытий и соответствующим снижением скорости процесса отверждения по толщине пленки [3].

Определенные аналогичным образом оптимальные концентрации составляют: для 2,2,2-ДМФАФ — 1,5 мас. ч., для системы БФ + ДМАЭ — 2,5 мас. ч. + 2,5 мас. ч., для системы Тригонал-14 + ТЭА — 4 мас. ч. + 2,5 мас. ч.

На рис. 2 и 3 приведены соответственно кривые кинетических зависимостей содержания гель-фракции G и твердости покрытий H_0 от

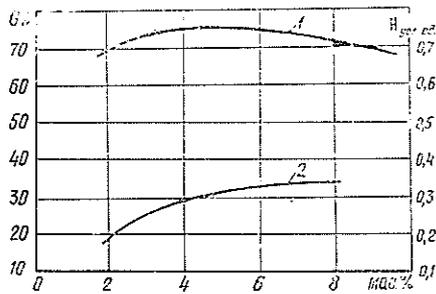


Рис. 1.

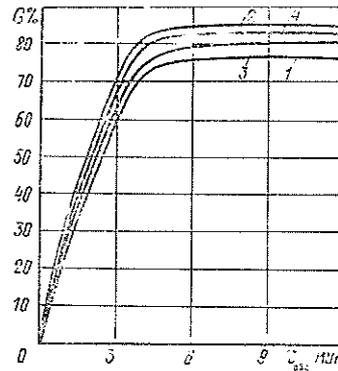


Рис. 2.

1 — Тригонал-14 (4,0 мас. ч.); 2 — БФ + ДМАЭ (2,5 мас. ч. + 2,5 мас. ч.); 3 — ДМФАФ (1,5 мас. ч.); 4 — Тригонал-14 + ТЭА (2,5 мас. ч. + 2,5 мас. ч.).

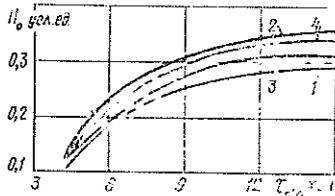


Рис. 3.

Обозначения см. под рис. 2.

длительности фотоотверждения $\tau_{\text{абс}}$ композиций с различными фотоинициаторами (в оптимальных соотношениях). Из графиков следует, что при использовании Тригонала-14 в сочетании с соинициатором — третичным амином, а также при использовании системы БФ + ДМАЭ удастся заметно повысить реакционную способность композиции и твердость формируемых покрытий (по сравнению с Тригоналом). Для дальнейшего исследований выбрана наиболее доступная фотоиницирующая система Тригонал-14 + ТЭА.

Чтобы обеспечить хорошую растекаемость лака при наливе по поверхности древесины, необходимо разбавить состав до вязкости 28—32 с по вискозиметру ВЗ-4 при $t = 20^\circ\text{C}$. Это достигается путем дополнительного введения в рецептуру ацетона в количестве 20—25 мас. ч. на 100 мас. ч. основы.

При отверждении под люминесцентными источниками композиций фотохимической сушки на основе серийного лака ПЭ-250М наблюдается длительная липкость покрытий, продолжительность отверждения составляет 15—20 мин, а показатели степени блеска равны 18—22 %, что соответствует полуматовому покрытию. Для устранения липкости покрытия, сокращения длительности отверждения и повышения степени матовости в композиции вводили дополнительно аэросил ТК-900, оптимальное количество которого составило 1,0—1,2 мас. ч. При этом получили наилучшие показатели внешнего вида покрытия (равномерно матовая поверхность со степенью блеска 11—13 %), а длительность отверждения сократилась до 8—10 мин. На степень матовости покрытия влияют также режимы отверждения лаковых составов.

По результатам проведенных исследований можно заключить, что продолжительность облучения под лампами ЛУФ-80-04 практически не

влияет на степень матовости покрытий. Степень матовости покрытий в значительной мере зависит от длительности выдержки лакового слоя до облучения. Это связано с тем, что необходим некоторый период для стабилизации покрытия после нанесения его на подложку, всплытия и распределения в нем матирующей добавки, испарения растворителей. При использовании ламп ЛУФ-80-04 в отличие от ртутно-кварцевых ламп нет необходимости выдерживать лаковое покрытие до облучения при повышенной температуре. Здесь положительно влияет более мягкий режим облучения под люминесцентными источниками для отверждения лаковых систем с повышенным содержанием летучих растворителей.

По итогам проведенных исследований определены основные режимные параметры формирования матирующего покрытия фотохимического отверждения на базе лака ПЭ-250М по древесине без грунтования: расход лака 150—160 г/м² при нанесении наливом на подготовленную шлифованную поверхность, значение $R_{z\max}$ которой не превышает 16 мкм; длительность выдержки лакового слоя для испарения летучих и всплытия матирующей добавки 4—5 мин при $t = 18—20$ °С; продолжительность облучения лакового покрытия под лампами ЛУФ-80-04 8—10 мин; длительность выдержки для достижения технологической твердости 8 ч.

(Значения уточняются в процессе опытно-промышленной отработки техпроцесса).

Состав композиции: ПЭ-250М (100 мас. ч.), Тригонал 14 + ТЭА (4 мас. ч. + 1,5 мас. ч.), аэросил ТК-900 (1 мас. ч.), ацетон (20 мас. ч.). Вязкость 25—32 с по ВЗ-4.

Полученные покрытия по внешнему виду удовлетворяют существующим требованиям, предъявляемым к лаковым полиэфирным покрытиям I категории (ОСТ 13—26—74), и непосредственно после облучения имеют следующие характеристики: твердость по маятниковому прибору М-3 $H = 0,28—0,32$ усл. ед.; степень блеска 11—13 %; внутренние напряжения $\sigma_{\text{вн}} = 0,1—0,3$ МПа; разрушающее напряжение при растяжении $\sigma_p = 10—12$ МПа; относительное удлинение при разрыве $\varepsilon = 20—25$ %; мгновенный модуль упругости $E = 450—400$ МПа. Через 8 ч выдержки: $H = 0,43—0,45$; $\sigma_{\text{вн}} = 0,3—0,5$ МПа; $\sigma_p = 16—20$ МПа; $\varepsilon = 15—18$ %; $E = 450—500$ МПа. При этом длительность выдержки на воздухе до облучения — 5 мин, длительность облучения под лампами ЛУФ-80-04 — 8 мин.

Разработанный технологический процесс матирующей отделки щитовых элементов мебели лаком ПЭ-250М с фотохимическим отверждением покрытий успешно опробован на линии ЛФО.

Внедрение данной технологии позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия труда и снизить взрывопожароопасность производства, а также способствует экономии производственных площадей и сокращению трудозатрат. В настоящее время нами проводятся работы по оптимизации лаковой композиции с целью получения покрытий с технологической твердостью непосредственно после фотоотверждения. В этом случае создаются предпосылки для полной механизации и автоматизации процесса матирующей отделки щитов мебели.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Пат. 4032617 (США), 1977. [2]. Щибрик Е. А., Черняков Э. А. Открытопорнистая отделка полиэфирным лаком ПЭ-250М с фотохимическим отверждением покрытий. — В кн.: Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности: Сб. докл., Киев: УкрНПДО, 1980, с. 78—79. [3]. Clarke S. P., Shanks R. A. A study of sensitizer systems for photoinitiated polymerization. — J. Macromol sci. Chem., т. А 14, 1980, N 1, p. 69—78. [4]. Crossfield Silicas. Crossfield NP matting agents: Проспект фирмы Crossfield, 1978. [5]. Strahlentrockende Holzlacke: Проспект фирмы Reichhold Chemie A. G., 1980.

Поступила 16 ноября 1982 г.

Удк 630*812

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СУЧКОВ НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

А. М. БОРОДУЛИН, С. Г. КАРАТАЕВ, Н. П. КОЖЕМЯКИНА,
А. Б. ЧУБОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Основной порок в пиломатериалах и заготовках — сучки различных видов и размеров. Взаимное их влияние на прочность учитывают только суммарным размером группы сучков на участке длиной 20 см (ГОСТы 8486—66 и 20850—75), который не должен превышать допустимый размер, установленный для соответствующих сортов пиломатериалов и категорий качества заготовок. При таком подходе не учитывают влияние на прочность размеров каждого сучка и расстояния между ними. В связи с этим изучали влияние взаимного расположения сучков на прочность древесины при растяжении.

Цель данных исследований — установить требования по допускаемому взаимному расположению сучков в пиломатериалах и заготовках. Учитывая, что наибольшее снижение прочности вызывают несросшиеся и гнилые сучки, на первом этапе мы теоретически исследовали влияние кругового отверстия на напряженное состояние пластины, растягиваемой вдоль волокон для трех пород: сосны, лиственницы и осины. Отверстие было удалено от края пластины на расстояние, равное или превышающее его радиус. Влияние анизотропии и зависимость упругих и прочностных свойств материала присучковой зоны от координат x , y на данном этапе не учитывали.

При принятых условиях напряженное состояние с достаточной точностью определяется решением плоской задачи теории упругости для бесконечной ортотропной плоскости с отверстием [2, 3].

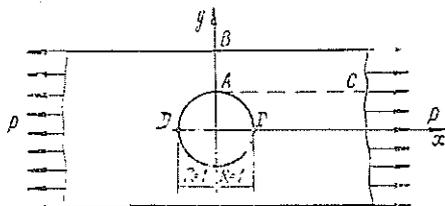


Рис. 1.

Расчетная схема приведена на рис. 1. Закон Гука в рассматриваемом случае имеет вид

$$e_x = \frac{1}{E_x} \sigma_x - \frac{\nu_{xy}}{E_y} \sigma_y; \quad e_y = -\frac{\nu_{yx}}{E_x} \sigma_x + \frac{1}{E_y} \sigma_y; \quad (1)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{G_{xy}} \tau_{xy},$$

где e_x, e_y — относительная продольная деформация соответственно по осям x и y ;

γ_{xy} — угловая деформация в плоскости осей x, y ;

E_x, E_y — модули нормальной упругости относительно осей x, y ;

G_{xy} — модули сдвига в плоскости осей x, y ;

ν_{xy}, ν_{yx} — коэффициент Пуассона соответственно вдоль и поперек волокон;

σ_x, σ_y — нормальные напряжения соответственно вдоль и поперек волокон;

τ_{xy} — касательные напряжения в плоскости осей x, y .

Предполагаем, что для древесины $\nu_{xy} E_x = \nu_{yx} E_y$.

Полагая в решении [2, 3] $\alpha = 0, a = b = R$, получим следующие выражения для напряжений:

$$\sigma_x = P + 2\operatorname{Re} [S_1^2 \varphi'_0(z_1) + S_2^2 \psi'_0(z_2)];$$

$$\sigma_y = 2\operatorname{Re} [\varphi'_0(z_1) + \psi'_0(z_2)]; \quad (2)$$

$$\tau_{xy} = -2\operatorname{Re} [S_1 \varphi'_0(z_1) + S_2 \psi'_0(z_2)],$$

где $z_k = x + S_k y; k = 1, 2$;

φ_0, ψ_0 — функции комплексных переменных z_k ;

$$\varphi'_0(z_1) = -\frac{P_i}{2(S_1 - S_2)} \cdot \frac{1}{1 + iS_2} \left[1 - \frac{z_1}{\sqrt{z_1^2 - (1 + S_1^2)}} \right]; \quad (3)$$

$$\psi'_0(z_2) = \frac{P_i}{2(S_1 - S_2)} \cdot \frac{1}{1 + iS_2} \left[1 - \frac{z_2}{\sqrt{z_2^2 - (1 + S_2^2)}} \right];$$

$$i = \sqrt{-1};$$

S_1 и S_2 — корни уравнения.

$$\frac{1}{E_x} S^4 + \left(-2 \frac{\nu_{xy}}{E_y} + \frac{1}{G_{xy}} \right) S^2 + \frac{1}{E_y} = 0. \quad (4)$$

В работе [2] показано, что уравнение (4) имеет только чисто мнимые корни, поэтому обозначим $S_k = i\nu_k (k = 1; 2)$.

Для разделения вещественных и мнимых частей радикалы, стоящие в знаменателях соотношений (3), представляем в виде:

$$\sqrt{z_k^2 - (1 - \nu_k^2)} = \frac{1}{\sqrt{2}} (\sqrt{r_k + a_k} + i\sqrt{r_k - a_k}), \quad (5)$$

где

$$a_k = x^2 - 1 - \nu_k^2 (y^2 - 1); \quad b_k = 2\nu_k xy;$$

$$r_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad k = 1, 2. \quad (6)$$

Затем числитель и знаменатель домножаем на выражения, комплексно сопряженные с уравнением (5). Приводим окончательные формулы для напряжений

$$\sigma_x = P \left\{ 1 + \frac{1}{\mu_1 - \mu_2} \sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \frac{\mu_k^2}{1 - \mu_k} \left[1 - \frac{1}{r_k \sqrt{2}} (x \sqrt{r_k + a_k} + \right. \right. \\ \left. \left. + \mu_k y \sqrt{2k - a_k}) \right] \right\};$$

$$\sigma_y = -P \frac{1}{\mu_1 - \mu_2} \sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \frac{1}{1 - \mu_k} \left[1 - \frac{1}{r_k \sqrt{2}} (x \sqrt{r_k + a_k} + \right. \\ \left. + \mu_k y \sqrt{r_k - a_k}) \right]; \quad (7)$$

$$\tau_{xy} = P \frac{1}{\mu_1 - \mu_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \frac{\mu_k}{1 - \mu_k} \cdot \frac{1}{r_k} (\mu_k y \sqrt{r_k + a_k} - \\ - x \sqrt{r_k - a_k}).$$

По формулам (7) определены напряжения по сечениям AB и AC (рис. 1) для трех вариантов упругих постоянных, приведенных в табл. 1. Эпюры распределения напряжения по сечениям AB и AC для трех вариантов приведены на рис. 2.

Таблица 1

Номер варианта	Порода	Упругие постоянные древесины, принятые в расчете,					
		$E_x \cdot 10^{-4}$ МПа	$E_y \cdot 10^{-4}$ МПа	ν_{xy}	$G_{xy} \cdot 10^{-4}$ МПа	μ_1	μ_2
1	Сосна	1,17	0,043	0,41	0,071	1,411	3,697
2	Лиственница	2,00	0,114	0,349	0,0825	0,8787	4,772
3	Осица	1,27	0,026	0,467	0,0315	1,132	6,173

Примечание. Для всех пород плоскость загрузки тангентальная.

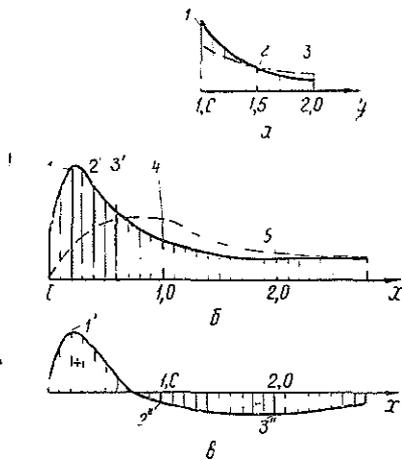


Рис. 2.

a — эпюра σ_x (по AB); b — эпюра σ_y (по AC); v — эпюра τ_{xy} (по AC); для 1-го варианта: 1 — 6,18P; 2 — 1,39P; 3 — 1,17P; $1'$ — 0,465P; $2'$ — 0,304P; $3'$ — 0,213P; $4'$ — 0,161P; $5'$ — 0,097P; $1''$ — 0,278P; $2''$ — 0,02P; $3''$ — 0,04P; для 2-го варианта: $1'$ — 0,439P; $2'$ — 0,305P; $3'$ — 0,216P; $4'$ — 0,160P; для 3-го варианта: $1'$ — 0,397P; $2'$ — 0,257P; $3'$ — 0,186P; $4'$ — 0,141P; пунктирные кривые — для эллиптического отверстия.

На основе полученных результатов оценена степень взаимного влияния на напряженное состояние двух отверстий, симметрично рас-

положенных относительно оси пластины при различных расстояниях между их центрами. В табл. 2 приведены значения наибольших касательных напряжений (по сечению AC) для рассмотренных вариантов; влияние второго отверстия на напряжения σ_x и σ_y , как показали расчеты, невелико даже при расстоянии между центрами отверстий в $3d$.

Таблица 2

Теоретические значения τ_{xy}^{max}

Число отверстий	Расстояние между отверстиями	1 вариант		2 вариант		3 вариант	
		$\frac{\tau_{xy}^{max}}{P}$	Повышение, %	$\frac{\tau_{xy}^{max}}{P}$	Повышение, %	$\frac{\tau_{xy}^{max}}{P}$	Повышение, %
1	—	0,465	—	0,439	—	0,397	—
2	$3d$	0,528	13,5	0,500	13,9	0,459	15,6
2	$6d$	0,481	3,4	0,458	4,3	0,422	6,3
2	$9d$	0,477	2,6	0,452	3,0	0,416	4,8
2	$12d$	0,473	1,7	0,448	2,0	0,410	3,3

Полученные значения напряжений отвечают упругой стадии работы пластины. Современное состояние механики разрушения анизотроп-

Таблица 3

Порода	Образец	Статистические показатели				Теоретическое значение ρ^{max}
		\bar{X} МПа	s МПа	v %	s МПа	
Сосна	Без отверстий	109,1	15,9	14,5	9,2	—
	С одним отверстием	47,5	5,3	11,2	3,1	—
	С двумя отверстиями, расположенными на расстоянии:					
	$3d$	43,6	2,9	6,7	1,7	38,4
	$6d$	43,8	2,8	6,4	1,6	44,8
	$9d$	44,4	2,8	6,3	1,7	45,5
	$12d$	45,9	3,0	6,5	1,7	46,7
	$15d$	47,7	3,8	8,0	2,2	—
Лиственница	Без отверстий	119,4	18,2	15,2	10,5	—
	С одним отверстием	54,6	5,8	10,6	3,6	—
	С двумя отверстиями, расположенными на расстоянии:					
	$3d$	42,2	2,8	6,6	1,9	44,2
	$6d$	44,9	3,1	6,9	1,8	50,9
	$9d$	48,2	4,1	8,6	2,4	52,0
	$12d$	53,6	4,8	9,0	2,8	52,7
	$15d$	53,0	5,4	10,2	3,1	—
Осина	Без отверстий	93,4	11,2	12,0	6,8	—
	С одним отверстием	40,5	5,8	14,2	3,6	—
	С двумя отверстиями, расположенными на расстоянии:					
	$3d$	32,2	3,0	9,3	1,7	31,7
	$6d$	33,1	2,9	3,8	1,7	36,4
	$9d$	35,9	3,2	8,9	1,9	37,2
	$12d$	36,5	3,7	10,2	2,1	39,1
	$15d$	38,7	4,1	10,6	2,4	—
$18d$	40,4	5,2	12,9	3,0	—	

Примечание. d — доля ширины пласти.

ных материалов вообще и древесных материалов в частности не дает возможности однозначно выявить, на основании действующих значений напряжений, механизм разрушения и, тем более, предельную нагрузку.

В связи с этим нами испытаны образцы без отверстий, с одним и двумя отверстиями (длина образцов 600 мм, ширина 30 мм, толщина 5 мм и диаметр отверстий 10 мм). Одно отверстие располагалось на середине пласти и длине образца, два отверстия располагались симметрично оси образца, которая являлась их общей касательной. Для обоснования принятой схемы расположения отверстий предварительно экспериментально оценивали влияние на прочность смещения отверстий по ширине пласти. Установлено, что при смещении отверстия на полдиаметра разница в прочности по отношению к прочности образцов с центральным отверстием незначима. Результаты испытаний образцов на растяжение представлены в табл. 3.

Сравнительный анализ теоретических значений напряжений и данных эксперимента позволяет предположить следующий механизм разрушения. При $P \approx 0,1 \varepsilon_a$ в зоне действия наибольших касательных напряжений (в точке с координатами $x = 0,2R$; $y = R$) образуется трещина ограниченной длины (это значение P получено по тензоральной формуле (2.63) работы [1] для варианта 1). Появление трещины приводит к перераспределению напряжений в пластине. При этом существенно уменьшаются напряжения σ_x^{max} и τ_{xy}^{max} , а предельная нагрузка для пластины (которая определяется экспериментально) оказывается существенно выше.

Косвенное подтверждение сказанного — показанные на рис. 2 пунктиром эпюры напряжений для эллиптического отверстия, вытянутого вдоль продольной оси с отношением диаметров, равным 2. Приближенно предельную нагрузку можно оценить по значению средних касательных напряжений на участке действия растягивающих напряжений σ_y . Во всех трех вариантах эта длина близка к радиусу. Для варианта 1 при наличии одного отверстия средние касательные напряжения, подсчитанные по эпюре (рис. 2), равны $0,265P$, для вариантов 2 и 3 — соответственно $0,260P$ и $0,228P$. Чтобы экспериментальные и теоретические значения предельных разрушающих нагрузок совпали, пределы прочности на скалывание вдоль волокон должны составлять для сосны — 12,6 МПа, для лиственницы — 14,2 МПа, для осины — 9,2 МПа. Эти значения близки к реально наблюдаемым при определении предела прочности на скалывание в случае изгиба. В табл. 3 приведены значения P^{max} , подсчитанные по средним касательным напряжениям.

Экспериментальные и теоретические данные, приведенные в табл. 3, показывают, что взаимное расположение отверстий по длине пластины оказывает существенное влияние на прочность при растяжении. Это влияние различно для разных пород древесины и перестает быть значимым, начиная с некоторых минимальных расстояний. Для древесины сосны это расстояние составляет не менее $7d$, для лиственницы — не менее $6d$, для осины — не менее $9d$.

Следующий этап исследований — рассмотрение напряженного состояния древесины со здоровым сучком. Для получения опытных данных о прочности связи сучка с древесиной и прочности материала сучка при растяжении проведены испытания на растяжение образцов с сучком со срезанной присучковой зоной. Параллельно исследовали образцы с сучками, включающими присучковую зону. В результате установлено, что прочность контакта сучка с древесиной невелика; для

древесины сосны она составляет в среднем 9,5 МПа, для лиственницы — 11,0 МПа, для осины — 8 МПа. Прочность образцов с присучковой зоной существенно выше. Это обстоятельство позволяет предположить, что после образования трещины по границе сучка в точках D (или внутри сучка) происходит перераспределение напряжений (рис. 1).

Известно [3], что при напряженном состоянии пластины с жестким включением наиболее опасна точка D (рис. 1). В образцах из древесины лиственницы с сучками и присучковой зоной разрушение происходит преимущественно по границе сучка и присучковой зоны. В этом случае промежуточный этап работы — схема образца с отверстием. Действительно, разрушающие значения P близки для образцов древесины лиственницы с отверстием и образцов с сучками. В образцах из древесины сосны и осины трещина развивалась преимущественно по оси сучка. Взаимное влияние поперечных трещин, удаленных друг от друга по длине образца, должно быть более слабым, чем ослабления в виде отверстий. Таким образом, при определении степени влияния взаимного расположения сучков на прочность при растяжении в первом приближении в качестве основной может быть принята схема образца с отверстием.

Полученные результаты позволяют нормировать допускаемые расстояния между сучками по длине заготовок, предназначенных для растянутой зоны конструкций. Расстояния устанавливаются в зависимости от наибольшего сучка, замеренного в долях ширины пласти d , и для заготовок из древесины лиственницы составляют не менее $6d$, из древесины сосны — не менее $7d$, из древесины осины — не менее $9d$.

Данные требования распространяются и на определение допускаемого расстояния от ближайшего допускаемого в заготовке сучка до зубчатого клеевого соединения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ашкенази Е. К. Анизотропия древесины и древесных материалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 223 с. [2]. Лехницкий С. Г. Анизотропные пластинки. — М.—Л.: ГИТТЛ, 1957. — 463 с. [3]. Савин Г. Н. Распределение напряжений около отверстий. — Киев: Наукова думка, 1963. — 887 с.

Поступила 12 июля 1982 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 543.422 : 547.992.3 : 676.1.062

О ПРИМЕНЕНИИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛИГНИНА
В ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Т. А. ТУМАНОВА, Ю. И. ДЬЯЧЕНКО, Н. С. ВИШНЕВСКАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

Одна из важнейших характеристик технических целлюлоз — содержание в них лигнина. Для его определения чаще всего используют гравиметрические методы, позволяющие получать достаточно точные данные. Однако в производственных условиях их применяют редко из-за длительности анализа. Для контроля отбелки используют, например, методы определения «жесткости» целлюлозы (перманганатная жесткость) или степени делигнификации (число Каппа), которые ненадежны и только косвенно отражают содержание лигнина.

В связи с этим получили развитие физико-химические методы определения содержания лигнина в целлюлозных материалах, в частности, спектрофотометрический (СФМ) по собственному поглощению растворенного лигнина. В литературе нет четких указаний о возможности и границах применимости СФМ метода для технических целлюлоз. Нет ясности по поводу использования СФМ метода для характеристики небеленых целлюлоз, применения его для контроля многостадийного процесса отбелки, при котором, как известно, технические целлюлозы подвергаются воздействию различных окислителей.

Лигнин — сложная смесь природных высокомолекулярных соединений, состав которой варьирует в зависимости от различных условий. Поэтому ключевым моментом в применении СФМ метода определения содержания лигнина является правильное использование удельного коэффициента поглощения лигнина $\epsilon_{\text{уд.лигн}}$. По данным литературы [1, 3, 4], этот коэффициент зависит от породы древесины и способа варки целлюлозы.

Нами получены значения $\epsilon_{\text{уд.лигн}}$ для образцов целлюлоз небеленых, а также подвергнутых отбелке в различных режимах.

Из отливок целлюлозных материалов брали пробы для определения содержания лигнина гравиметрическим методом [2] и для получения растворов целлюлоз в растворе кадмийэтилендиамнинового комплекса (кадоксене) [4]. Оптическую плотность полученных растворов целлюлоз измеряли на спектрофотометре СФ-4А при длине волны $\lambda = 280$ нм в стандартных кварцевых сантиметровых кюветах через сутки после приготовления этих растворов. Спектрофотометр градуировали по длинам волн с помощью излучения дейтериевой лампы. Концентрацию растворов выбирали такой, чтобы их оптическая плотность лежала в пределах 0,2—0,9. Удельное поглощение целлюлозных материалов $\epsilon_{\text{уд}}$ находили делением найденных значений оптической плотности на концентрацию растворов, выраженную в граммах на литр. Из этой величины вычитали найденное нами значение удельного коэффициента поглощения целлюлозы, растворенной в кадоксене, равное 0,019 л/г·см. В качестве источника чистой целлюлозы использовали хлопковую вату. Значение $\epsilon_{\text{уд.лигн}}$ находили по формуле

$$\epsilon_{\text{уд.лигн}} = \frac{(\epsilon_{\text{уд}} - 0,019) \cdot 100}{C_{\text{лигн}}}$$

где $C_{\text{лигн}}$ — содержание лигнина в целлюлозном материале, определенное гравиметрическим методом [2], %.

В табл. 1 дана характеристика различных небеленых целлюлоз.

Таблица 1

Образец целлюлозы	Степень делигнификации, число Каппа	Содержание лигнина C , %	$\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$
Предгидролизованной Сульфатной сосновой	—	4,20	14,1
» лиственничной	38	3,40	24,2
» березовой	25	2,50	23,1
Смеси березы и 10 % хвойных пород Сульфатной из хвойных пород	16	2,16	16,7
	—	5,1	14,9

Приведенные данные подтверждают результаты работы [4] о том, что $\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$ зависит от породы древесины. Поэтому для анализа небеленых целлюлоз СФМ методом необходимо сначала получить значение $\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$ для целлюлозы, полученной тем же способом из древесины данной породы. Использование на практике для анализа на содержание лигнина в целлюлозных материалах значения $\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$, найденного для растворенного диоксанлигнина [4], приводит к занижению результатов по сравнению с обычными методами [4].

С целью проверки возможности использования СФМ метода для контроля отбелного процесса мы провели две серии опытов. В первой серии образцы сульфатной лиственничной целлюлозы обрабатывали хлором, а затем подвергали щелочной обработке методом вытеснения; при этом содержание хлора и длительность обработки варьировали.

Для изучения влияния природы окислителя проведена вторая серия опытов, в которой образцы сульфатной сосновой целлюлозы подвергали отбелке хлором и двуокисью хлора в различных соотношениях. В табл. 2 приведены данные режимов отбелки, а также содержание лигнина (найденное гравиметрическим методом) в образцах и значения $\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$ для двух серий опытов.

Анализ данных табл. 2 привел нас к выводу, что существует определенная корреляция между $C_{\text{лигн}}$ и $\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$, причем природа окислителя не имеет существенного значения. Корреляционная зависимость между $C_{\text{лигн}}$ и $\varepsilon_{\text{уд.лигн}}$ для целлюлоз, обработанных окислителями, приведена на рис. 1.

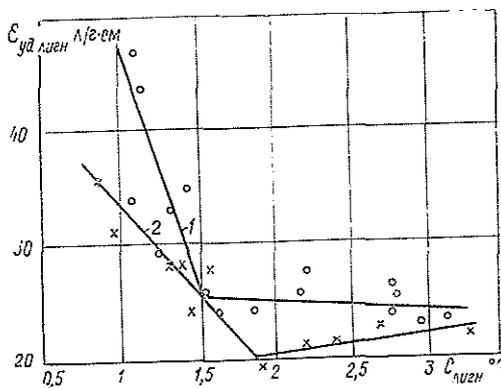


Рис. 1.

Кривая 1 — лиственничная целлюлоза; 2 — сосновая целлюлоза.

Таблица 2

Номер опыта	Расход хлора, % от массы Состав отбелочного раствора Cl ₂ /ClO ₂ , %	Длительность обработки, мин	Степень дельгификации, число Каппа	Содержание лигнина С, %	$\varepsilon_{\text{уд.лигни}}$ л/г · см
1	3	3,0	29,0	3,18	23,2
1	100/0	1	—	3,30	21,6
2	4	3,0	28,0	2,80	25,0
2	100/0	3	—	1,90	18,8
3	5	3,0	23,0	2,16	25,2
3	100/0	5,0	—	2,21	20,7
4	6	3,0	20,0	1,44	34,8
4	100/0	15,0	—	1,42	27,9
5	8	7,0	16,0	1,68	23,8
5	100/0	30,0	—	1,32	28,2
6	8	10,0	16,0	1,52	25,6
6	80/20	1,0	—	2,70	22,5
7	8	15,0	16,0	1,33	33,0
7	80/20	30,0	—	0,98	31,2
8	4	1,5	27,0	2,77	23,6
8	0/100	1,0	—	2,40	20,8
9	4	3,0	26,0	2,97	22,5
9	0/100	3,0	—	1,47	24,0
10	4	7,0	25,0	2,78	25,7
10	0/100	5,0	—	1,61	27,7
11	6	55,0	14,0	1,10	33,8
11	0/100	15,0	—	0,87	35,5
12	6	3,0	15,0	2,23	27,3
—	—	—	—	—	—
13	8	1,0	10,0	1,88	24,2
—	—	—	—	—	—
14	8	1,5	7,5	1,14	47,0
—	—	—	—	—	—
15	8	5,0	8,0	1,26	29,2
—	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе данные отбелки сульфатной лиственничной целлюлозы хлором; в знаменателе — сульфатной сосновой целлюлозы хлором и двуокисью хлора. Обработку окислителем производили при температуре 20 °С в статических условиях.

Как видно из рис. 1, каждая из корреляционных кривых состоит из двух участков. На правом участке, отвечающем началу отбелки и высокому содержанию лигнина (не менее 1,9 % для сосновой и не менее 1,5 % для лиственничной целлюлозы), $\varepsilon_{\text{уд.лигни}}$ можно считать постоянной величиной ($20,9 \pm 0,6$ л/г · см для сосновой и $24,5 \pm 0,4$ л/г · см для лиственничной целлюлозы; приводится среднеквадратичная ошибка). Для левых участков кривых, отвечающих низкому содержанию лигнина в образцах, кривизна зависимости $\varepsilon_{\text{уд.лигни}}$ от $S_{\text{лигни}}$ столь велика, что мы считаем невозможным использовать СФМ метод для этой области.

Фактически использование СФМ метода ограничено еще более узкой областью. Это следует из анализа кривых зависимости между

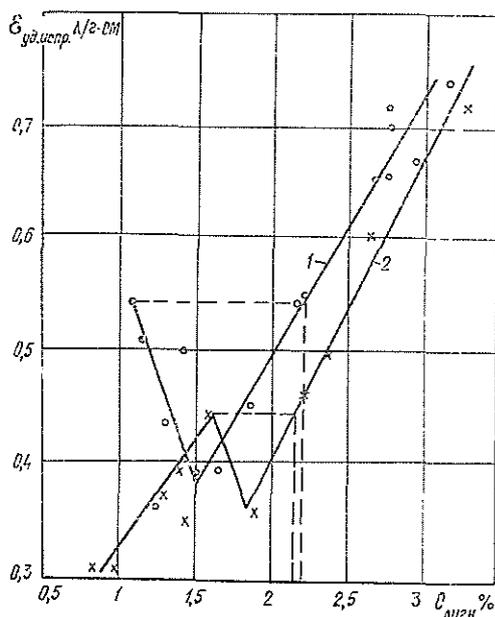


Рис. 2.

1 — лиственничная целлюлоза; 2 — сосновая целлюлоза. (Слева от вертикальных пунктирных линий лежат области, в которых СФМ анализ невозможен).

удельным коэффициентом поглощения $\epsilon_{уд.испр}$ ($\epsilon_{уд.испр} = \epsilon_{уд} - 0,019$) и содержанием лигнина C для целлюлоз, обработанных окислителями (рис. 2).

Как видно из рис. 2, в правой части кривых (после точки локального минимума) наблюдается падение $\epsilon_{уд.испр}$ с уменьшением $C_{лигн}$ (прямая пропорциональность). В левой части кривых до точки локального минимума есть участки, на которых $\epsilon_{уд.испр}$ повышается с уменьшением $C_{лигн}$ за счет резкого возрастания $\epsilon_{уд.лигн}$. В результате одному и тому же значению $\epsilon_{уд.испр}$ отвечают два значения $C_{лигн}$, и анализ для этой области невозможен. Области однозначных результатов определения содержания лигнина, лежащие на рис. 2 справа и сверху от пунктирных линий, удовлетворяют условию $C_{лигн} > 2,2 \%$.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование спектрофотометрического метода определения лигнина по его собственному поглощению для контроля процесса отбеливания имеет лишь ограниченное применение на начальной стадии процесса (хлорирование).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иванов М. А., Гигкова Т. А., Щербачев Л. Д. Лигнин в белевой целлюлозе. — Тр. ВНИИБ, 1969, т. 55, с. 155—160. [2]. Практические работы по химии древесины и целлюлозы/ А. В. Оболенская, В. П. Шеголев и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 411 с. [3]. Kaszynska I. Oznaczenie malych ilosci ligniny w masach celulozowych metoda spektrofotometryczna. — Prz. pap., 1973, t. 29, N 7, s. 234—239. [4]. Sjoström E., Enström B. Spectrophotometric determination of the residual lignin in pulp after dissolution in cadoxen. — Svensk papperstidn., 1966, vol. 69, N 15, p. 469—476.

Поступила 24 ноября 1980 г.

УДК 547.724.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФУРФУРОЛА В ВОДНЫХ СРЕДАХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ И ГИДРОЛИЗНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Б. Д. БОГОМОЛОВ, О. Ф. ГОРБУНОВА, Н. И. КРЫЛОВА

Архангельский лесотехнический институт

В сточных водах гидролизных и целлюлозных заводов содержатся фурфурол (Ф), оксиметилфурфурол (ОМФ), ацетон, формальдегид, а также фенольные и ароматические вещества [10, 13], которые служат источником загрязнения водоемов. ПДК для фурфурола в водоемах — 1 мг/л [5].

Для количественного анализа сточных вод на содержание Ф и ОМФ приняты фотоколориметрический и спектрофотометрический методы, основанные на определении продуктов конденсации фурфурола с анилином, а ОМФ — с солянокислым бензидином [9]. Однако при определении Ф и ОМФ в сильно разбавленных растворах чувствительность этих методов недостаточна; кроме того, эти методы требуют специальной подготовки реактивов и разбавления пробы органическим растворителем. Более простыми являются методы прямого спектрофотометрирования [8] и полярографического определения Ф и ОМФ [1].

Прямое спектрофотометрирование основано на присутствии хромофора в молекулах Ф и ОМФ (С=О группа в сопряжении с фурановым кольцом). Ф и ОМФ образуют максимумы поглощения в УФ области, равные 276,5 и 281 нм соответственно. При совместном присутствии Ф и ОМФ их поглощения перекрываются и количественно суммируются [6]. Этот метод используют для регистрации суммарного содержания Ф и ОМФ [3]. Для отделения Ф и ОМФ чаще всего используют отгонку с паром. В процессе отгонки из растворов низких концентраций в первый период может теряться до 20 % фурфурола; для его улавливания используют специальные приемы [6, 16]. ОМФ остается в кубовом остатке [14, 16]. Влияние мешающих веществ при определении Ф и ОМФ методом прямого спектрофотометрирования можно устранить, если из оптической плотности при длине волны 276,5—280 нм вычесть значение плотности при 320 нм [15].

Полярографические методы описаны, в основном, для определения фурфурола в сточных водах при производстве полимеров (чувствительность метода 0,001 мг/мл) [11], лесохимических продуктов [4], продуктов гидролизного производства (для концентраций 0,2—2,4 %) [12] и для анализа слабых водных растворов фурфурола (до 0,5 мг/мл) [2, 7].

При анализе фурфуролсодержащих вод один из самых существенных недостатков — продолжительность опыта, так как концентрация фурфурола (и ОМФ) в процессе хранения водных растворов заметно изменяется. Как показали опыты, при хранении водных растворов в течение 3—5 дней содержание Ф может снижаться на 30—40 %.

Для исследования сточных вод, содержащих фурфурол, мы применили прямой спектрофотометрический и полярографический методы. Из спектров Ф и ОМФ и их смеси, представленных на рис. 1, видно, что при совместном присутствии Ф и ОМФ их поглощения суммируются. Для разделения Ф и ОМФ применяли отгонку с паром. В работе [8]

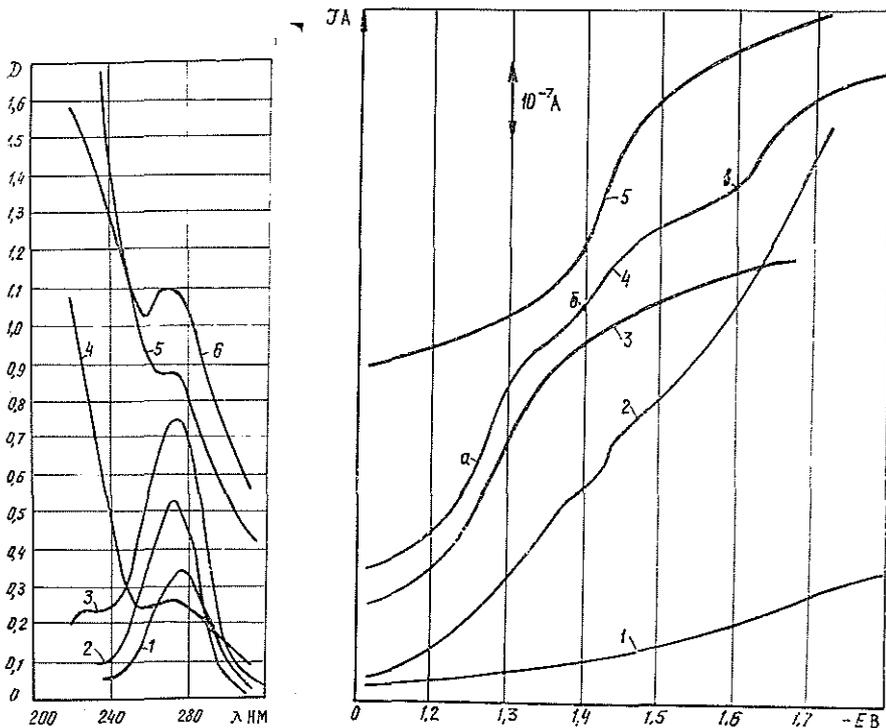


Рис. 1. Спектры поглощения.

1 — ОМФ; 2 — фурфурол; 3 — смесь Ф и ОМФ; 4 — конденсат, полученный при отгонке с паром сточной воды; 5 — остаточная вода после отгонки с паром; 6 — исходная сточная вода.

Рис. 2. Полярограммы водных растворов на разных фонах.

1 — чистый фон; 2 — сточная вода с гидролизного завода; 3 — оксиметилфурфурол; 4 — оксиметилфурфурол (а), фурфурол (б), формальдегид (в); 5 — фурфурол.

показано, что при отгонке с паром в объеме взятой пробы фурфурол переходит в конденсат на 95—97 %. В наших определениях, однако, при такой отгонке сильно разбавленных сточных вод в конденсат переходило только 50—60 % фурфурола. В конденсате, полученном в двойном объеме от взятой пробы исследуемой сточной воды, содержание фурфурола составляло 96 % от исходного. Спектры исходной сточной воды, конденсата и кубового остатка также показаны на рис. 1. На всех кривых имеется максимум поглощения при 270—280 нм. Концентрацию Ф и ОМФ находили, измеряя оптическую плотность при 276,5—280 и 320 нм, по $\Delta D = D_{276,5} - D_{320}$ калибровочной кривой. Мы считали, что при спектрофотометрировании исходной воды значение ΔD соответствовало суммарной концентрации Ф и ОМФ, конденсата — фурфуролу, кубового остатка — ОМФ.

Учитывая, что в процессе разгонки фурфурол в значительной степени может теряться, иногда его удобнее вычислять по разности определений в исходной воде и кубовом остатке (см. табл. 1). Нижний предел обнаружения фурфурола на приборе СФ-16 составил 0,0001 мг/мл.

Полярографический анализ проведен с использованием ртутного катода (характеристика капилляра: время жизни капли 1,65 с, масса капли 4,7 мг) и донной ртути в качестве электрода сравнения. Фоном служил 0,1 М раствор хлористого лития, из которого кислород тща-

Таблица 1

Данные определения фурфурола спектрофотометрическим методом

Сточная вода	Найденное содержание, мг/л				
	всего Ф и ОМФ в исходном растворе (а)	Ф		ОМФ	
		в отго-не (б)	по раз-ности (а-в)	в кубо-вом остатке (в)	по раз-ности (а-б)
Поступающая на биоло-гическую очистку (8/X.80 г.)	9,75	1,04	...	...	...
	10,00	1,26	...	...	...
	9,50	0,98	...	8,00	...
	10,00	1,16	...	8,50	...
	9,25	...	...	8,00	...
Средний результат	9,70	1,11	1,53	8,17	8,59
С реки (13/VII. 80 г.)	1,60	0,37	...	1,2	...
	1,60	0,38	...	1,3	...
	1,65	0,28	...	1,4	...
	1,80	0,35	...	1,5	...
Средний результат	1,66	0,35	0,31	1,35	1,31

Примечание. В таблице приведены результаты параллельных определений.

тельно удален продувкой инертного газа. Для улучшения формы полярографической волны в качестве поверхностно-активного вещества добавляли 0,2 % -ный раствор натронного лигнина в 0,5 М гидроокиси лития (примерно 0,1 мл к объему раствора в ячейке 10 мл). Для анализа в основном использовали полярограф типа ОН-102. Полярограммы водных растворов Ф и ОМФ представлены на рис. 2.

Потенциалы полуволи $E_{1/2}$ для ОМФ равняются от $-1,2$ до $-1,24$ В, а для Ф — от $-1,36$ до $-1,42$ В. При совместном присутствии волна ОМФ с небольшим перегибом переходит в волну Ф, давая общую суммарную волну с $E_{1/2} = -1,36$ В. На чистом фоне LiCl — LiOH волны Ф и ОМФ довольно хорошо разделяются.

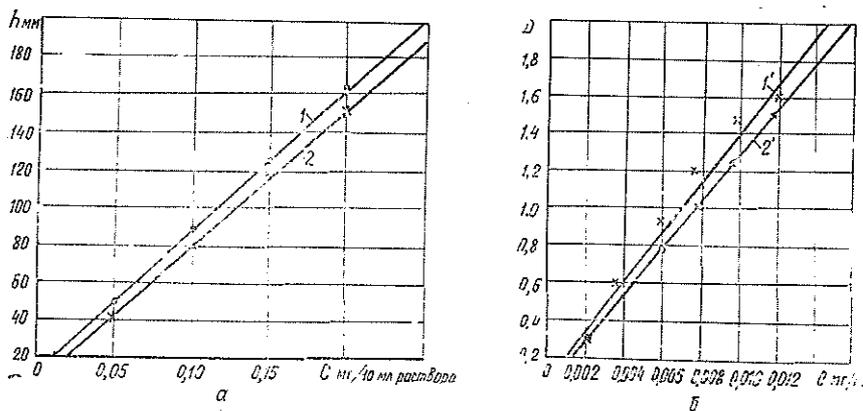


Рис. 3. Калибровочные линии Ф и ОМФ.

а — зависимость концентрации C от высоты волны h ; б — зависимость концентрации C от оптической плотности D ; 1 и 1' — для Ф; 2 и 2' — для ОМФ.

Калибровочные линии для Ф и ОМФ проходят очень близко как при спектрофотометрировании, так и при полярографических определениях (рис. 3). Присутствие формальдегида и ацетона не влияло на

волну фурфурола, так как полярографические волны формальдегида возникали при $E_{1,2} =$ от $-1,61$ до $-1,65$ В, т. е. после достижения предельного тока фурфурола, а ацетон в указанных пределах потенциалов не давал волны.

Оценка относительной квадратичной погрешности показала, что при анализе водных растворов фурфурола методом постоянноточковой полярографии ошибка с надежностью 0,95 для низких концентраций составила $\pm 9,5\%$, для более высоких — не более $\pm 3,5\%$ (табл. 2). Нижний предел обнаружения фурфурола 0,0005—0,001 мг/мл.

Таблица 2

Данные обработки результатов при определении фурфурола полярографическим методом

Концентрация исходного раствора, мг/л	Количество исходного раствора, взятого на анализ, мл	Содержание фурфурола, определенное экспериментально,		Результаты статистической обработки				
		в ячейке, мг на 10 мл раствора	в исходном растворе, мг/л	Средний результат, мг/л	Стандартное отклонение отдельного результата, мг/л	Стандартное отклонение среднего результата, мг/л	Точность определения среднего результата, мг/л	Относительная погрешность среднего результата, %
2,32	8,0	0,019	2,38	2,09	0,21	0,09	0,22	$\pm 9,42$
		0,015	1,88					
		0,015	1,88					
		0,019	2,37					
		0,015	1,88					
		0,017	2,12					
34,80	3,0	0,104	34,70	34,56	0,81	0,31	0,76	$\pm 2,18$
		0,102	34,20					
		0,104	34,70					
		0,106	35,30					
		0,099	33,00					
		0,103	34,50					
58,00	3,0	0,171	57,00	56,20	2,13	0,18	1,97	$\pm 3,4$
		0,165	55,00					
		0,164	54,70					
		0,171	57,00					
		0,178	59,00					
		0,169	56,40					
		0,162	54,00					

Примечание. В таблице приведены результаты параллельных определений.

Результаты определения Ф и ОМФ в сточной воде, поступающей на очистку с гидролизного завода, методами полярографии и спектрофотометрии приведены в табл. 3.

Таблица 3

Метод анализа	Содержание, мг/л		
	Ф и ОМФ в исходной воде	Ф в конденсате	ОМФ в остатке
Спектрофотометрический	90,0	7,5	82,5
Полярографический	81,3	7,3	74,4

При соответствующей корректировке оптической плотности (учитывая значение при 320 нм) в данных полярографического и спектрофотометрического методов при концентрации Ф и ОМФ 8,0—80,0 мг/мл расхождения не превышали 10 %, т. е. находились в пределах ошибки измерения самих методов.

Для определения более низких концентраций Ф и ОМФ кроме постоянного тока полярографа типа ОН-102 использовали универсальный полярограф типа ПУ-1. Переменноточковые осциллополярограммы Ф и ОМФ в однокпельном режиме с задержкой 5,5 с представлены на рис. 4.

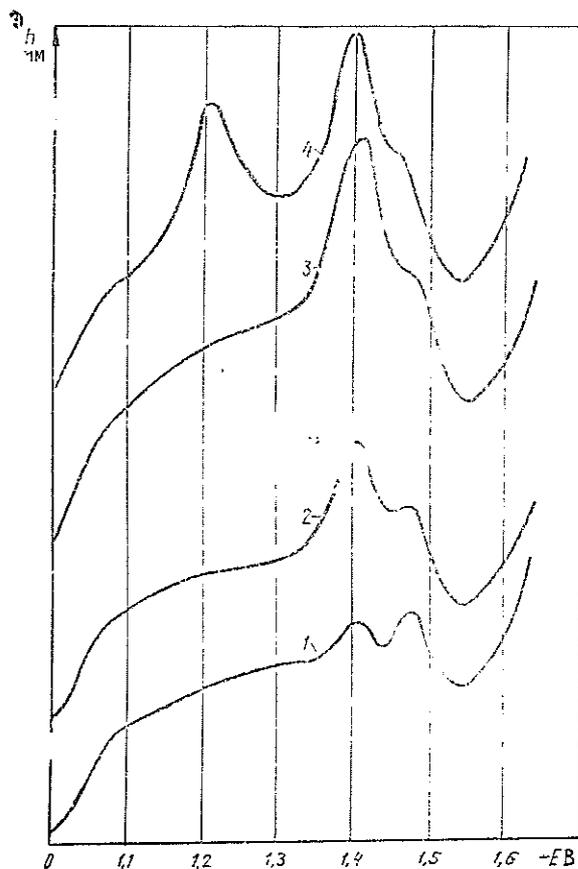


Рис. 4. Осциллополярограммы Ф и ОМФ и сточных вод, содержащих Ф и ОМФ.

1 — исходная сточная вода, содержащая фурфурол и разбавленная фоновым 1:1; 2 — к исходной сточной воде добавлено 0,0046 мг фурфурола (или 0,00023 мг/мл); 3 — к исходной сточной воде добавлено 0,0092 мг фурфурола (или 0,00046 мг/мл); 4 — волны ОМФ и Ф.

Из осциллополярограммы видно, что Ф дает пик при потенциале от $-1,35$ до $-1,45$ В, а ОМФ — при $-1,15$ до $-1,25$ В. Нижний предел обнаружения фурфурола в этом случае составил $0,00005$ — $0,0001$ мг/мл, т. е. его можно сравнить с данными спектрофотометрического метода. При использовании метода переменноточковой полярографии необходима тщательная очистка ртути, воды и реактивов. При количественных

определениях следует пользоваться методом добавок и стандартных растворов.

Из сравнения двух методов следует, что прямой спектрофотометрический метод обладает большей чувствительностью по сравнению с полярографическим, однако он недостаточно селективен и требует специальной поправки. Полярографический метод пригоден для количественного определения фурфурола в сточных водах гидролизного и целлюлозного заводов. Минимально определяемая концентрация фурфурола методом постоянного тока полярографии составляет 0,0005 мг/мл. Погрешность среднего результата не превышает 10,0 %.

Методика работы

Для отгонки с паром использовали круглодонную колбу вместимостью 100 мл, в которую помещали 50 мл анализируемой воды с рН 7—8. Все соединения и подвод пара осуществляли с помощью переходников со шлифами. Пар подавали в раствор после доведения раствора до кипения. Конденсат собирали в мерный цилиндр. После отбора 100 мл конденсата остаток от перегонки охлаждали, фильтровали и дистиллированной водой доводили до первоначального объема.

Для спектрофотометрических измерений использовали спектрофотометр типа СФ-16 в кювете толщиной 1 см. Калибровочную линию строили, исходя из концентрации фурфурола от 0,0005—0,0001 до 0,01 мг/мл. При этом оптическая плотность изменялась от 0—0,0075 до 1,25. Использовали только свежеперегранный с водяным паром фурфурол, высушенный сульфатом натрия. При анализе сточной воды исследуемые растворы в случае необходимости разбавляли до концентрации, не превышающей 3,0 мг/л. Все фурфуrolсодержащие водные растворы, особенно исходные сточные воды перед спектрофотометрированием фильтровали.

Полярографические исследования проводили на полярографе ОН-102 с ртутным капаящим катодом и донной ртутью в ячейке вместимостью 25 мл. В качестве фона использовали 0,1 М раствор хлористого лития, который составляли в ячейке следующим образом. К 2 мл 0,5 М раствора хлористого лития добавляли две капли 0,2 %-ного раствора лигнина в 0,5 М растворе гидроокиси лития и 7,5—8,0 мл дистиллированной воды; добавка последней необходима, когда концентрация фурфурола в исследуемой воде достаточно высокая. Количество добавляемой воды изменяли в зависимости от количества взятой на анализ пробы (0,5—8,0 мл). Раствор в ячейке продували инертным газом (аргоном или гелием) в течение 5—10 мин.

Полярограмму записывали при изменении потенциала от $-1,1$ до $-1,7$ В. Высоты волны измеряли по методу касательных, и концентрацию фурфурола находили по калибровочному графику. При получении высоты волны, недостаточной для точного измерения, к исследуемому раствору в полярографической ячейке добавляли известное количество свежеприготовленного стандартного раствора фурфурола (0,01—0,03 мг) в объеме не более 0,5 мл, и после продувки инертным газом записывали полярограмму. По разности концентраций, соответствующих суммарной волне и концентрации добавленного стандартного раствора, находили концентрацию фурфурола в исследуемом растворе.

Для приготовления стандартных растворов использовали фурфурол, хранящийся после отгонки с паром не более 24 ч. При работе на полярографе ПУ-1 для записи осциллополюграмм использовали систему из трех электродов, режим однокапельный при начальном $V = -1,0$ В с амплитудой развертки 1 В, скорость развертки 100 мВ/с, время жизни капли 20 с, задержка 5,5 с, диапазон тока 1×1 , амплитуда переменного тока 30 мВ, направление поляризации — катодное.

В ячейку помещали 20 мл исследуемого раствора; как и при постоянноточковой полярографии растворы продували гелием. Количество исследуемого раствора изменяли от 1 до 15 мл. К 5 мл фона (1 мл LiCl + 2 капли 0,5 М LiOH) прибавляли исследуемую воду в таком количестве, чтобы содержание фурфурола в ячейке было не менее 0,001 мг; до объема 20 мл доводили дистиллированной водой.

Таким образом, для количественного определения фурфурола в водных средах целлюлозных и гидролизных предприятий пригоден как спектрофотометрический, так и полярографический методы.

При анализе сточной воды спектрофотометрическим методом для определения фурфурола необходимо учитывать поправку на плотность при 320 нм. Полярографический анализ позволяет получить качественную и количественную характеристики сточной воды. Метод добавок

при исследовании загрязненной воды дает более точные результаты по сравнению с методом калибровочных линий. Увеличение чувствительности и скорости анализа при полярографировании возможно за счет использования переменноточкового и осциллографического режимов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Безуглый В. Д. Полярография в химии и технологии полимеров. — Л.: Химия, 1968. — 231 с. [2]. Бодю В. И., Фельдман Я. С. Пульсполярографический метод определения фурфурола в сточных водах. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1963, № 7, с. 11—12. [3]. Брюс В. В., Костенко В. Г. Фотометрический способ непрерывной регистрации содержания фурфурола и оксиметилфурфурола в разбавленных водных средах. — В кн.: Интенсификация технологии гидролизного производства: Сб. тр. ВНИИГидролиз, 1979, с. 26—33. [4]. Водзьянский Ю. С., Бочаев А. И. Полярографический анализ содержания фурфурола в лесохимических продуктах. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1960, № 8, с. 7—9. [5]. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. — Л.: Химия, 1976. — 127 с. [6]. Деминховская С. З. Спектрофотометрический метод определения фурфурола и метилфурфурола. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1961, № 7, с. 20—21. [7]. Зайцева З. П., Прохорова К. Е., Салихджанова Р. Ф. Полярография переменного тока формальдегида и фурфурола. — ЖАХ, 1978, т. 33, вып. 9, с. 18—23. [8]. Количественное определение фурфурола в сточных водах гидролизно-дрожжевого производства/ В. П. Костенко, В. А. Румянцова, Л. П. Выродова, Н. П. Дегтярева. — Сб. тр. ВНИИГидролиз, 1976, вып. 26, с. 92—96. [9]. Лурье Ю. Ю., Рыбникова А. И. Химический анализ производственных сточных вод. — М.: Химия, 1974. — 336 с. [10]. Непенин Н. Н. Производство сульфитной целлюлозы. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 624 с. [11]. Разработка методов анализа органических веществ сточных вод производственных помещений с применением переменноточковой полярографии/ А. С. Козюра, Т. Л. Шкорбашова, Л. Д. Сириш и др. — В кн.: Исследования в области водных проблем. 1969—1970 гг. М., с. 149—151. [12]. Степень Р. А., Холькин Ю. И., Почанская Н. П. Полярографическое определение фурфурола в продуктах гидролизного производства. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1963, № 5, с. 21—22. [13]. Технология гидролизных производств/ В. И. Шарков, С. А. Сапотницкий, О. А. Дмитриева, И. Г. Туманова. М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 408 с. [14]. Токарев Б. И., Шарков В. И. Определение оксиметилфурфурола в древесных гидролизатах. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1962, № 6, с. 16—19. [15]. Физико-химические методы определения оксиметилфурфурола в гидролизных средах/ В. Г. Костенко, Л. П. Выродова, Н. П. Дегтярева, В. Н. Аджигитова. — Гидролизн. пр-во, 1977, № 2, с. 11—12. [16]. Шарков В. И., Болотова А. К., Бойко Т. А. Методы исследования сточных вод гидролизно-дрожжевых заводов. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1969, № 8, с. 15—17.

Поступила 2 февраля 1983 г.

УДК 630*812 : 674.032.15

ИЗМЕНЕНИЕ СМОЛИСТОСТИ ОПИЛОК КЕДРА КОРЕЙСКОГО ПРИ ХОЛОДНО-ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

М. А. БУБЕНЧИКОВ

Кировский политехнический институт

Древесину кедра корейского широко применяют в различных отраслях деревообработки, целлюлозно-бумажной промышленности и в гидролизном производстве. На фанерных, деревообрабатывающих предприятиях при механической обработке образуется большое количество древесных отходов мелких фракций, получивших название «мягкие отходы». К ним относятся опилки, стружка, а также частицы шпона. Общая характерная черта этого древесного сырья — его неоднородность по размерам частиц [1]. На лесопильных предприятиях опилки составляют 11—12 %, в деревообрабатывающих цехах содержание стружки и опилок доходит до 30—40 % [5], в фанерном производстве количество

опилок и шпона-рванины доходит до 23 % [2] от объема поступающего сырья.

С целью изучения возможности использования мягких отходов древесины кедрa корейского для получения различной продукции химической обработки мы исследовали изменение смолистости опилок кедрa корейского при обработке их холодной щелочью.

По сравнению с другими хвойными древесными породами Дальнего Востока древесина кедрa корейского содержит повышенное количество смолистых веществ (эфирорастворимых или «сырого» жира). По данным ряда ученых [3—5], содержание смолистых в древесине кедрa корейского колеблется от 2,32 до 6,92 %.

Смолы усложняют технологические процессы, поэтому нами поставлена задача определить оптимальные условия удаления смолистых веществ при холодно-щелочной обработке.

В процессе выполненных исследований мы определяли влияние размеров частиц, концентрации щелочи, продолжительности обработки щелочью и гидромодуля пропитки на содержание смолистых веществ; выход твердого остатка и зольность его; выход органического вещества в твердом остатке. Результаты обрабатывали методами математической статистики. Все опыты выполняли в шести повторностях.

В первой серии опытов изучали влияние размеров частиц древесины на содержание смолистых веществ. С этой целью брали опилки трех фракций: первая — с размерами частиц до 1,0 мм; вторая фракция — от 1,1 до 3,0 мм; третья — от 3,1 до 5,0 мм. Исследовали содержание смолистых в натуральной древесине и в твердом остатке опилок, получаемых при следующих постоянных условиях обработки 4 %-ной хлорной щелочью: температура раствора щелочи от 18 до 20 °С, давление атмосферное, гидромодуль пропитки 1,75, продолжительность обработки 24 ч, последующая промывка водой до pH 7 ... 8. Опилки, полученные после обработки щелочью и последующей промывки водой до pH 7 ... 8, мы назвали твердым остатком; в нем исследовали содержание смолистых (эфирорастворимых) веществ.

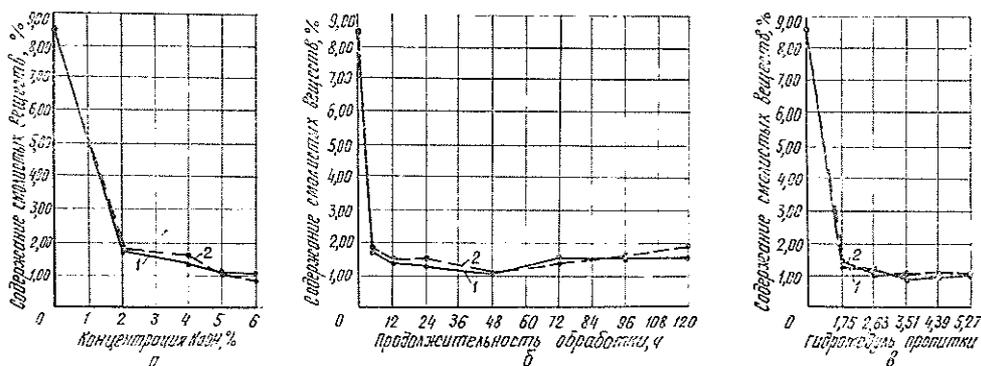
Во второй серии изучали влияние концентрации щелочи. Опилки обрабатывали растворами щелочи концентрацией 2, 4, 5 и 6 % (растворы готовили по объемному методу) в течение 24 ч. Условия обработки те же, что и для первой серии опытов.

В следующей серии исследовали влияние продолжительности щелочной обработки. Опилки обрабатывали 4 %-ным раствором щелочи в течение 6, 12, 24, 48, 72, 96 и 120 ч при гидромодуле 1,75 и прочих одинаковых условиях.

В последней серии изучали влияние гидромодуля пропитки при постоянной концентрации щелочи 4 % и продолжительности обработки 24 ч. Гидромодуль пропитки 1,75; 2,63; 3,51; 4,38; 5,26.

Анализ полученных данных позволяет считать, что в процессе холодно-щелочной обработки при принятых условиях происходят значительные разрушения смолистых веществ: для частиц размерами до 1 мм содержание смолистых уменьшается более чем в 7,3 раза, для размеров частиц от 1,1 до 3,0 мм — более чем в 6,5 раза, а для размеров от 3,1 до 5,0 мм — более чем в 5,5 раза от первоначального содержания в натуральной древесине. Следовательно, с увеличением размеров частиц смолистые вещества подвергаются меньшему разрушению, что можно объяснить менее активным взаимодействием раствора щелочи со смолистыми за счет снижения общей площади взаимодействия щелочи с частицами древесины при увеличении их размеров.

Характер влияния концентрации щелочи на содержание смолистых веществ представлен на рис. а. Увеличение концентрации щелочи значительно ускоряет процесс разрушения смолистых, и их количество уменьшается; образующиеся натриевые соли смоляных и жирowych кислот вымываются в процессе последующей промывки опилок водой. Повышение концентрации щелочи от 2 до 6 % приводит к увеличению интенсивности разрушения и уменьшению количества смолистых веществ (в 1,7—2,3 раза) в зависимости от размеров частиц. Одновре-



Влияние условий холодно-щелочной обработки на содержание смолистых веществ в древесине кедр корейского.

а — влияние концентрации щелочи NaOH; б — продолжительности обработки щелочью; в — гидромодуля пропитки; 1 — для частиц размером от 1,1 до 3,0 мм; 2 — от 3,1 до 5,0 мм.

менно в 4—5 раз возрастает зольность твердого остатка по сравнению с зольностью натуральной древесины, что можно объяснить как частичной адсорбцией на поверхности частиц, так и образованием в более глубоких участках частиц минеральных солей, не подвергаемых вымыванию при последующей промывке водой. Увеличение концентрации щелочи более 4 % не приводит к заметным изменениям в содержании смолистых веществ. Степень изменения смолистых практически мало отличается при возрастании размеров частиц от 1,1 до 5,0 мм.

Изменение содержания смолистых веществ в зависимости от продолжительности обработки щелочью показано на рис. б: процесс разрушения смолистых наиболее интенсивно идет в начальный период обработки, и за 24 ч их содержание уменьшается более чем в 5—6 раз по сравнению с исходной древесиной. В последующие 24 ч содержание смолистых уменьшается примерно в 1,7—1,8 раза. Увеличение размеров частиц с 1,1 до 5,0 мм практически не влияет на характер изменения смолистости, но степень взаимодействия щелочи с древесиной при этом несколько ослабевает, как и в предыдущих опытах. Повышенные продолжительности обработки с 24 до 48 ч оказывает такое же воздействие, как и увеличение концентрации щелочи в 1,5 раза (с 4 до 6 %).

На рис. в представлен характер изменения смолистости в зависимости от гидромодуля пропитки. С увеличением гидромодуля смолистые вещества существенно разрушаются и содержание их в твердом остатке уменьшается. Это можно объяснить тем, что при увеличении гидромодуля пропитки улучшаются условия взаимодействия частиц древесины с раствором щелочи, частицы быстрее пропитываются раствором, и последний активнее взаимодействует со смолистыми веществами. При увеличении гидромодуля пропитки в 2 раза (с 1,75 до 3,51) содержание смолистых уменьшается наиболее заметно; дальнейшее возрастание гидромодуля пропитки оказывает менее заметное воздействие на содержание смолистых веществ.

Таким образом, увеличение концентрации щелочи, продолжительности обработки и гидромодуля приводит к снижению содержания смолистых веществ; наиболее оптимальные условия обработки: концентрация холодной щелочи 4 %, продолжительность обработки при атмо-

ферном давлении 48—72 ч, гидромодуль пропитки 3,51. Полученные результаты можно использовать при разработке технологических режимов обработки отходов с целью получения ряда химических полуфабрикатов, в том числе кормовых продуктов углеводистого типа для животных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бубенчиков М. А. Набухание древесины кедр корейского при холодно-щелочной обработке. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 86—89.
[2]. Гушина А. З. Экономическая эффективность промышленного использования древесных отходов и низкокачественной древесины. — М.: ВНИИЭИлеспром, 1970. — 54 с. [3]. Зороастрова Е. А. Исследование химического состава древесных пород ДВК. — Вестн. ДВФ АН СССР, 1939, вып. 33. [4]. Козлов В. Н., Морозова О. В. О химическом составе древесины некоторых пород, произрастающих на Дальнем Востоке. — ЖПХ, 1956, т. 29, вып. 12. [5]. Шарков В. И., Собецкий С. В. Химический состав древесины некоторых древесных пород СССР. — Лесохим. пром-сть, 1940, № 8. [6]. Яспинский В. С. Использование отходов древесины на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях. — Л.: ЛТА, 1968. — 27 с.

Поступила 20 сентября 1982 г.

УДК 676.031.1/3 : 676.16.022

РАСХОД ОСНОВАНИЯ НА ВАРКУ СУЛЬФИТНОЙ ВИСКОЗНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ

Н. П. СТАРОСТЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия

Расход основания по отношению к массе абсолютно сухой древесины — один из важнейших факторов сульфитной варки. Он определяет не только успешное проведение процесса варки, но и свойства получаемой целлюлозы.

По данным Кауфмана [2], минимальный расход связанного SO_2 на варку еловой древесины соответствует 30 кг на 1 т древесины (при начальной концентрации связанного SO_2 в варочной кислоте 0,75 % и гидромодуле, равном 4).

В промышленных варках вискозной целлюлозы с кислотой на кальциевом основании расходы связанного SO_2 , по данным Рюдхольма [2], составляли 38—46 кг на 1 т древесины (при содержании всего SO_2 в кислоте около 7 % и температурах варки 145—150 °С).

Для уточнения расхода связанного SO_2 на варку вискозной целлюлозы из древесины березы мы провели лабораторные варки с кислотой на натриевом основании, содержащей 7—8 % всего SO_2 . Расход связанного SO_2 изменяли за счет изменения или концентрации основания в кислоте при постоянном гидромодуле, или концентрации основания и гидромодуля.

Варки проводили по следующему температурному графику: подъем до 110 °С — 1,5 ч; стоянка при 110 °С — 2,0 ч; подъем до конечной температуры (в первой серии — 140 °С, во второй — 145 °С) — 3 ч; продолжительность стоянки при конечной температуре варьировали с целью получения целлюлоз одинаковой степени провара. Первую и вторую серии варок проводили в автоклавах емкостью соответственно 6 и 10 л. Результаты лабораторных варок приведены в табл. 1.

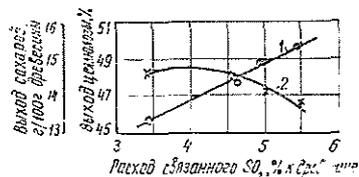
Таблица 1

Влияние расхода связанного SO_2 на показатели качества небеленой целлюлозы из древесины березы

Но- мер вар- ки	Состав ва- рочной ки- слоты, %		Гид- ромо- дуль	Расход связан- ного SO_2 , % к дре- весине	Тем- пера- тура, °C	Продол- житель- ность варки, ч-мин	Показатели целлюлозы			Содер- жание РВ в щело- ке, %
	Всего SO_2	Свя- зан- ного SO_2					Вы- ход, %	Степень прова- рива, перм. ед.	Вяз- кость, мПа·с	
1 серия										
1	8,1	1,20	5,0	6,52	140	1-00	47,0	32	191	—
2	8,1	0,84	5,0	4,54	140	0-45	46,6	34	184	—
3	8,1	0,58	5,0	3,14	140	0-20	44,1	56	33	—
2 серия										
4	7,0	0,80	3,8	3,04	145	0-15	—	—	—	—
5	6,5	0,80	4,3	3,45	145	1-00	45,8	64	53	3,40
6	7,9	0,96	4,7	4,56	145	1-15	47,5	55	59	3,09
7	8,0	0,96	5,0	4,80	145	2-00	48,9	42	43	2,81
8	8,0	0,96	5,6	5,41	145	2-00	49,6	59	52	2,45

Примечание. В опытах 1—3 вязкость в 1 %-ном медноаммиачном растворе; в опытах 4—8—в 0,7 %-ном растворе; в опыте 4 варка прервана после 15 мин стоянки при конечной температуре из-за потемнения, а затем и помутнения щелока.

Из данных таблицы следует, что в опытах с расходом связанного SO_2 4,54 и 6,52 % от массы абсолютно сухой древесины (температура варки 140 °C) получены мягкие целлюлозы (жесткость 32 и 34 перм. ед.), отличающиеся равномерным проваром, светлой окраской и высокой вязкостью (соответственно 184 и 191 мПа·с в 1 %-ном медноаммиачном растворе). При снижении расхода связанного SO_2 до 3,14 % от массы древесины не представилось возможным увеличить продолжительность варки сверх 20 мин из-за сильного потемнения щелока. В данном опыте целлюлоза имела более высокую жесткость (56 перм. ед.), значительно более низкие выход и вязкость.



Влияние расхода связанного SO_2 на выход целлюлозы (1) и выход сахаров (2) в щелоке.

Вторую серию варок, проведенных при температуре 145 °C и расходе связанного SO_2 3,04 % от массы древесины, не удалось довести до конца; по истечении 15 мин варки при конечной температуре щелок темнел, а затем мутнел вследствие высаживания лигнина. При расходе связанного SO_2 3,44 % варка протекала нормально, и в данном опыте получена светлая целлюлоза с выходом 45,8 %. С повышением расхода связанного SO_2 выход целлюлозы увеличивается, причем эта зависимость (см. рис.) имеет прямолинейный характер. При увеличении расхода связанного SO_2 сверх 4,5—5,0 % от массы древесины выход сахаров в щелоке (г/100 г древесины) заметно понижается.

Полученные данные согласуются с имеющимися в литературе сведениями о влиянии расхода CaO в кислоте по отношению к древесине на выход целлюлозы и сахаров в щелоке при варке еловой древесины [1].

Из приведенных результатов лабораторных варок березовой древесины с кислотой на натриевом основании следует, что для получения мягкой целлюлозы необходимо обеспечивать расход связанного SO_2 по отношению к массе абсолютно сухой древесины в пределах 3,5—4,0 %.

Это соответствует расходу основания (в пересчете на кальцинированную соду с содержанием Na_2CO_3 95 %) 117—130 кг/т воздушно-сухой целлюлозы.

В табл. 2 представлены условия и результаты варок вискозной целлюлозы из древесины березы, проведенных в производственных условиях сотрудниками Котласского ЦБК и кафедры целлюлозно-бумажного производства ЛТА.

Таблица 2

Номер варки	Состав регенерационной кислоты, %		Состав перепуска, %		Температура варки, °С	Продолжительность варки, ч-мин	Показатели целлюлозы		
	Всего SO_2	Na_2O	Всего SO_2	Na_2O			Степень провара, перм. ед.	Вязкость 0,7 %-ного раствора, мПа·с	Содержание испривара, %
1	7,68	1,74	4,67	0,89	148	1-00	37	23,9	1,5
2	7,75	1,40	3,96	0,64	148	0-30	43	21,8	1,2
3	7,37	1,46	4,67	0,89	150	0-50	35	22,9	1,4
4	7,17	1,37	4,00	0,67	150	1-00	38	17,3	1,3
5	7,04	1,54	4,03	1,02	152	1-10	35	20,0	1,2
6	7,01	1,40	3,04	—	152	1-00	30	26,0	1,3
7	6,72	1,14	3,20	0,51	150	1-00	32	28,6	1,2

В качестве сырья использовали щепу свежесрубленной древесины, приготовленную на имеющемся оборудовании по режимам, принятым на Котласском ЦБК для еловой древесины. Щепу загружали в котлы без уплотнения, туда же закачивали 160—170 м³ регенерационной кислоты и 40—50 м³ перепускной жидкости. Проведено 18 варок.

Как следует из приведенных в табл. 2 данных, полученные небеленые целлюлозы по показателям жесткости и вязкости соответствуют требованиям, предъявляемым по этим показателям к вискозной (небеленой) целлюлозе.

Если содержание Na_2O в регенерационной кислоте принять равным 1,4 % (по средним данным для 18 варок) и не учитывать Na_2O в перепуске (считая приход и расход Na_2O с перепуском равными), то в котел с кислотой (160 м³) поступит 2312 кг связанного SO_2 .

При объемной степени наполнения котла щепой 0,35 (загрузка без уплотнения) и условной плотности древесины березы 550 кг/м³ в котел загружали 61,6 т абсолютно сухой древесины. Тогда расход связанного SO_2 на варку должен составлять 3,75 % от массы абсолютно сухой древесины, что хорошо согласуется с результатами, полученными в лабораторных варках.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Непенни Н. Н. Технология целлюлозы. Т. 1. Производство сульфитной целлюлозы. — 2-е изд. под ред. д-ра техн. наук Ю. Н. Непенни. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 311 с. [2]. Цитир. по моног.: Rydholm S. A. Pulping Processes. — Interscience Publishers N.-J. — London — Sydney, 1965, p. 465, 467.

Поступила 13 января 1983 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.155 : 684

**ВЛИЯНИЕ
ПРОЦЕССА ОБНОВЛЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ПРОДУКЦИИ
НА РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ МЕБЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ***Б. С. ПЕТРОВ, ХАСАН АЛИ*

Ленинградская лесотехническая академия

Проблемы формирования, оптимизации и обновления ассортимента мебельного производства до настоящего времени не получили надлежащей разработки как в теоретическом, так и в практическом отношении. Один из вопросов теории ассортимента продукции и его формирования — вопрос о том, каким он должен быть в современных условиях. Ассортимент продукции по всем характеристикам (широта, состав, разнообразие, структура и др.) должен быть рациональным и оптимальным. Важное место в совершенствовании ассортимента продукции и его формировании занимает процесс обновления. Этот процесс характеризуется долей новых изделий в общем ассортименте продукции. Процесс обновления закономерен, связан с научно-техническим прогрессом, ростом потребностей населения, изменением моды на мебель и рядом других факторов.

Растущие темпы научно-технического прогресса требуют ускорения смены ассортимента продукции вследствие появления все более эффективных образцов, сокращения сроков внедрения новых изделий. Это привело к ряду экономических и организационно-технических проблем. Одна из них — недостаточное экономическое стимулирование предприятий в выпуске новых изделий.

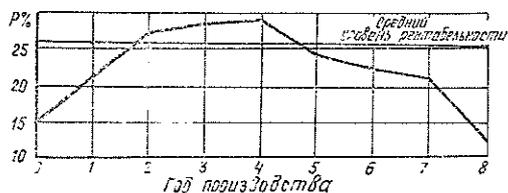
Период освоения новой продукции сопряжен с повышением себестоимости, стоимости основных фондов и оборотных средств и снижением на этой основе прибыли, рентабельности и фондоотдачи.

Заинтересованность предприятия в расширении и обновлении продукции находится в прямой зависимости от уровня рентабельности внедряемых изделий.

Практика показывает, что рентабельность изделия изменяется с момента его внедрения до снятия изделия с производства по кривой, показанной на рисунке.

Такой характер изменения рентабельности изделия складывается под влиянием ряда объективных факторов. Опыт показывает, например, что систематическое продолжение и увеличение из года в год выпуска одноименной продукции ведет к снижению затрат на изготовление единицы изделия. С течением времени совершенствуется технология производства, рабочие во все большей мере овладевают навыками по изготовлению и обработке деталей, улучшается использование материалов. В результате уменьшаются так называемые прямые расходы, образующие переменную часть затрат.

По мере обновления продукции, а в среднем оно происходит через каждые 5—6 лет, действие фактора расширения производства переходит на новые изделия, при этом объем производства старого, предшествующего изделия, как правило, все больше снижается до полного пре-



Изменение уровня рентабельности производства условного изделия за годы его производства.

кращения выпуска. В этот период значительная часть оборудования, приспособлений, инструмента, рабочей силы переориентируется на выпуск новой продукции. Все это ведет теперь в обратном порядке к увеличению затрат на единицу устаревшей продукции и к падению уровня ее рентабельности.

Одним показателем доли новых изделий в общем объеме производства продукции нельзя охарактеризовать процесс обновления продукции, поскольку новые изделия находятся на разных уровнях «зрелости»: какие-то изделия находятся в первом году производства, другие — во втором и т. д.). Мы предлагаем определить коэффициент среднего возраста товарной продукции по формуле

$$\bar{t} = \frac{Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 2 + \dots + Q_n \cdot n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n} = \frac{Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 2 + \dots + Q_n \cdot n}{TII} = 1y\delta_1 + 2y\delta_2 + \dots + ny\delta_n,$$

где Q_1, Q_2, \dots, Q_n — объем производства изделий первого, второго, n -го года производства;

$1, 2, \dots, n$ — год производства;

$y\delta_1, y\delta_2, \dots, y\delta_n$ — доля (удельный вес) n -го изделия n -го года производства в общем объеме товарной продукции.

Расчеты показывают, что предприятие имеет рентабельность выше среднего уровня, если средний возраст будет $2 < \bar{t} < 5$, коэффициент среднего возраста товарной продукции может служить регулятором ассортимента по возрастной структуре и объему производства.

Поступила 14 декабря 1982 г.

УДК 658.153.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ НА ФАНЕРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЪЕДИНЕНИЯ СОЮЗФАНСПИЧПРОМ

Т. В. ЮРКОВА

Московский лесотехнический институт

В современных условиях продолжающейся научно-технической революции, достижения которой в научной, технической и производственной сферах требуют постоянных значительных затрат всех видов ресурсов: трудовых, материальных и денежных, вопросы их эффективного использования имеют первостепенное значение. Особую актуальность

они приобретают в связи с известной ограниченностью ресурсов и необходимостью в этих сложных условиях решать широкий круг народно-хозяйственных задач.

В этой связи вопросы эффективного использования оборотных средств промышленными предприятиями выдвигаются на первый план и самым тесным образом соприкасаются с задачами целесообразного и экономного расходования ресурсов страны, в первую очередь, сырьевых, материальных и денежных.

Улучшение использования оборотных средств, совершенствование их нормирования и планирования предполагают введение в практику такого показателя оборачиваемости оборотных средств, который отражал бы реальный процесс их движения и давал бы возможность объективно оценивать скорость оборота.

В настоящее время показатели оборачиваемости оборотных средств рассчитывают по объему реализованной продукции. В экономической литературе неоднократно высказывались предложения рассчитывать эти показатели исходя из объемов товарной, валовой, отгруженной продукции или суммы затрат на производство. Расчет по реализованной продукции имеет неоспоримое преимущество, поскольку отражает конечный результат деятельности предприятия в части использования оборотных средств. Всякая задержка реализации продукции отвлекает оборотные средства из сферы производства в сферу обращения, что ведет к сокращению объема производства.

Если применение реализованной продукции при исчислении оборачиваемости оборотных средств принято в настоящее время единодушно, то весьма спорным остается вопрос методики расчета этого показателя. Реализованная продукция может быть выражена в оптовых ценах предприятия и по полной фактической себестоимости. Оба метода заслуживают серьезной критики. Прежде всего, возникает сомнение в правомерности расчета суммы реализованной продукции в оптовых ценах предприятия, т. е. без налога с оборота. Известно, что экономическая природа прибыли и налога с оборота одина — это две формы денежных накоплений государства и государственных предприятий. С этой точки зрения оценка объема реализации в оптовых ценах промышленности, т. е. с включением налога с оборота, представляется даже более правильной, однако вид цены не должен определять размера сумм оборотных средств, находящихся в обороте. В принципе неверно оценивать оборот оборотных средств по реализованной продукции исходя из оптовой цены, т. е. с учетом прибыли. Во-первых, прибыль принципиально отличается от оборотных средств по своей экономической сущности. Во-вторых, прибыль, расходуемая на пополнение оборотных средств предприятия, составляет не более 1—2 % общей суммы, оставляемой в его распоряжении. И, в-третьих, рентабельность отдельных видов продукции различна, и предприятия по независимым от них причинам имеют разную норму прибыли при реализации продукции.

Следовательно, включение прибыли в расчет показателей оборачиваемости оборотных средств искажает величину последних, в результате чего сами показатели не отражают реального процесса движения оборотных средств.

Оценка реализованной продукции по ее полной фактической себестоимости при расчете показателей оборачиваемости оборотных средств может привести к значительной ошибке, если не учесть различие между оборотами производственных фондов вообще и оборотного фонда в частности. Уточняя данное положение, следует отметить, что особенно оборачиваемости основных и оборотных фондов проявляются в раз-

личии периодов их оборота, т. е. с количественной стороны, а также в различии характера перенесения стоимости на вновь изготавливаемый продукт, т. е. и с качественной стороны. Поэтому построение показателя оборачиваемости оборотных средств предприятия, строго исходя из их экономической сущности, требует исключения амортизации основных фондов из всех компонентов формулы по расчету оборачиваемости.

Рассмотрим влияние амортизации основных фондов на показатель оборачиваемости оборотных средств. В состав нормируемых оборотных средств входят: а) производственные запасы сырья и основных материалов, вспомогательных материалов, топлива, тары, запасных частей для ремонта, малоценных и быстроизнашивающихся предметов; б) незавершенное производство; в) готовая продукция; г) прочие нормируемые оборотные средства (расходы будущих периодов, товары и др.). Поэтому среднегодовой остаток оборотных средств необходимо разделить на четыре группы: CO_1 — среднегодовой остаток производственных запасов; CO_2 — среднегодовой остаток незавершенного производства; CO_3 — среднегодовой остаток готовой продукции; CO_4 — среднегодовой остаток прочих нормируемых оборотных средств.

Далее необходимо определить долю амортизационных отчислений, содержащуюся в каждой группе; доля среднегодового остатка прочих нормируемых оборотных средств на фанерных предприятиях объединения Союзфанспичпром весьма незначительна (0,2—3,0 %), поэтому можно условно считать, что в их составе амортизация основных фондов отсутствует.

Источником информации для определения доли амортизационных отчислений могут служить бухгалтерские документы, в частности журнал-ордер № 10, в котором ведется учет всех затрат на производство. Необходимые сведения содержатся в журнале-ордере № 10 в разделах по дебету счетов: № 24 — расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, № 25 — цеховые расходы, № 26 — общезаводские расходы.

Сумму амортизационных отчислений, учитываемую на счете № 24, следует исключить из себестоимости среднегодового остатка незавер-

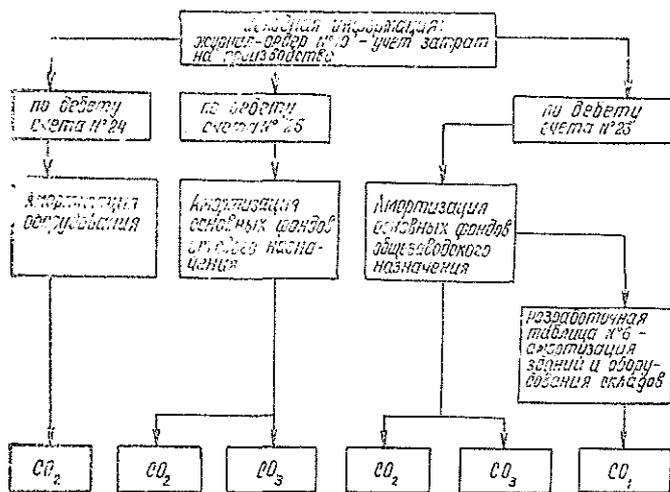


Схема исключения амортизации из среднегодовых остатков оборотных средств.

шенного производства. На счете № 25 учитываются амортизационные отчисления на основные фонды общецехового назначения (кроме оборудования и подъемно-транспортных средств), эту сумму следует вычесть из себестоимости среднегодовых остатков незавершенного производства и готовой продукции по доле последних в их общем среднегодовом остатке. Счет № 26 содержит сведения об амортизационных отчислениях на основные фонды общезаводского назначения. Часть этих средств необходимо исключить из стоимости среднегодового остатка производственных запасов, а именно, амортизацию зданий складских помещений, используемых для хранения названных запасов; остальную сумму амортизационных отчислений следует вычесть из себестоимости среднегодовых остатков незавершенного производства и готовой продукции, разделив их пропорционально доле данных остатков в общем объеме незавершенного производства и готовой продукции.

Порядок исключения амортизации основных фондов из стоимости среднегодовых остатков оборотных средств представлен в виде схемы на с. 107.

Исключив амортизацию основных фондов из всех компонентов формулы расчета длительности одного оборота оборотных средств, получаем новое выражение:

$$D_{C-A} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n CO_i (1 - K_{A_i}) + CO_{n+1} \right] \cdot 360}{PP_C \sum_{i=1}^n (1 - K_{A_i})},$$

где D_{C-A} — длительность одного полного оборота оборотных средств (без учета амортизации основных фондов во всех компонентах формулы), дни;

i — номер группы (1—3);

CO_i — себестоимость среднегодового остатка оборотных средств i -той группы, тыс. р.;

PP_C — полная фактическая себестоимость реализованной продукции, тыс. р.;

A_i — размер амортизации основных фондов в i -той группе оборотных средств, %;

K_{A_i} — коэффициент, отражающий размер амортизационных отчислений в i -той группе оборотных средств:

$$K_{A_i} = \frac{A_i}{100};$$

CO_{n+1} — группа прочих нормируемых оборотных средств, тыс. р.

Ниже приведены результаты сравнительных расчетов показателей оборачиваемости оборотных средств фанерных предприятий объединения Союзфанспичпром:

D_p — длительность одного оборота оборотных средств, рассчитанная исходя из реализованной продукции в оптовых ценах предприятия, т. е. по действующей методике;

D_C — длительность одного оборота оборотных средств, рассчитанная исходя из полной фактической себестоимости реализованной продукции;

D_{C-A} — длительность одного оборота оборотных средств, рассчитанная по предлагаемой методике, т. е. исходя из себестоимости реализованной продукции без учета амортизации основных фондов во всех компонентах формулы.

В табл. 1 приведены показатели оборачиваемости оборотных средств фанерных предприятий объединения Союзфанспичпром (по данным 1980 г.).

Таблица 1

Предприятие	Длительность одного оборота оборотных средств, дни			Относительное отклонение, %	
	D_P	D_C	D_{C-A}	$\frac{D_{C-A} - D_C}{D_C} \times$	$\frac{D_{C-A} - D_P}{D_P} \times$
				$\times 100$	$\times 100$
А	1	2	3	4	5
Череповецкий ФК	37,90	50,81	56,29	10,79	48,52
Лахденпохский »	51,63	58,36	61,33	5,09	18,79
Жешартский »	66,98	74,50	79,21	6,32	18,26
Мантуровский »	46,18	54,71	60,22	10,07	30,40
Костромской »	28,19	38,34	39,52	3,08	40,19
ФК «Красный якорь»	46,55	52,08	56,00	7,53	17,77
ФК «Власть труда»	48,28	52,34	55,59	6,21	15,14
Уфимский ФК	38,08	44,93	47,65	6,05	25,13
УфимскийДФК	63,19	66,38	72,98	9,94	15,49
Зеленодольское ПФО	42,75	45,62	48,62	6,58	13,73
Пермский ФК	27,34	37,24	40,31	8,24	47,44
Тавдинский »	36,57	42,02	45,48	8,23	24,36
Среднее	44,55	51,44	55,27	7,34	26,27

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при исключении амортизации основных фондов из всех компонентов формулы расчета оборачиваемости оборотных средств происходит непропорциональное изменение числителя и знаменателя. Знаменатель уменьшается в большей степени, чем числитель. В итоге показатель D_{C-A} , объективно отражающий процесс движения оборотных средств, показывает большую длительность одного полного оборота последних.

Относительное отклонение длительности одного полного оборота оборотных средств, рассчитанной исходя из себестоимости реализованной продукции без учета амортизации основных фондов, от длительности оборота, рассчитанной исходя из себестоимости реализованной продукции с учетом амортизации основных фондов, в среднем по предприятиям объединения Союзфанспичпром составило 7,34 % (см. графу 4 табл. 1). В настоящее время предприятия при определении оборачиваемости оборотных средств оценивают объем реализованной продукции в оптовых ценах предприятия. В графе 5 табл. 1 приведены результаты расчета относительного отклонения длительности оборота оборотных средств, рассчитанной по себестоимости реализованной продукции без учета амортизации основных фондов, от длительности оборота, рассчитанной по действующей методике. Это отклонение составило в среднем по предприятиям 26,27 %, что еще раз подтверждает ранее сделанный вывод об искажающем влиянии прибыли на действительную скорость оборота оборотных средств.

Искажение показателей оборачиваемости оборотных средств предприятий крайне отрицательно влияет на планирование последних, поскольку суммы высвобождения оборотных средств, учитываемые в процессе планирования, неоправданно завышаются. В результате предприятиям объединения устанавливаются экономически необоснованные нормативы оборотных средств, что приводит к хронически неустойчивому финансовому состоянию.

В табл. 2 приведены результаты расчетов сумм высвобождения (привлечения) оборотных средств на фанерных предприятиях объединения Союзфанспичпром, проведенных по действующей и предлагаемой методикам (по данным 1980 г.).

Таблица 2

Предприятие	Высвобождение (—); привлечение (+), тыс. р.		
	Расчет по действующей методике		Расчет по предлагаемой методике, отчет
	План	Отчет	
А	1	2	3
Череповецкий ФК	—43,46	—35,11	+1036,33
Лахденпохский »	+297,76	—30,34	+160,92
Жешартский »	—448,20	+1467,42	+2015,01
Мантуровский »	+30,07	+84,60	+553,24
Костромской »	—412,17	+1,58	+567,43
ФК «Красный якорь»	+122,74	+72,23	+390,17
ФК «Власть труда»	+128,54	—88,32	+24,85
Уфимский ФК	+127,16	—76,96	+453,72
Уфимский ДФК	+164,20	+326,51	+704,36
Зеленодольское ПФО	+248,07	+240,89	+525,72
Пермский ФК	+21,46	+154,92	+1265,13
Тавдинский »	+334,08	—310,28	+151,69
Итого	+570,85	+1806,14	+7787,50

Согласно расчетам, проведенным по действующей методике, в планах большинства предприятий предусматривалось дополнительное привлечение оборотных средств. По отчетным данным, некоторые предприятия добились высвобождения оборотных средств по сравнению с планом. Расчеты, проведенные по предлагаемой методике, показали, что практически на всех предприятиях объединения произошло привлечение оборотных средств, причем суммы привлечения значительно выше, чем при расчетах по действующей методике. Общая сумма дополнительного привлечения оборотных средств равна 7787,5 тыс. р., что составляет около 30 % всей суммы оборотных средств фанерных предприятий объединения.

Это подтверждает ранее сделанный вывод о недостаточной экономической обоснованности планируемых предприятиям нормативов собственных оборотных средств. К такому же выводу приводит анализ использования оборотных средств на рассматриваемых предприятиях. Практически все предприятия испытывают недостаток собственных оборотных средств и вынуждены привлекать в качестве источников их пополнения средства специальных фондов, а также значительные суммы кредиторской задолженности.

Таким образом, улучшение состояния оборотных средств на фанерных предприятиях объединения Союзфанспичпром требует совершенствования как показателей оборачиваемости оборотных средств, так и в целом методики планирования нормативов собственных оборотных средств.

Поступила 24 ноября 1982 г.

УДК 658.5 : 330.115

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В. А. ГОРБАЧЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Решению задачи более полного и рационального использования древесного сырья отвечает оптимальное сочетание различных производств. Оптимизация предусматривает выбор состава и размеров производств по переработке, дающих наивысший экономический эффект в данных условиях. Совершенствование планирования лесопользования требует установления динамического соответствия между стремлением к достижению максимальной экономической эффективности предприятия с комплексным использованием древесины и динамикой изменения состояния лесосырьевых ресурсов.

Для решения указанных проблем широко применяются различные методы экономико-математического моделирования. Ниже предлагается одно из возможных решений с применением модели, базирующейся на линейном и динамическом программировании. Моделирование проводили с применением ЭВМ для условий Подпорожского леспромхоза Ленинградской области.

Процесс моделирования разбивается на два этапа: на первом осуществляется генерация оптимальных структур перерабатывающих производств для различных уровней мощности; на втором моделируется динамика объемов лесозаготовок на перспективу до 80 лет.

Оптимизационная модель первого этапа построена на многокритериальном принципе. В качестве критериев выбраны следующие показатели:

отношение используемой биомассы $Q_{\text{н}}$ к ее нормативному запасу $Q_{\text{н}}^0$ ($M = Q_{\text{н}} / Q_{\text{н}}^0$);

сумма прибыли на единицу объема используемого сырья по каждому из перерабатывающих цехов, включенных в предприятие;

выход деловой древесины в круглом виде для реализации потребителям.

В целевой функции использована их сумма. Каждому из показателей поставлен в соответствие определенный вес. Веса учитывают сравнительную важность каждого из показателей. Математическое выражение целевой функции имеет следующий вид:

$$L = B_1 \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{н}}^0} + B_2 \sum_{j=1}^N \frac{P_j}{V_j} + B_3 \sum_{i=1}^K q_i,$$

где B_1, B_2, B_3 — веса при показателях;

$\frac{P_j}{V_j}$ — прибыль на 1 м³ сырья для j -того перерабатывающего производства ($j = \overline{1, N}$);

N — число перерабатывающих производств, которые могут быть включены в предприятие;

q_i — объемы деловой древесины i -того вида, предназначенной для реализации;

K — число различных видов сортиментов, определяемое планом реализации.

Экономико-математическая модель оптимизации структуры перерабатывающих производств сформулирована в виде задачи сепарабельного программирования, решаемой методами линейного программирования. Описание модели приведено нами ранее*.

На втором этапе моделирования методами динамического программирования определяли динамику изменения мощности и структуры лесозаготовительного предприятия на выделенной ему лесосырьевой базе на перспективу 80 лет. При этом максимизировали сумму расчетной прибыли за весь исследуемый период. Целевая функция второго этапа модели имеет следующий вид:

$$L = \max \sum_{i=1}^{80} \{P_i - F(\max X_i) - A(\max X_i)\}'$$

где P_i — сумма прибыли в i -том году;

$F(\max X_i)$ — плата за фонды, соответствующие максимальной мощности предприятия $\max X_i$, достигнутой в период от первого до i -того года исследуемого интервала времени;

$A(\max X_i)$ — амортизационные отчисления с основных фондов максимальной мощности.

Моделирование проводили для условий Подпорожского леспромхоза Ленинградской области.

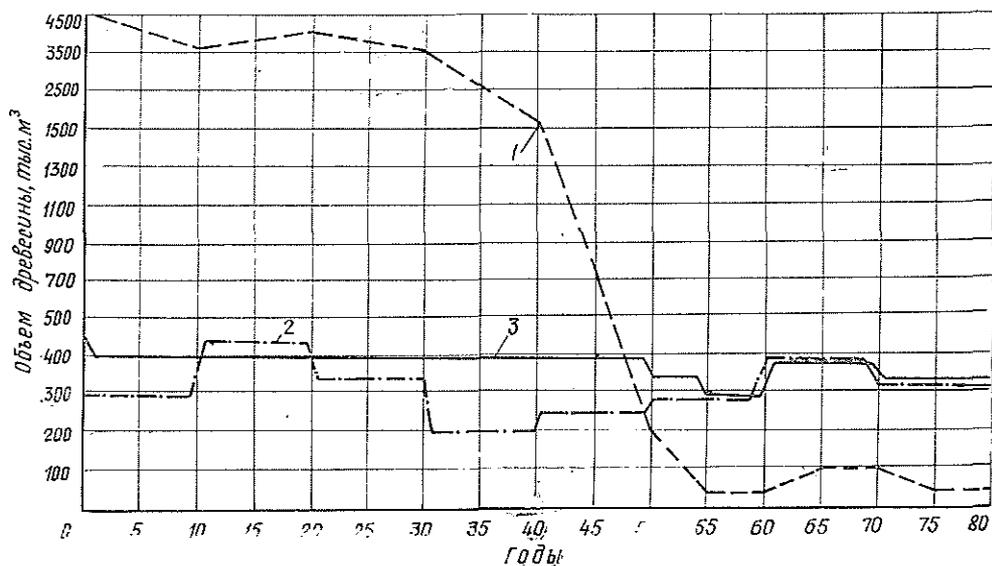
По данным на 1980 г. мощность Подпорожского леспромхоза по объемам заготовок составляла 450 тыс. м³ в год. На первом этапе моделирования для условий Подпорожского леспромхоза были получены: план раскряжевки хлыстов на сортименты, объемы реализации сортиментов в круглом виде, структура и объемы перерабатывающих производств. Моделирование проводили для 15 уровней мощности — от 50 до 750 тыс. м³. В результате для второго этапа модели были получены табличные зависимости суммы прибыли по предприятию за год и суммы амортизационных отчислений совместно с платой за фонды от мощности предприятия (табл. 1).

Таблица 1

Объем заготовок, тыс. м ³	Сумма прибыли за год, тыс. р.	Сумма оплаты за фонды и амортизационные отчисления, тыс. р.	Объем заготовок, тыс. м ³	Сумма прибыли за год, тыс. р.	Сумма платы за фонды и амортизационные отчисления, тыс. р.
50	513	192	450	6114	1958
100	1323	632	500	6485	2146
150	2252	736	550	7180	2403
200	2773	988	600	2584	2580
250	3259	1186	650	8109	2965
300	4052	1377	700	8575	3267
350	4870	1567	750	9185	3529
400	5863	1788			

Второй этап моделирования позволяет выбрать оптимальный режим деятельности предприятия на перспективу до 80 лет. На рисунке

* Горбачев В. А. Оптимизационная модель деятельности комплексного лесного предприятия. — В кн.: Экономические проблемы лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и лесного хозяйства, Л., 1982, с. 49. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 1!).



даны графики: изменения запасов спелой древесины в лесосырьевой базе Подпорожского леспромхоза (кривая 1); ежегодного прироста спелой древесины (кривая 2); динамики лесозаготовок (кривая 3). Как видно, максимум целевой функции достигается при снижении лесозаготовок до 400 тыс. м³ в год. В этом случае возможно поддержание стабильного уровня мощности предприятия в течение 50 лет.

В дальнейшем объемы лесозаготовок обуславливаются темпами прироста запасов спелой древесины, т. е. лесохозяйственная деятельность должна обеспечить объемы прироста не менее 400 тыс. м³ в год. Уровень заготовок 450—500 тыс. м³ в год позволит обеспечить деятельность предприятия собственным сырьем в течение 40 лет, после чего объем заготовок должен быть снижен до 250—300 тыс. м³, или же ежегодный прирост объемов спелой древесины доведен до 450—500 тыс. м³.

Кривая 2 на рисунке отражает изменение объемов ежегодного прироста спелой древесины в соответствии с таксационными показателями. Данные о приросте в период, превышающий оборот рубки по лиственным породам (50 лет), взяты предположительно, для определения тенденции изменения объемов заготовок. Динамика изменения мощности предприятия по лесозаготовкам позволяет выбрать оптимальные структуры перерабатывающих производств на весь прогнозируемый период. Состав и объемы перерабатывающих цехов берутся из результатов первого этапа моделирования в соответствии с уровнями лесозаготовок, взятыми по кривой 3. Изменение структуры переработки на 60 лет вперед приведено в табл. 2. Анализ таблицы показывает, что снижение объема заготовок влияет, прежде всего, на уменьшение объемов переработки в производствах щепы и колотых балансов. Это объясняется тем, что они имеют наименьшую прибыль на 1 м³ сырья. Производства колотых балансов и щепы близки по этому показателю, и переход при уменьшении объемов заготовок из одного в другое объясняется лишь принятой нижней границей мощности по переработке в щепу (42 тыс. м³). При выборе типовых проектов цехов по производству щепы с меньшей мощностью перехода не произойдет. В то же время пред-

Таблица 2

Выпускаемая продукция	Период, лет	Объем лесозаготовок, тыс. м ³	Объем потребляемого сырья, тыс. м ³	Объем выпуска продукции		Прибыль на 1 м ³ сырья, р./м ³
				Единица измерения	Количество	
Пиломатериалы	1	450	15	тыс. м ³	8,6	15
	2—49	400	15	»	8,6	15
	50—54	350	15	»	8,6	15
	55—60	300	17,2	»	11,1	17
Тара	1	450	17,06	»	6,76	12,9
	2—49	400	17,06	»	6,76	12,9
	50—54	350	18,61	»	6,69	11,4
	55—60	300	17,03	»	6,78	12,9
Щепы	1	450	52,38	»	<u>28,34</u> 9,04	6,35
	2—49	400	45,26	»	<u>24,89</u> 7,36	5,26
Колотые балансы	50—54	350	24,75	»	15,6	5,25
	55—60	300	25,34	»	16,0	4,66
Товары народного потребления	1	450	20	тыс. р.	1056	25,9
	2—49	400	20	»	1056	25,9
	50—54	350	20	»	1056	25,3
	55—60	300	20	»	1056	24,9
Хвойно-витаминная мука	1	450	10,37	тыс. т	1,66	8,04
	2—49	400	9,22	»	1,47	6,44
	50—54	350	8,06	»	1,29	4,83
	55—60	300	6,91	»	1,11	3,23

Примечание. По щепе в числителе показан объем выпуска продукции для ЦБП; в знаменателе — для ДСП.

приятне может включать одновременно оба производства с меньшими типовыми мощностями. Уменьшение прибыли на 1 м³ сырья при снижении объемов переработки объясняется увеличением себестоимости продукции, во-первых, за счет увеличения недогрузки типовых мощностей, во-вторых, за счет использования более дорогостоящей деловой древесины в целях увеличения загрузки. Полученная при моделировании структура в основном совпадает с существующей по составу (кроме цеха хвойно-витаминной муки). Однако объемы переработки, полученные при моделировании, больше, и сырье включает в основном дровяную древесину и отходы, тогда как в существующих цехах используется и деловая древесина. Это позволяет увеличить выход деловой древесины для специализированных деревоперерабатывающих предприятий.

Предлагаемая модель позволяет прогнозировать оптимальный вариант развития леспромхоза как постояннодействующего предприятия. Основными преимуществами модели являются введение нелинейных целевой функции и ограничений, использование целочисленных методов, применение элементов теории размытых множеств, параметрический подход в вариантных расчетах. Это позволяет подойти к анализу деятельности предприятия на качественно новом уровне и повышает точность аппроксимации реальной производственной среды.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*431.2 : 630*432.22/23

ПИРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОВ
В ЗОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА БАМА

М. Д. ЕВДОКИМЕНКО

Институт леса и древесины СО АН СССР

Центральный участок зоны БАМа характеризуется высокими темпами хозяйственного освоения таежных территорий. Резкий рост населения сопровождается заметным увеличением посещаемости лесов, тяготеющих к населенным пунктам и основным путям транспорта. В этом районе существенно возросли объемы лесозаготовительных работ, увеличилось число экспедиций. Частота лесных пожаров изменилась на целый порядок. Поэтому для существенного повышения уровня пожарной охраны лесов надо знать их пирологические особенности.

Для решения поставленной задачи выполнены специальные исследования на лесной территории БАМа в пределах Амурской области. На протяжении трех лет проведены регулярные стационарные и маршрутные наблюдения за сезонной динамикой пожароопасного состояния в различных категориях лесного фонда.

Касаясь общих черт лесной территории, в пирологическом отношении необходимо отметить следующее.

Наибольшей представленностью выделяются лиственничные насаждения, доля которых по отдельным лесхозам составляет от 59 до 87 % покрытой лесом площади. Лиственничники имеют ажурный полог крон, сквозь который солнечная радиация интенсивно проникает к напочвенному слою лесных горючих материалов, вызывая их быстрое высыхание. Следовательно, можно констатировать потенциально высокую пожароопасность лесов, при которой в засушливую погоду возникновение загораний вероятно одновременно на большой территории.

Еще более высокими темпами пожарного созревания характеризуются сосняки, но их участие в составе лесных массивов невелико (около 3 %) по сравнению с лиственничниками и насаждениями других пород.

В северной части рассматриваемой зоны широко распространен кедровый стланик. Структура его зарослей обуславливает очень высокую интенсивность горения. К тому же они содержат большое количество смолистой хвой. Пожары в зарослях кедрового стланика особенно трудно тушить еще и потому, что они тяготеют к верхней границе леса, т. е. практически малодоступны. Распространенность кедрового стланика закономерно уменьшается в направлении с севера на юг и с запада на восток.

Высокопожароопасны также заросли кустарниковой березы, особенно весной и осенью, когда они находятся в безлистном состоянии. Участки их сплошного распространения занимают на севере около 5 %, но в качестве подлеска они встречаются еще шире.

Распространение лесных пожаров замедляют или останавливают осина с тополем и пиха. Эти породы занимают большие площади только в восточной части зоны. По мере продвижения к западной границе Амурской области они полностью утрачивают свою лесообразующую роль. Впрочем и на востоке подобных лиственных насаждений не настолько много, чтобы можно было придавать им весомое противопожарное значение.

Насаждения березы (преимущественно белой) распространены также довольно широко. До и после вегетации они обладают сравнительно высокой пожароопасностью, приближающей их к светлохвойным. Но в облиственном состоянии они способны задерживать верховой огонь и ослаблять низовой.

В южной части зоны большая территория занята лугами. Весной и осенью их пожароопасность очень высока. Зато летом, в период активной вегетации трав, они превращаются в хорошие противопожарные барьеры. Аналогичную роль играет также развитый травяной ярус в подзоне южной тайги. Поэтому летнему периоду обычно соответствует перерыв в горимости лесов.

В пределах лесных формаций, в свою очередь, наблюдаются закономерные различия в темпах нарастания пожарной опасности между отдельными типами леса.

По данным 3-летних наблюдений за сезонной динамикой пожароопасного состояния установлена отчетливая последовательность в пожарном созревании разных ти-

Тип леса и местоположение	Весенне-лет- ний период	Летний период	Летне-осенний период
Лиственничники:			
лишайниковый	200/1—2	150/1	250/1—2
брусничный:			
южный и западный склоны	400/2—3	500/2—3	400/3—4
северный и восточный »	700/4—5	900/3—4	500/4—5
горный	300/2—3	250/1—2	400/1—2
рододендроновый	750/4—5	900/3—5	500/3—4
багульниковый	900/5—6	1000/4—6	700/5—6
травяной	200/1—2	2300/8—10	600/4—5
ерниковый	800/5—6	1800/7—9	800/5—6
приручьевой	900/6—8	3000/10—12	1100/6—8
сфагново-болотный	1100/6—10	4500/17—20	1200/8—10
сфагновый	—	5000/20—25	5000/20—25
Березняки:			
разнотравный	300/1—2	2500/10—12	600/4—5
брусничный	400/3—4	1800/6—8	700/4—5
Сосняки:			
брусничный	200/2—3	250/1—2	250/1—2
рододендроновый	250/2—3	400/5—7	400/3—5
Кедровый стланик:			
лишайниковый	300/2—3	150/1—2	250/2—3
горный	900/6—8	300/2—3	400/3—4
Оснички:			
брусничный	900/5—6	2000/8—10	2200/10—12
разнотравный	500/3—4	3000/12—15	2000/8—10
Ерник травяной	150/1—2	1800/7—10	500/2—3
Луговые территории	50/1	7000/20—25	600/2—5
Сфагновые мари	—	5000/20—25	5000/20—25

Примечание. В числителе — последовательность возникновения пожароопасного состояния в зависимости от периода сезона и комплексного метеопказателя; в знаменателе — продолжительность пожарного созревания (в днях сухой погоды).

пов леса. Эту последовательность можно выразить также количественными критериями, соответствующими началу пожароопасного состояния в том или ином типе леса: величиной комплексного метеопказателя или продолжительностью сухой погоды (см. табл.). Исчисление комплексного метеопказателя выполняли общепринятым в лесной охране приемом.

В практике лесной охраны принято делить пожароопасный сезон на три периода, сообразно фенологическому состоянию лесных насаждений. Каждый из периодов обычно отличается по пожаронапряженности обстановки. Поэтому уместно дифференцировать по периодам сезона последовательность пожарного созревания отдельных типов леса. Из таблицы видно, что каждому периоду соответствует своя последовательность.

На фоне других типов относительно стабильные темпы нарастания пожарной опасности выявлены в хвойных насаждениях с мохово-лишайниковым и кустарничковым покровом. В них, независимо от периода сезона, пожароопасное состояние возникает при близких значениях комплексного метеопказателя. Иное положение наблюдается в хвойных насаждениях, напочвенный покров которых состоит преимущественно из трав, во всех лиственных лесах, а также на луговых территориях. Последние весной принадлежат к наиболее пожароопасным категориям. Из таблицы видно, что до начала вегетации трав пожароопасное состояние в них возникает обычно на первый-второй день сухой погоды. Летом же они, наоборот, принадлежат к противоположной категории, образуют по существу негоримые барьеры на пути распространения лесных пожаров, осенью занимают некоторое промежуточное положение, сообразно степени усыхания напочвенного покрова.

Судя по табличным данным, естественные преграды для огня можно иметь в виду только в сезоны слабой и средней пожаронапряженности. Весной не имеют пожароопасного состояния лишь единичные категории лесной площади, у которых комплексный метеопказатель превышает 1000 единиц. Более благополучное положение на-

блюдается летом, когда для пожарного созревания лиственных насаждений, а также хвойных с напочвенным покровом из трав требуется длительное время.

Полученные результаты исследований сравнительной пожароопасности разных типов леса могут найти применение для совершенствования прогнозирования загораний в зоне БАМа. По ним для разных состояний погоды несложно с помощью планов лесонасаждений составить специальные пожарные карты, на которых будут обозначены контуры пожароопасной территории, что может служить основой для оптимизации маршрутов и периодичности патрулирования лесов.

УДК 630*116.64

ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. Л. БОНДАРЬ, А. И. КОВАЛЕНКО

Каневский ГК КПУ

Сумский филиал Харьковского сельскохозяйственного института

Земли Каневского района расположены в северной части Черкасской области на площади 128,5 тыс. га. Среднегодовая температура воздуха $+7,3^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма температур воздуха выше 10°C составляет 2750°. Среднегодовое количество атмосферных осадков колеблется в пределах 490—520 мм. За период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ выпадает 290—330 мм. Гидротермический коэффициент близок к 1,1—1,2, т. е. по классификации Г. Т. Селянинова [7] район относится к лесостепной зоне.

Территория хозяйства района размещена на четырех геоморфологических элементах рельефа: плато, однолесовой террасе р. Росавы, бортовой террасе рр. Днепра и Роси и поймах рр. Роси и Росавы. Часть территории, размещенной на плато, сильно изрезана глубокими и очень разветвленными балками, которые выходят к поймам рек. При сложившихся условиях рельефа и годовой сумме атмосферных осадков в районе сильно развиты поверхностный сток и овражная эрозия почвы.

Под воздействием эрозионных процессов на Каневщине возникли слабо-, средне- и сильноосмытые почвы, а склоны балок густо изрезаны большими глубокими оврагами, протяженность которых на большей части территории составляет 3—6 км на 1 км². Всего эродированных и эрозионноопасных земель в районе насчитывается 19,3 тыс. га, в том числе 17,2 тыс. га пахотных.

К главным факторам уменьшения поверхностного стока и водной эрозии почвы относятся почвозащитные и водоохраные лесные насаждения, площадь которых за годы существования Каневской ГЛМС достигла 41,2 тыс. га, что составляет свыше 32 % территории района.

Для изучения почвозащитных свойств этих насаждений нами были заложены три пробные площади в 19—23-летних лесных насаждениях, расположенных на склонах крутизной 13° — 15° в урочище 17 Бобринского лесоучастка Каневской ГЛМС.

Насаждение на пробной площади 1 состоит из акации белой и было посажено в 1959 г. с расстоянием между рядами 1,5 м и в ряду 0,7 м. Подлесок отсутствует, живой напочвенный покров редкий и представлен пырем ползучим, звездчаткой. Средняя высота древостоя — 15 м, средний диаметр — 14,2 см.

Дубовое насаждение состава 5Д5Кл.о, ед. Ак.б (пробная площадь 2) создано в 1957 г. с размещением посадочных мест $1,5 \times 0,7$ м, без подлеска. Живой напочвенный покров средней густоты. В нем встречаются злаки, земляника. Средняя высота древостоя — 12,3 м, средний диаметр — 8,9 см.

Третья пробная площадь заложена в почвозащитном лесном насаждении состава 10С.о, ед. Д. Сосна посажена в 1957 г. рядами с таким же размещением деревьев, как и в предыдущих двух насаждениях. Подлесок и живой напочвенный покров отсутствуют. Средняя высота древостоя — 14,3 м, диаметр — 11,7 см.

Для контроля был выбран участок на задернелом склоне крутизной 11° , который используется под пастбище скота местным населением. На всех изучаемых участках почвы сильноосмытые серые лесные.

Как видно из данных табл. 1, в течение 19—23-летнего периода жизни лесных насаждений существенно изменилась плотность сложения верхнего 10-сантиметрового слоя почвы. Если на контрольном задернелом участке она была равна $1,25 \text{ г/см}^3$, то под лесными насаждениями уменьшилась до $0,98$ — $1,18 \text{ г/см}^3$.

Аналогичное изменение плотности сложения почвы под влиянием лесных насаждений в Каневском районе наблюдал В. Б. Орловский [2]. Уменьшение плотности сложения почвы под лесными насаждениями отразилось на ее структуре и водопроницаемости.

Таблица 1

Место взятия образца	Плотность сложения 10-сантиметрового слоя почвы, г/см ³	Продолжительность поглощения 50 мм воды на поверхности почвы, мин	Содержание водопрочных агрегатов больше 0,25 мм (%) в слое почвы, см	
			0—10	10—25
Задернелый склон крутизной 11° (контроль)	1,25	34,0	33,7	8,3
Пробная площадь:				
1	1,18	4,5	46,8	12,1
2	0,98	2,2	58,5	11,3
3	1,03	3,2	42,8	8,0

По содержанию водостойчивых агрегатов больше 0,25 мм в 10-сантиметровом слое почвы на первом месте находится дубово-кленовое насаждение, на последнем — задернелый склон. Увеличение содержания водостойчивых агрегатов, на наш взгляд, связано с ежегодным опадом в лесных насаждениях и его постепенным разложением. Верхний слой почвы при этом обогащается гуминовыми веществами, которые увеличивают склеивание почвенных частиц между собой. В слое почвы 10—20 см содержание водопрочных агрегатов во всех вариантах почти одинаково, что объясняется небольшой продолжительностью влияния лесных насаждений на занятую ими почву. С увеличением возраста насаждений здесь будет возрастать содержание водопрочных агрегатов.

Благодаря увеличению количества водопрочных агрегатов и уменьшению плотности сложения почвы под лесными насаждениями ее водопроницаемость увеличилась в 6—13 раз. Лучшая водопроницаемость отмечена под дубово-кленовым и сосновым насаждениями, несколько хуже под белоакациевым.

Почвозащитные лесные насаждения, созданные в Каневском районе, не только улучшают физические свойства почвы, но и влияют на почвообразовательный процесс. Проведенный нами агрохимический анализ почвенных образцов, отобранных под изучаемыми лесными насаждениями, показал, что сильносмытые почвы под влиянием древесной растительности увеличивают содержание подвижных форм фосфора и калия, а под белоакациевым насаждением — и нитратного азота (табл. 2).

Таблица 2

Место взятия образца	Глубина взятия образца, см	Содержание подвижных форм, мг на 100 г почвы		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Задернелый склон (контроль)	0—10	Следы	7,5	12,4
	10—20	»	8,5	9,1
	20—30	»	10,5	8,7
Пробная площадь:				
	1			
	0—10	0,2	13,0	12,7
	10—20	0,1	14,0	10,4
	20—30	0,1	16,0	9,4
2	0—10	0,1	13,0	23,4
	10—20	Следы	14,0	16,1
	20—30	»	15,0	15,6
3	0—10	»	10,0	17,8
	10—20	»	14,0	14,0
	20—30	»	15,5	11,5

Увеличение подвижных форм фосфора и калия в верхних слоях почвы под лесными насаждениями объясняется тем, что многочисленные корни древесных пород, охватывая большой объем материнской породы, извлекают из нее биологически важные элементы и аккумулируют их в верхних слоях почвенного профиля. Ежегодное возвращение с опадающими листьями (хвоей), плодами, околоплодниками взятых из почвы

элементов питания и накопление их в верхних горизонтах отмечали П. С. Погребняк [4], С. В. Зонн [1], П. С. Пастернак [3], Н. П. Ремезов [5] и др.

Из данных табл. 2 видно, что наибольшее накопление элементов питания отмечено под смешанным дубово-кленовым и белоакацевым насаждениями, под которые, как отмечают Н. П. Ремезов и П. С. Погребняк [6], поступает с опадом большее количество азота, кальция, калия, фосфора, серы, чем под чистые хвойные насаждения.

Сказанное позволяет рекомендовать смешанные дубово-кленовые и белоакацевые насаждения для защиты почвы в условиях Каневского района.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зонн С. В. Влияние леса на почву. — М.: АН СССР, 1954. [2]. Орловский В. Б. Противозерозное значение лесных насаждений и роль главной породы. — Вестн. с.-х. науки, 1960, № 12. [3]. Пастернак П. С. Изменение лесорастительных свойств бурых горно-лесных почв Карпат под влиянием главных древесных пород. — В кн.: Почвоведение — лесному хозяйству. К.: Урожай, 1970. [4]. Погребняк П. С. Обмен зольных веществ между древесной растительностью и почвой (укр. яз.). — Докл. АН УССР, 1948, № 3. [5]. Ремезов Н. П. Биологический круговорот и почвообразовательный процесс. — Тр. Воронеж. заповедника, 1954, вып. 5. [6]. Ремезов Н. П., Погребняк П. С. Лесное почвоведение. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. [7]. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. — Тр. по с.-х. метеорологии, 1928, вып. 20.

УДК 630*431

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ И РАЗВИТИЕ ПОДСТИЛОЧНО-ГУМУСОВЫХ ПОЖАРОВ

В. И. КОРБУТ

Лужский опорный пункт ЛенНИИЛХа

Характер горения, его интенсивность, скорость распространения и другие параметры лесных пожаров обуславливаются, прежде всего, количеством, структурой и влажностью горючих материалов.

При изучении подстилочно-гумусовых пожаров важно знать распределение горючих материалов и их свойства на различных участках: под кронами деревьев и в просветах между ними.

Исследования проводили в пожароопасные сезоны (с мая по август включительно) 1977—1979 гг. в сосновых и еловых насаждениях Лужского леспромхоза Ленинградской области в четырех различных типах леса. Таксационная характеристика участков приведена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика участков

Тип леса	Состав насаждения	Возраст, лет	$D_{ср}$ см	$H_{ср}$ м	Полнота	Напочвенный покров и степень покрытия
Сосняк-черничник дренированный	10С, ед. Б, Е	80	22	20	0,7	Черника, брусника — 0,5; мох Шребера — 1,0
Сосняк чернично-сфагновый	7С1Е2Б	120	24	22	0,7	Черника, багульник, голубика — 0,6; мох Шребера — 0,7; сфагнум — 0,3
Ельник-черничник дренированный	10Е, ед. Б	80	22	21	0,8	Черника — 0,4; мох Шребера — 1,0
Ельник чернично-сфагновый	8Е2С	80	20	18	0,8	Черника, брусника — 0,6; мох Шребера — 0,5; сфагнум — 0,5

Под кронами деревьев запасы и структуру горючих материалов определяли по двум кольцевым площадкам радиусом 0,5 и 1 м, расположенным вокруг основания дерева; в просвете между кронами — по квадратным площадкам со стороной 1 м.

Таблица 2

Запас горючих материалов (г/абс. сухой массы на 1 м²)

Тип леса	Месторасположение горючих материалов	Напочвенный покров				Подстилка	Всего
		Кустарничковый ярус	Опад (хвоя, веточки, шишки, листья и пр.)	Мхи	Итого		
Сосняк-черничник дрешированный	Под кронами, м						
	0,5	11	268	816	1095	4030	5125
	1,5	16	169	672	857	3583	4440
	Между кронами	21	150	643	814	3025	3839
Сосняк чернично-сфагновый	Под кронами, м						
	0,5	113	546	843	1502	14 480	15 982
	1,5	124	426	734	1284	11 656	12 940
	Между кронами	143	219	562	924	9802	10 726
Ельник-черничник дрешированный	Под кронами, м						
	0,5	18	276	691	985	2881	3866
	1,5	21	232	584	837	2111	2948
	Между кронами	38	87	496	621	1654	2275
Ельник чернично-сфагновый	Под кронами, м						
	0,5	8	203	1145	1356	6899	8255
	1,5	28	190	906	1124	5184	6308
	Между кронами	126	116	804	1046	4819	5865

Примечание. Для сосняков и ельников чернично-сфагновых типов леса в строках «между кронами» указаны сфагновые мхи.

Анализируя данные табл. 2, следует отметить, что масса напочвенного покрова в абс. сухом состоянии по мере удаления от основания ствола дерева к просветам между кронами деревьев изменяется довольно существенно. Общий запас напочвенного покрова в исследуемых типах леса под кронами деревьев в 1,2—1,5 раза больше, чем в просветах между ними.

Напочвенный покров состоит из мхов, опада и кустарничков. В зависимости от роли в возникновении, распространении и развитии лесных пожаров значение их различно.

Зеленые мхи и опад относятся к первой группе класса проводников горения [1]. Эти горючие материалы, рыхлые по своей структуре, быстро высыхают и увлажняются и горят преимущественно пламенем. Это основной горючий материал низового пожара. Поэтому накопление их под кронами деревьев создает благоприятные условия не только для развития низовых пожаров, но и способствует воспламенению подстилки. Кроме того, интенсивное развитие низового огня под кронами деревьев может вызвать переход низового пожара в верховой.

В напочвенном покрове доминирующим горючим материалом являются мхи. Представленность их в общей массе напочвенного покрова как под кронами, так и между ними примерно равна и варьирует в сосняках от 57 до 86 %, а в ельниках от 70 до 82 %. Доля древесного опада колеблется от 16 до 36 % под кронами деревьев и от 11 до 24 % между кронами.

Кустарничковый ярус представлен, в основном, черничкой (*Vaccinium myrtillus*) и брусничкой (*Vaccinium vitis-idaea*), а в увлажненных типах леса также багульником болотным (*Ledum palustre*) и подбелом (*Andromeda polifolia*).

Из-за высокой влажности кустарнички самостоятельно гореть не могут даже в засушливые периоды. Но во время лесного пожара они полностью сгорают, наряду с другими компонентами напочвенного покрова. Поэтому лесопирологи относят их к классу поддерживающих горение.

Кустарничковый ярус более выражен в просветах между кронами деревьев, причем в ельниках эта закономерность вырисовывается ярче. Представленность же кустарничкового яруса в общем запасе напочвенного покрова невелика.

Лесная подстилка образует вторую группу класса проводников горения. Характерная особенность ее — медленное увеличение влажности в период дождей, но, раз намокнув, она также медленно отдает аккумулированную в себе влагу. Лесная подстилка отличается плотной структурой и горит в основном беспламенным горением. Она является основным горючим материалом подстильно-гумусовых пожаров.

Количество лесной подстилки также уменьшается по мере удаления от основания ствола дерева к просветам между кронами деревьев. Общий запас подстилки под кронами деревьев в 1,3—1,5 раза больше, чем в просветах между кронами.

Как в сосняках, так и в ельниках с увеличением увлажнения местопроизрастания доля лесной подстилки в общем запасе горючих материалов увеличивается.

Для определения мощности и плотности мхов и лесной подстилки произведено свыше 150 замеров в каждом из исследуемых типов леса.

В сосняке и ельнике черничниковом в напочвенном покрове представлены зеленые мхи вида *Pleurozium Schreberi*, а между кронами деревьев в ельнике — *Hylocomium splendens*. В сосняке и ельнике чернично-сфагновом мхи *Pleurozium Schreberi* занимают площади, находящиеся под кронами деревьев, и другие микроповышения. В микропонижениях господствуют сфагновые мхи. Слой мхов под кронами как в сосняках, так и в ельниках в 1,1—1,3 раза мощнее, чем в просветах.

Мощность зеленых мхов колеблется под кронами деревьев от 5,5 до 6,4 см, между кронами — от 5,1 до 5,5 см. Высота сфагновых мхов между кронами деревьев в среднем 4,8 см.

Мощность лесной подстилки под кронами деревьев значительно больше, чем в просветах: в сосняках — в 1,1—1,5 раза, в ельниках — в 1,3—1,6 раза. В сосняках мощность лесной подстилки колеблется: под кронами деревьев от 6,9 до 9,3 см, между кронами — от 4,7 до 8,4 см; в ельниках под кронами — от 3,3 до 9,0 см, между ними — от 2,1 до 7,0 см.

Таблица 3

Плотность сложения мхов и лесной подстилки

Тип леса	Мхи			Подстилка		
	под кронами деревьев, м		между кронами	под кронами деревьев, м		между кронами
	0,5	1,0		0,5	1,0	
Сосняк черничник дренированный	0,016	0,017	0,019	0,059	0,062	0,071
	84,3	89,4	100	83,1	87,4	100
Сосняк чернично-сфагновый	0,015	0,016	0,017	0,065	0,076	0,078
	88,2	93,3	100	83,3	97,4	100
Ельник-черничник дренированный	0,014	0,015	0,011	0,083	0,086	0,087
	127,1	136,1	100	95,3	98,8	100
Ельник чернично-сфагновый	0,013	0,014	0,015	0,058	0,079	0,102
	86,6	93,3	100	56,8	77,5	100

Примечание. В числителе — г/см³; в знаменателе — % по отношению к плотности между кронами.

Данные табл. 3 показывают, что плотность сложения мхов и подстилки увеличивается по мере удаления от основания ствола дерева к просветам в кронах. Уменьшение плотности в просветах в ельнике черничниковом объясняется тем, что в этом типе леса между кронами преобладает рыхлый по структуре мох *Hylocomium splendens*.

Известно, что влажность горючих материалов зависит от погодных условий, особенно от количества и характера распределения осадков.

Результаты наблюдений в пожароопасный сезон 1978 г. показывают, что в сосняках под кронами деревьев выпадает в 1,1—1,8 раз осадков меньше, чем между кронами, а в ельниках — примерно в 6 раз меньше. Эти данные согласуются с данными Н. С. Нестерова [2] и В. В. Протопопова [3].

Замечено также, что в зависимости от величины и интенсивности осадков кроны ели задерживают их в 1,5—6,0 раз больше, чем кроны сосны. Чем меньше выпадает осадков, тем меньшее количество их достигает напочвенного покрова и особенно подстилки.

После выпадения осадков влажность подстилки увеличивается не сразу, а спустя некоторое время (на вторые — третьи сутки). Это обстоятельство необходимо учитывать, оценивая способность подстилки к загоранию после осадков.

Таким образом, увеличение запаса горючих материалов и меньшая их влажность и рыхлость под кронами деревьев благоприятствуют развитию подстилично-гумусовых пожаров с прогоранием подстилки на всю глубину до минерального слоя почвы. Поэтому очень часто можно наблюдать на пожарищах кольцеобразные выгорания подстилки вокруг стволов деревьев. Корни дерева в таких местах могут частично или полностью перегорать, что приводит к полной гибели дерева.

Полученные данные по запасам горючих материалов могут служить исходным материалом для расчетов теплового баланса подстилично-гумусовых пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов. — В кн.: Вопросы лесной прологии. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1970. [2]. Нестеров Н. С. Очерки по лесоведению. — М.: Сельхозгиз, 1960. [3]. Протопопов В. В. Биоклимат темнохвойных горных лесов Южной Сибири. — М.: Наука, 1965.

УДК 630*377.45

УПРОЩЕННЫЙ СПОСОБ АППРОКСИМИРОВАНИЯ АСИММЕТРИЧНЫХ И ПОЛИМОДАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В. И. ЕГОРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Для совершенствования конструкции и процесса эксплуатации лесозаготовительных машин в расчетах необходимо учитывать всю гамму нагрузочных и скоростных режимов их работы, что можно выполнить только с помощью широко развитых вероятностных методов расчета. Один из них — метод преобразования законов распределения — можно применить к любой детерминированной формуле, в которой все или часть величин считаются случайными.

Этот метод заключается в том, что находят закон распределения функции по известным законам распределения аргументов [1]. Он требует использования статистического материала, накопленного по многим машинам, в аналитическом виде; существенное препятствие при этом — аппроксимирование асимметричных и полимодальных опытных гистограмм. Применяемый в настоящее время метод Шарлье-Эджворта [3] весьма трудоемок и неприемлем при общинженерных расчетах; кроме того, полученные аналитические выражения кривых распределения неудобны для дальнейших математических преобразований.

Рассмотрим упрощенный способ аппроксимирования полимодальных и асимметричных опытных кривых распределения, основанный на известной формуле распределения смеси [2]:

$$f(x) = \sum \gamma_k f_k(x), \quad (1)$$

где $f_k(x)$ — частные законы распределения параметра для каких-либо отдельных групп режимов (трогание, разгоны, равномерное движение по неровным и ровным дорогам, движение на подъемах и спусках, движение по труднопроходимым дорогам, движение с ограничением скорости дорожными знаками и т. д.);

γ_k — весовой коэффициент (вероятность) выделенных режимов с известными законами.

Если кривая распределения имеет более одного максимума, то распределение называют полимодальным. Например, для трехмодального распределения

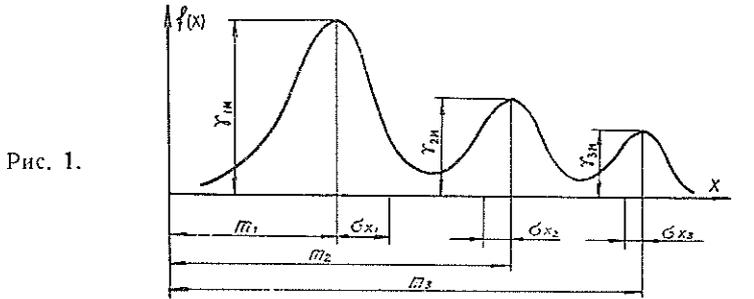
$$f(x) = \frac{\gamma_1}{\sigma_{x_1} \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - m_1)^2}{2\sigma_{x_1}^2} \right] + \frac{\gamma_2}{\sigma_{x_2} \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - m_2)^2}{2\sigma_{x_2}^2} \right] + \frac{\gamma_3}{\sigma_{x_3} \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - m_3)^2}{2\sigma_{x_3}^2} \right]. \quad (2)$$

Числовые характеристики отдельных вершин можно определить проще и быстрее из графика кривой распределения по масштабу. Весовые коэффициенты отдельных вершин γ_1 , γ_2 , γ_3 находим по максимальным ординатам вершин γ_{1M} , γ_{2M} , γ_{3M} из формул

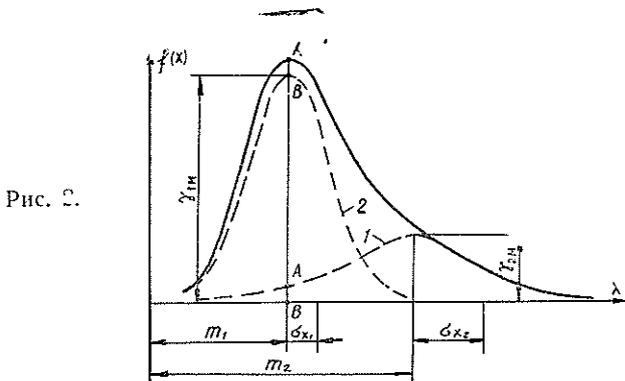
$$\gamma_1 = \frac{\gamma_{1M}}{\gamma_{1M} + \gamma_{2M} + \gamma_{3M}}; \quad \gamma_2 = \frac{\gamma_{2M}}{\gamma_{1M} + \gamma_{2M} + \gamma_{3M}}; \quad (3)$$

$$\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1.$$

На рис. 1 показаны отрезки, подлежащие измерению. С математической точки зрения такой способ аппроксимации не является точным, однако ввиду его исключительной простоты можно сделать несколько попыток и подобрать теоретическую кривую, почти полностью соответствующую опытной гистограмме.



На основе аппроксимирования полимодальных кривых распределения легко выполнить аппроксимирование асимметричных законов распределения. В самом деле, при первом же взгляде на полимодальное распределение ясно, что при уменьшении разницы между математическими ожиданиями отдельных холмов распределение превращается в одномодальное, причем оно может быть асимметричным. Отсюда возникает идея аппроксимирования асимметричных законов распределения как частного случая полимодальных распределений.



Практически это можно осуществить следующим образом. Под опытной кривой распределения (рис. 2) изображаем частную кривую 1 на растянутой ветви. Затем на сжатой ветви вычерчиваем частную кривую 2, максимальное значение которой меньше максимального значения опытной кривой на величину ординаты AB в этом же сечении. После построения частных кривых графически определяем их числовые характеристики и подставляем в формулу типа (2).

Такой способ подбора аналитического выражения для любых кривых распределения, имеющих многовершинный вид, отличается исключительной быстротой и минимальной трудоемкостью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969. — 263 с. [2]. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. — М.: Наука, 1965. — 30 с. [3]. Краммер Г. Математические методы статистики. — М.: ИЛ, 1948.

УДК 581.192 + 674.81

УГЛЕВОДЫ ХВОИ СОСНЫ

Н. Д. БАРАБАШ, Н. А. ЧУПРОВА, С. М. РЕПЯХ

Сибирский технологический институт

Один из основных компонентов древесной зелени — углеводы. Они встречаются в виде моно-, олиго- и полисахаридов. Содержание их и состав зависят от места произрастания дерева, почвенно-климатических условий, времени года, возраста, освещенности и т. д.

Углеводы играют не только большую физиологическую роль в растении, но и могут явиться источником питания микроорганизмов в микробиологической промышленности.

По качественной и количественной характеристике низкомолекулярных углеводов хвойных на всех этапах их развития накоплен достаточный материал [2, 3, 5, 7—11]. О химическом составе полисахаридов хвон и древесной зелени хвойных имеется мало сведений [9, 11].

В данной работе объектом исследования служила хвоя сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* Ldb.), произрастающей в 15 км от Красноярска. Таксационная характеристика площадки: III класс бонитета, почва суглинистая, влажная, возраст деревьев 18—20 лет, сосна произрастает без подлеска. Древесную зелень собирали в начале каждого месяца с 10 деревьев [7] (с октября по март включительно) в утренние часы. Затем ее разделяли на хвою (~80 %) и побеги (20 %). Хвою сушили в вакуумном эксикаторе при -5°C , затем измельчали до 0,5 мм.

Качественное и количественное определение углеводов проводили в следующей последовательности. Предварительно хвою экстрагировали этилацетатом. Для извлечения растворимых углеводов проводили экстракцию горячей водой. В водном экстракте определяли содержание водорастворимых веществ и редуцирующих (РВ) эбулло-статическим титрованием. В проэкстрагированной хвое определяли содержание легко- и трудногидролизуемых полисахаридов [4]. Углеводный состав водного экстракта и гидролизатов находили методом бумажной хроматографии, модифицированным рядом авторов [7].

Нисходящее хроматографирование проводили в системе растворителей бутанол — ледяная уксусная кислота — вода (4 : 1 : 5). В качестве универсального проявителя на углеводы использовали анилинфталат, мочевины и резорцин. Углеводы идентифицировали по метчикам на совмещенных хроматограммах и по цветным реакциям с указанными проявителями.

Содержание крахмала в отобранных образцах специально не определяли. Содержание углеводов в пробах учитывали количественно и выражали в процентах от массы исходного материала. Достоверность результатов проверяли для доверительной вероятности, равной 95 % [1].

В табл. 1 дана характеристика водных экстрактов хвон в период покоя.

Таблица 1

Вещества	Содержание веществ, % от абс. сухой навески, по месяцам					
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Водорастворимые	18,36	19,90	20,54	20,61	17,73	17,85
Редуцирующие (РВ):						
до инверсии	4,39	4,10	4,25	4,38	3,56	3,50
после инверсии	8,59	8,40	7,82	7,47	8,43	8,44

Как видно из табл. 1, водорастворимые вещества составляют 1/5 часть от сухой массы хвон и в период покоя их количество остается почти постоянным, так как различия средних несущественны [1]. Содержание РВ до инверсии составляло 20 %, после инверсии оно возросло примерно в 2 раза. Это подтверждает наличие в экстракте олигосахаридов. Приведенные данные хорошо коррелируют с результатами, полученными ранее [6].

Таблица 2

Углеводы	Содержание углеводов, % от абс. сухой навески, по месяцам					
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Раффиноза	3,68	3,76	2,97	3,20	3,00	3,46
Сахароза	3,76	3,56	3,60	3,44	3,28	1,50
Глюкоза	3,39	3,27	3,32	3,41	3,08	3,11
Фруктоза	1,63	1,28	1,98	1,47	0,56	1,60
Ксилоза	0,70	0,53	0,68	0,70	0,30	0,28
Сумма	13,61	12,40	12,55	12,22	10,22	9,95

Примечание. Обнаружены следы стахиозы и меллибиозы.

Качественный и количественный состав низкомолекулярных растворимых углеводов в водных экстрактах хвои приведен в табл. 2; при этом в экстрактах присутствуют моно- и олигосахариды. Более 70 % общего содержания моносахаридов составляет глюкоза, что противоречит ранее полученным данным [3, 8]. Это, по-видимому, можно объяснить частичным гидролизом крахмала при экстракции горячей водой. Олигосахариды в основном нередуцирующие: сахароза, меллибиоза, раффиноза и стахиоза. Количество меллибиозы и стахиозы в период покоя установить не удалось.

Можно отметить, что для растворимых низкомолекулярных углеводов наблюдается индивидуальная динамика содержания в период покоя. Это, по-видимому, связано с тем, что отдельные углеводы выполняют специфические функции и участвуют в различных метаболических циклах.

Данные состава легко- (ЛГП) и трудногидролизуемых полисахаридов (ТГП) представлены в табл. 3.

Таблица 3

Компоненты	Содержание компонентов, % от абс. сухого вещества, по месяцам					
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Гексозы:						
глюкоза	<u>2,42</u> 17,64	<u>2,44</u> 18,08	<u>2,24</u> 18,10	<u>2,83</u> 17,64	<u>2,21</u> 18,02	<u>2,44</u> 19,95
галактоза	<u>1,22</u> —	<u>1,18</u> —	<u>1,43</u> —	<u>1,49</u> —	<u>1,47</u> —	<u>1,23</u> —
манноза	<u>3,18</u> 2,58	<u>3,46</u> 2,42	<u>3,76</u> 2,47	<u>2,76</u> 2,02	<u>2,86</u> 2,17	<u>3,25</u> 2,36
Пентозы:						
ксилоза	<u>1,85</u> 1,82	<u>1,64</u> 2,01	<u>1,72</u> 2,02	<u>1,86</u> 1,76	<u>2,04</u> 1,92	<u>1,69</u> 1,91
арабиноза	<u>4,25</u> —	<u>4,09</u> —	<u>4,13</u> —	<u>4,02</u> —	<u>3,98</u> —	<u>3,87</u> —
Всего сахаров	<u>12,92</u> 22,04	<u>13,11</u> 22,51	<u>12,99</u> 22,59	<u>12,96</u> 21,42	<u>12,56</u> 22,11	<u>12,48</u> 22,23
Полисахариды	<u>13,51</u> 21,74	<u>13,30</u> 12,88	<u>13,10</u> 22,37	<u>12,30</u> 21,43	<u>13,25</u> 21,95	<u>12,54</u> 23,46

Примечание. В числителе данные для ЛГП; в знаменателе — для ТГП. Полисахариды определяли эбуллиостатическим титрованием.

В ЛГП присутствуют как гексозы, так и пентозы; содержание их соответственно 54 и 46 %. Из гексоз преобладает манноза, из пентоз — арабиноза. По количеству и качеству легкогидролизуемых полисахаридов хвои рассматриваемой сосны отличаются от полисахаридов хвои сосны, произрастающей в Ленинградской обл. [11]. Это, по-видимому, можно объяснить различными условиями произрастания сосны.

В ТГП преобладают, в основном, гексозы (91 %), содержится также незначительное количество ксилозы (9 %). Количественное соотношение ТГП для хвои сосны Ленинградской обл. примерно то же самое [11], однако качественный состав иной, что, видимо, также обусловлено различными условиями произрастания сосны.

В заключение следует сказать, что хвоя сосны достаточно богата углеводами: общее их содержание около 50 % (без стахиозы и меллибозы). Из них на долю ТГП приходится 23 %, ЛГП — 13 %, моно- и олигосахаридов — 14 %. Большая гамма различных углеводов и несущественные различия их содержания в зимний период позволяют рекомендовать хвою сосны для комплексной переработки с получением белково-витаминного концентрата, кормового сахара, высокоуглеводистого объемистого корма.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бернштейн А. Справочник статистических решений. — М.: Статистика, 1968. — 162 с. [2]. Голомазова Г. М. Водный режим и углеводный обмен сосны обыкновенной и прививок кедра сибирского в зимний период. — В кн.: Физиолого-биохимические особенности древесных растений Сибири. М.: Наука, 1971, с. 85—93. [3]. Осетрова Г. В. Годичная динамика углеводов у сосны обыкновенной в различных условиях произрастания. — В кн.: Метаболизм хвойных в связи с периодичностью их роста. Красноярск, 1973, с. 68—87. [4]. Практические работы по химии древесины и целлюлозы/ А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким. и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 411 с. [5]. Сергеева К. А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. — М.: Наука, 1971. — 172 с. [6]. Солодкий Ф. Т., Агранат А. Л. Обзорная статья по составу хвои сосны и ели. — В кн.: Использование живых элементов дерева: Науч. тр. № 119, Л., 1969, с. 33. [7]. Судаchkова Н. Е., Осетрова Г. В., Вараkсина Т. Н. К методике биохимических исследований вегетативных органов хвойных. — В кн.: Физиолого-биохимические особенности древесных растений Сибири. М.: Наука, 1971, с. 94—100. [8]. Судаchkова Н. Е. Метаболизм хвойных и формирование древесины. — Новосибирск: Наука, 1977. — 224 с. [9]. Томчук Р. И., Томчук Г. Н. Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 380 с. [10]. Хлебников Н. А., Гирс Г. И., Коловский Р. А. Физиологическая характеристика хвойных растений Сибири в зимний период. — Тр. Ин-та леса и древесины, Красноярск, 1963, т. 60, с. 5—16. [11]. Шарков В. И., Емельянова И. З., Соловьева Ю. П. Исследование химического состава полисахаридов клеточных стенок некоторых древесных тканей. — Науч. тр. ЛТА, 1960, вып. 91, с. 325—335.

УДК 547.455 + 546.3

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ (III), ГАЛЛИЯ (III), ИНДИЯ (III), ХРОМА (III) И ТИТАНА (III) С АРАБИНОЗОЙ И ГАЛАКТОЗОЙ

В. И. КРУПЕНСКИЙ, Т. В. ДОЛГАЯ, А. А. ВОЛКОВ

Ухтинский индустриальный институт

Известно, что соли Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , Cr^{3+} и Ti^{3+} — эффективные катализаторы дегидратации пентоз и гексоз [4, 6—8]. Их можно использовать в качестве катализаторов для получения из растительного сырья ценных продуктов — фурфура, оксиметилфурфура, левулиновой кислоты. Представляет интерес изучить все стадии механизма действия ионов Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , Cr^{3+} и Ti^{3+} на моносахариды, входящие в состав растительных тканей. Согласно существующим схемам, дегидратации предшествует образование комплекса моносахарида с катионом-катализатором [5]. Нами изучено комплексообразование указанных ионов с арабинозой и галактозой.

Использовали соли $AlCl_3$, $GaCl_3$, $In(HSO_4)_3$, $CrCl_3$ и $TiCl_3$ квалификации х. ч., L (+)-арабинозу и D (+)-галактозу квалификации ч. Постоянную ионную силу $\mu = 1,0$ поддерживали с помощью NH_4Cl ; рН раствора, равный 1,5, создавали добавлением HCl и контролировали потенциометром рН 340. Применяли спектрофотометрические методы.

Электронные спектры поглощения, полученные на приборе «Specord UV-VIS», выявили существенное изменение вида спектра при одновременном увеличении оптической плотности, которое наблюдается с добавлением арабинозы либо галактозы к растворам солей алюминия, галлия, индия, хрома и титана. В качестве примера приведены спектры поглощения растворов $AlCl_3$ с арабинозой (рис. 1). При построении

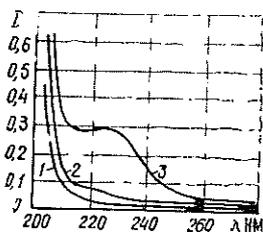


Рис. 1. Спектры поглощения.

1 — арабиноза. $1 \cdot 10^{-2}$ М;
2 — $AlCl_3$. $1 \cdot 10^{-2}$ М; 3 —
 $[AlCl_3] : [арабиноза] = 1 : 1$;
 $[AlCl_3] = 1 \cdot 10^{-2}$ М; $\mu = 1,0$
(NH_4Cl); pH 1,5; 20 ± 1 °С;
 $l = 1$ см.

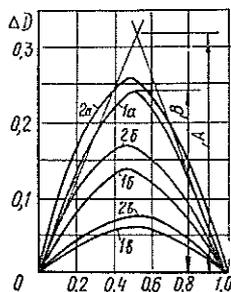
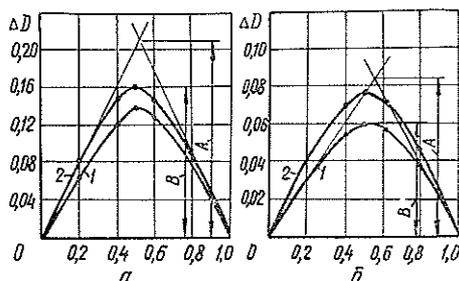


Рис. 2. Диаграммы изо-молярных серий.

$[Катион] + [сахар] = 2 \cdot 10^{-2}$ М;
1 — арабиноза; 2 — галак-
тоза; а — Al^{3+} ; б — Ga^{3+} ;
в — In^{3+} ; $\mu = 1,0$ (NH_4Cl);
pH 1,5; 20 ± 1 °С; $\lambda = 225$ нм;
 $l = 1$ см.

Рис. 3. Диаграммы изо-молярных серий.

$[Катион] + [сахар] = 2 \cdot 10^{-2}$ М; а —
 Ti^{3+} ; б — Cr^{3+} ; 1 — арабиноза,
2 — галактоза; $\mu = 1,0$ (NH_4Cl);
pH 1,5; 20 ± 1 °С; $l = 1$ см; $\lambda =$
 $= 250$ нм (а) $\lambda = 640$ нм (б).



диаграмм изомолярных серий при соотношении компонентов 1 : 1 наблюдался максимум (рис. 2, 3), а на кривых насыщения — перегиб. (На рис. 2, 3 по горизонтали отложены мольные доли катиона; по вертикали — ΔD — разность оптических плотностей растворов солей, содержащих сахар, и тех же растворов без сахара; B — найденная экспериментально максимальная разность оптических плотностей растворов соли катиона без моносахарида и растворов, содержащих соль катиона и моносахарид в соотношении 1 : 1; A — найденная графически разность тех же оптических плотностей без учета диссоциации комплекса; определяется с помощью касательных к начальным участкам обеих ветвей диаграмм изомолярных серий).

Все эти факты свидетельствуют об образовании монокомплексов арабинозы и галактозы с катионами Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , Cr^{3+} и Ti^{3+} . Возникновение комплексов не сопровождается повышением кислотности, что было найдено при измерении pH растворов солей до и после введения избытка моносахарида. Количество ионов H_3O^+ , выделяющихся из каждой молекулы углевода при комплексообразовании, как показали расчеты, не превышает 0,15. В связи с этим координация катиона по кислородному атому пиранового кольца является, по-видимому, наиболее вероятной.

Эффективные константы нестойкости монокомплексов $K_{нест}$ рассчитывали по кривым насыщения [3], методом Бабко [2] и по изомолярным сериям, причем данные, полученные различными методами, совпали. Последний прием, подробно описанный в работе [1], иллюстрирован (рис. 2, 3).

$$\alpha = \frac{A - B}{A}, \quad (1)$$

где α — степень диссоциации комплекса;

$$K_{нест} = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}. \quad (2)$$

Погрешности в определении степеней диссоциации и констант нестойкости оценивали, исходя из принятой точности спектрофотометрических измерений ($\pm 1\%$ по коэффициенту пропускания). Используя выражение (1), получаем для степеней диссоциации:

$$\pm \Delta \alpha = \frac{\pm A \Delta B \mp B \Delta A}{A \pm \Delta A},$$

причем

$$\Delta \alpha_{max} = \frac{A \Delta B + B \Delta A}{A - \Delta A}.$$

После преобразований из выражения (2) получаем

$$\pm \Delta K = \frac{\pm 2\alpha \Delta \alpha \mp 3\alpha^2 \Delta \alpha}{1 - (\alpha \pm \Delta \alpha)}.$$

Полагая во всех случаях $\Delta B = 0,01$, а $\Delta A = 0,05$, т. е. в 5 раз больше, что связано с пропорциональным возрастанием ошибки при эквимолярном соотношении компонентов (рис. 2, 3), получаем значения степеней диссоциации и констант нестойкости (см. табл.).

Катион	Арабиноза		Галактоза	
	α	$K_{\text{нест}} \cdot 10^4$	α	$K_{\text{нест}} \cdot 10^3$
Al(III)	0,200 \pm 0,060	0,50 \pm 0,23	0,250 \pm 0,056	0,83 \pm 0,25
In(III)	0,324 \pm 0,079	1,55 \pm 0,43	0,360 \pm 0,070	2,02 \pm 0,40
Ga(III)	0,275 \pm 0,062	1,04 \pm 0,30	0,300 \pm 0,057	1,29 \pm 0,29
Cr(III)	0,285 \pm 0,087	1,14 \pm 0,45	0,300 \pm 0,085	1,27 \pm 0,46
Ti(III)	0,210 \pm 0,068	0,56 \pm 0,27	0,230 \pm 0,064	0,68 \pm 0,27

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Астахов К. В., Вереникин В. Е., Зимин В. И. Спектрофотометрическое изучение комплексообразования неодима с бис-ацетилацетонэтилендиаминном. — ЖНХ, 1961, 6, № 9, с. 2077. [2]. Бабко А. К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах. — Киев: Изд-во АН УССР, 1955, с. 119. [3]. Исследование процессов взаимодействия в системе $\text{Ce}^{\text{IV}} - \text{SO}_4^{2-} - \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH}_3)$ / Е. А. Малнина, Н. Г. Богданович, Н. И. Печурова, Л. И. Мартыненко. — ЖНХ, 1969, 14, № 9, с. 2406. [4]. Коновалов В. К. Исследование сравнительной активности катализаторов превращения ксилиты в фурфурол: Дис. . . канд. техн. наук. — Л., 1965. [5]. Крупенский В. И. О природе каталитического действия катионов на распад моносахаридов. — Химия древесины, 1978, № 1, с. 72. [6]. Крупенский В. И. Исследование реакций распада глюкозы под влиянием хлоридов хрома, алюминия и титана. — Химия древесины, 1979, № 3, с. 96. [7]. Леванова В. П., Шарков В. И. Влияние солей на образование и распад сахара при гидролизе полисахаридов. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1956, № 7, с. 3. [8]. Лопатина Т. Ф. Исследование природы каталитического действия солей алюминия и хрома на распад моносахаридов: Дис. . . канд. техн. наук. — Л., 1971.

УДК 630*865.02

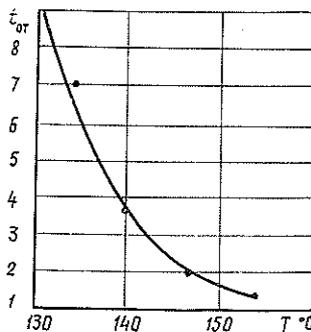
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ И БАКЕЛИЗИРОВАННОЙ ФАНЕРЫ

Л. И. ГЕНКИН

Ленинградская лесотехническая академия

Отверждение связующего во всех элементах пакета — важнейший фактор при прессовании древесных слоистых пластиков. Во время прессования происходит целый комплекс физических и физико-химических процессов, в результате которых пластик приобретает гидрофобные и другие положительные свойства. Все это достигается пьезотермической обработкой пакета в течение определенного времени.

Рис. 1. Зависимость времени отверждения $t_{от}$ от температуры T для смолы СБС-1 (по И. А. Шейдну).



Если температура постоянна, то требуемое для отверждения время можно определить по графику на рис. 1. Он построен по экспериментальным данным, приведенным в одной из работ*. При переменной температуре это несколько сложнее. Кривая на рис. 1 аппроксимирована нами аналитической зависимостью (с точностью около 3 %):

$$t_{от} = \frac{50}{T(t) - 126}, \quad (1)$$

где T — температура;
 t — время прессования;
 $t_{от}$ — время отверждения.

Если при переменной температуре $T(t)$ в формулу (1) подставить среднее за промежуток времени $t_{от} = \tau_2 - \tau_1$ значение температуры $T_{ср}$, то также получим требуемое время отверждения. (Здесь τ_1 и τ_2 — начало и конец промежутка времени отверждения пластика, причем τ_1 — момент времени, в который температура пластика достигает 126 °C на стадии прогрева, τ_2 — момент времени, в который температура становится равной 126 °C на стадии охлаждения).

Из формулы (1), используя теорему Лагранжа о среднем и учитывая, что $t_{от} = \tau_2 - \tau_1$, найдем «площадь нагрева»:

$$S = \int_{\tau_1}^{\tau_2} [T(t) - 126] dt = 50 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{мин.} \quad (2)$$

Из выражения (2) видно, что время окончания отверждения можно определить графически (рис. 2), поскольку интеграл функции по промежутку численно равен площади между графиком функции и осью интегрирования.

При прессовании древесных слоистых пластиков, и в особенности толстых пакетов, подъем температуры середины пакета происходит медленно. Поэтому необходимую пло-

* Шейдин И. А., Пюдник П. И. Технология древесных пластиков и плит. — М.: Лесн. пром-сть, 1976.



Рис. 2. График оптимальной граничной функции $T(0, t)$ (кривая 1) и соответствующее ей изменение температуры середины пакета $T(l/2, t)$ (кривая 2); площадь нагрева $S = \int_{t_1}^{t_2} [T(t) - 126] dt$ (кривая 3).

Площадь нагрева $S \geq 50$ можно получить без прогрева середины пакета до максимальной температуры 160°C . Это дает возможность сократить время прессования. В самом деле, если для полного отверждения необходимо получить лишь определенную площадь нагрева, а отверждение происходит в режиме как нагрева, так и остывания (необходимо только, чтобы температура была выше 126°C), то ясно, что, послав температурную волну нагрева и вслед за ней через некоторое время — волну охлаждения, мы получим минимальное время прессования, если момент посылки волны охлаждения выбрать таким, чтобы для всех элементов пакета достигалась необходимая площадь нагрева. Все расчеты можно вести для середины пакета, поскольку в этом случае условия отверждения заведомо будут выполнены и для всех остальных элементов пакета.

Волна нагрева — это, очевидно, подъем температуры с максимально допустимой по технологическому регламенту скоростью; волна охлаждения — охлаждение плит с максимально допустимой скоростью.

Итак, для выбора оптимальной граничной функции (т. е. температуры пресса) $T(0, t) = T(l, t)$, которая имеет вид трапеции (рис. 2), необходимо всего лишь определить момент начала охлаждения t_2 . Однако в реальных производственных условиях невозможно ввести термометр внутрь прессуемого пакета. Определить распределение температурного поля в пакете можно, решив для существующих условий уравнение теплопроводности.

При прессовании происходит уплотнение пакета, а, следовательно, изменение его плотности ρ , которая является поэтому не постоянной величиной, а функцией времени $\rho(t)$.

Коэффициент теплопроводности λ и теплоемкость c зависят от температуры. Отсюда следует, что в уравнении теплопроводности коэффициенты не будут постоянными величинами.

Толщина прессуемого пакета (20–60 мм) значительно меньше его длины (до 5000 мм) и ширины (до 1200 мм), поэтому пакет можно рассматривать как бесконечную пластину, пренебрегая теплопотерями с торцов пакета.

Подвод тепла в режиме нагрева и отвод тепла в режиме охлаждения осуществляются с двух сторон. Разность температур плит пресса по сторонам пакета невелика и составляет (при нормальном состоянии плит и паровых каналов — отсутствии засорений и пр.) — $1\text{--}2^\circ\text{C}$. Поэтому можно считать, что на обеих сторонах нашей идеализированной пластины действуют одинаковые граничные функции.

Перед началом прессования весь материал прогрет равномерно и, следовательно, начальная температура пластины $T_0 = \text{const}$.

Экспериментальные замеры температуры в прессуемом пластике показали, что по длине и ширине плиты температура практически одинакова. Это позволяет рассматривать одномерную задачу теплопроводности и считать, что направление теплового потока перпендикулярно плоскости плит.

Для определения динамики температурного поля необходимо решить уравнение теплопроводности

$$\text{div} [\lambda(T) \text{grad } T] = c(T) \rho(t) \frac{\partial T}{\partial t} \quad (3)$$

при граничных и начальных условиях

$$\begin{aligned} T(0, t) = T(l, t) &= f(t); \\ T(x, 0) &= T_0 = \text{const}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $f(t)$ — граничная функция, т. е. изменение температуры греющих плит пресса во времени;

l — толщина пакета.

Для решения уравнения (3) необходимо знать вид функций $\rho(t)$, $\lambda(T)$ и $c(T)$. Зная решение (3) при граничных условиях (4), т. е. найдя зависимость температуры в каждой точке пакета от времени при изменении температуры плит пресса по закону $f(t)$, можно попытаться решить обратную задачу, а именно: найти вид граничной функции $f(t)$, обеспечивающей выполнение площади нагрева для середины пакета.

Поставив перед собой такую задачу, обратимся сначала к определению вида функций $\rho(t)$, $\lambda(T)$, $c(T)$. В процессе прессования площадь F и масса m пакета не изменяются; изменяется только толщина пакета. Следовательно,

$$\rho(t) = \frac{m}{F} \cdot \frac{1}{l(t)}. \quad (5)$$

Для определения вида функции $l(t)$, т. е. изменения толщины пакета в процессе прессования, проведены эксперименты. Для этого штангенциркулем измеряли расстояние между плитами пресса (т. е. толщину пакета) через определенные промежутки времени. В результате для $l(t)$ получили эмпирическую формулу

$$l(t) = l_k \left[1 + d e^{-\frac{t}{\tau} \left(\frac{t}{\tau} + 1 \right)} \right], \quad (6)$$

где l_k — конечная толщина плит;
 d , τ — коэффициенты, зависящие от вида прессуемого материала и толщины пакета.

Подставляя формулу (6) в выражение (5), получим:

$$\rho(t) = \frac{\rho_k}{1 + d e^{-\frac{t}{\tau} \left(\frac{t}{\tau} + 1 \right)}}. \quad (7)$$

Здесь $\rho_k = \frac{m}{F l_k}$ — плотность готового пластика.

Коэффициент d представляет собой относительное уплотнение пакета

$$d = \frac{\rho_k - \rho_0}{\rho_0},$$

где ρ_0 — начальная плотность пакета.

Коэффициент τ , определяющий скорость уплотнения, для древеснослоистого пластика зависит от толщины. Эта зависимость может быть выражена эмпирической формулой

$$\tau(t) = 3,75 \cdot 10^{-3} l_k^2 - 0,15 l_k + 6,5.$$

Численные значения коэффициентов, характеризующих прессуемые материалы, приведены в таблице.

Коэффициент	Значение коэффициента для		
	древеснослоистого пластика	клееной фанеры	бакеллизированной фанеры
τ мин	Зависит от толщины	0,7—1	1—1,5
d	1	0,08—0,12	0,07—0,08
$\lambda_0 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	9,27	9,27	9,27
$c_0 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	1600	1600	1600
β 1/К	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,85 \cdot 10^{-3}$
α 1/К	$1,785 \cdot 10^{-3}$	$1,785 \cdot 10^{-3}$	$1,785 \cdot 10^{-3}$

Изменение теплоемкости и теплопроводности в зависимости от температуры можно выразить формулами

$$\begin{aligned} c(T) &= c_0 [1 + \alpha (T - 20)]; \\ \lambda(T) &= \lambda_0 [1 + \beta (T - 20)], \end{aligned} \quad (8)$$

При условиях (7) и (8) выражение (3) представляет собой нелинейное уравнение, решение которого не может быть получено в замкнутой аналитической форме.

Вычисляем дивергенции и заменяем дифференциалы конечными разностями. Разбив прессуемый пакет на n слоев по толщине и разрешив относительно искомой температуры, получим формулу для вычисления температурного поля в прессуемом пакете:

$$T_{i, k+1} = \frac{\lambda_0 \Delta t n^2}{c_0 \rho_k l_k^2 \left[1 + de^{-\frac{\kappa \Delta t}{\tau}} \left(\frac{\kappa \Delta t}{\tau} + 1 \right) \right] [1 + \alpha (T_{i, k} - 20)]} \times \\ \times \{ \beta (T_{i, k} - T_{i-1, k})^2 + [1 + \beta (T_{i, k} - 20)] (T_{i-1, k} + T_{i+1, k} - 2T_{ik}) \} + T_{i, k}, \quad (9)$$

где индексы i относятся к координате;
индексы k — ко времени.

Шаг по времени Δt определяется из условий сходимости вычислений при критерии Фурье $Fo \leq 0,5$

$$\Delta t = \frac{Fo c_0 \rho_0 l_k^2}{\lambda_0 n^2},$$

Контрольные замеры температуры в середине прессуемого пакета древеснослоистого пластика показали практически полное совпадение фактической температуры с расчетной, вычисленной на ЭВМ по формуле (9). Это дает возможность создать оптимальную систему управления процессом прессования древеснослоистых пластинок, обеспечивающую минимальное время прессования и полное отверждение связующего. Структура такой системы выглядит следующим образом.

Температура металла греющих плит пресса от термометра через аналого-цифровой преобразователь подается на вход управляющей ЭВМ. Эта температура является реальной граничной функцией. Управляющая ЭВМ непрерывно (с заданной скважностью) производит расчет температуры в середине пакета по формуле (9). После достижения серединой пакета температуры 126°C управляющая ЭВМ от внутренней программы проверяет выполнение условия $S \geq 50$, причем в качестве граничной функции, начиная с этого момента, служит линейное с заданной скоростью снижение температуры плит пресса (опять-таки от внутренней программы). В случае, если $S < 50$, ЭВМ переключается на реальную граничную функцию, воспринимает реальную температуру плит на следующем шаге, т. е. продолжается выдержка.

Таким образом, ЭВМ на каждом шаге проверяет, не будет ли выполнена требуемая площадь нагрева для середины пакета, если начать охлаждение с данного момента времени. При выполнении условия $S \geq 50$ на определенном шаге ЭВМ выдает команду на начало охлаждения пресса.

Такую оптимальную систему управления на базе ЭВМ Д-3-28 разрабатывают на кафедре автоматизации производственных процессов Ленинградской лесотехнической академии.

УДК 676.2.052.4/7

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ КОЛЕБАНИЙ СТАНИН И ФУНДАМЕНТОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

В. П. СИВАКОВ, А. А. САННИКОВ, А. М. ВИТВИНИН

Уральский лесотехнический институт

Современный этап развития целлюлозно-бумажной промышленности характеризуется модернизацией парка бумагоделательных машин (БМ) с целью повышения их производительности. Модернизация БМ, как правило, приводит к увеличению рабочих скоростей, сопровождающемуся возрастанием динамических нагрузок на агрегаты машин и интенсивность колебаний их станин и фундаментов [3]. Колебания понижают прочность и долговечность составных частей БМ и являются одной из причин, сдерживающих дальнейшее наращивание рабочих параметров машин.

Практический интерес представляет определение параметров колебаний и динамических характеристик (частот собственных колебаний и коэффициентов нарастания колебаний при резонансе, характеризующих затухание колебаний) станин и фундаментов БМ с целью определения оптимальных диапазонов скоростей машин, при работе в которых колебания не превышают предельных уровней.

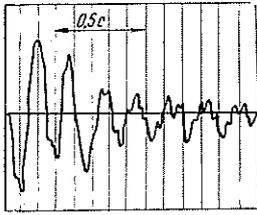


Рис. 1. Образец затухающих колебаний станин сушильной части БМ № 2 Камского ЦБК при возбуждении колебаний импульсным снятием нагрузки.

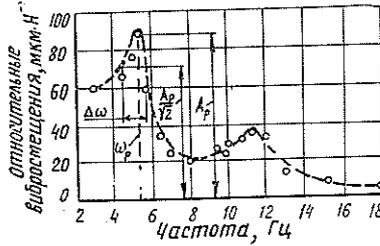


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика станин сушильной части БМ № 10 Солкамского ЦБК при возбуждении колебаний вибратором.

Современные БМ представляют собой технологические линии, состоящие из последовательно установленных агрегатов, динамические характеристики которых различны. Интенсивность колебаний агрегатов с увеличением рабочей скорости изменяется неодинаково: у одних возрастает, у других понижается. Поэтому для обоснования оптимальных скоростей конкретных БМ необходимо определять параметры их колебаний и динамические характеристики всех агрегатов.

Низшие частоты собственных колебаний станин и фундаментов агрегатов возбуждались импульсным приложением (ударом) и снятием нагрузки (разрывом тяги). По осциллограммам затухающих колебаний (рис. 1) определяли частоты собственных колебаний и коэффициенты нарастания колебаний при резонансе конструкции. Низшие частоты определяли также при возбуждении моногармонических колебаний в широком диапазоне частот с помощью пневматического низкочастотного вибратора с гармонической возбуждающей силой. Амплитудно-частотные характеристики станин, определенные при возбуждении колебаний вибратором, приведены на рис. 2. Заметим, что при возбуждении колебаний вибратором можно определить две-три низшие частоты собственных колебаний, что не представляется возможным получить при других методах возбуждения колебаний.

Для прогнозирования колебаний станин и фундаментов БМ при планируемом увеличении ее рабочей скорости измеряли параметры колебаний при разгоне всей машины или отдельно ее агрегатов. Зависимость вибросмещений станин и фундаментов от скорости БМ, определенная при разгоне БМ в диапазоне прогнозируемых рабочих скоростей, приведена на рис. 3.

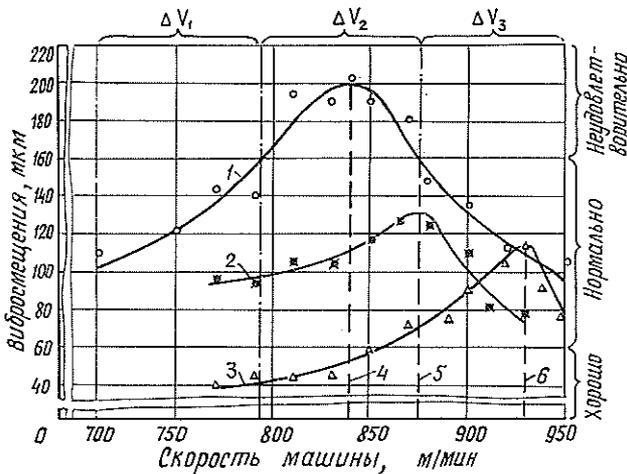


Рис. 3. Зависимость амплитуд вибросмещений станин составных частей бумагоделательной машины № 6 Балахинского ЦБК от скорости.

При возбуждении колебаний станин и фундаментов вибратором, а также разгоном БМ в интервале планируемых рабочих скоростей значения частот собственных колебаний определяли по резонансным пикам амплитудно-частотных характеристик. Коэффициенты нарастания колебаний при резонансе η_p определяли по ширине резонансного пика (рис. 2) по формуле

$$\eta_p = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}, \quad (1)$$

где ω_0 — частота собственных колебаний конструкции;
 $\Delta\omega$ — ширина резонансного пика.

Динамические характеристики конструкций, определенные различными методами, имеют близкие значения.

На рис. 3 для примера приведена зависимость амплитуд вибросмещений составных частей бумагоделательной машины № 6 Балахнинского ЦБК от скорости: сушильной части на уровне продольной балки станины (кривая 1); прессовой части на уровне верхней отметки станин (кривая 2); сеточного стола на регистрирующей балке (кривая 3). Критические скорости машины относительно станин показаны ординатами 4, 5, 6 соответственно для сушильной, прессовой и сеточной частей.

Из рис. 3 следует, что при работе БМ в диапазонах скоростей ΔV_1 и ΔV_3 уровни колебаний станин и фундаментов имеют значения, соответствующие оценкам «хорошо» и «нормально» [1]. Для надежной работы машины в планируемом интервале скоростей ΔV_2 необходимо предусмотреть мероприятия по снижению колебаний сушильной части. Колебания сеточного стола и прессовой части при работе машины в интервале ΔV_3 имеют уровни, не превышающие допустимых при оценке «нормально».

Приведенные на рис. 3 критические скорости машины $V_{кр}$ относительно станин определяли по формуле

$$V_{кр} = 60 \pi D f_0 / \eta \text{ м/мин}, \quad (2)$$

где D — диаметр вала, цилиндра — основного источника колебаний;
 f_0 — частота собственных колебаний станин, относительно которых определяли критическую скорость;
 η — коэффициент, учитывающий проскальзывание вала — источника колебаний относительно ведущего вала агрегата.

Работа машины в режиме, соответствующем критическим скоростям станины агрегатов, нежелательна.

Таким образом, определение динамических характеристик станин и фундаментов дает возможность выявить интервалы рабочих скоростей машины, в которых уровни колебаний БМ имеют допустимые значения. Исследования позволяют также выявить агрегаты, колебания которых следует снизить. Авторами разработана и Управлением главного механика Минлесбумпрома утверждена методика вибрационных испытаний бумагоделательного оборудования [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Методические рекомендации по ограничению колебаний бумагоделательного оборудования. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1976. — 16 с. [2]. Методическое руководство по вибрационным испытаниям технологического оборудования целлюлозно-бумажного производства. — Свердловск: УЛТИ, 1980. — 60 с. [3]. Санников А. А., Витвинин А. М., Королев Е. М. Колебания бумагоделательных машин и пути их уменьшения. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 128 с.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630*2:061,3

ГОДИЧНОЕ СОБРАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ЛЕСОВОДСТВА
И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ ВАСХНИЛ

15 марта 1983 г. состоялось годовое собрание академиков и членов-корреспондентов Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ.

С докладом об итогах работы за 1982 г. и задачах дальнейших научных исследований выступил академик-секретарь отделения акад. ВАСХНИЛ В. Н. Виноградов. Он рассказал о проделанной в истекшем году работе в области лесного хозяйства и агролесомелиорации. Научные учреждения лесного профиля продолжали исследования по комплексному решению крупных проблем, в частности, по разработке прогноза многоцелевого использования лесов и расширенного воспроизводства лесных ресурсов.

В области агролесомелиорации активизировались исследования по изучению средообразующей, природоохранной и социальной роли различных категорий защитных лесных насаждений.

Члены отделения, его научные учреждения сосредоточили свою деятельность в 1982 г. на проблемах решения Продовольственной программы, усиления мелкоративной, агрономической и экономической эффективности защитных лесных насаждений. Докладчик подчеркнул, что успех земледелию может обеспечить только экологическая оптимизация аграрных ландшафтов, т. е. соотношение и взаимное расположение культурных полей, лесных, луговых, водных и других угодий, имеющих значение для повышения их функциональной эффективности и стабильности.

В. Н. Виноградов обратил внимание на необходимость расширения научных исследований по повышению устойчивости защитных лесных насаждений, разработки теории их устойчивости. Также необходимо создать современную стройную теорию непрерывности и нестохастичности лесопользования, которая определила бы правильное и более полное использование леса и как ресурса, и как средообразователя. Отсутствие такой теории сдерживает реализацию принципа непрерывности и нестохастичности лесопользования, возведенного Основами лесного законодательства СССР в ранг закона. Необходимо более решительный переход к научному обоснованию допустимого минимума площади лесов на основе их компенсаторного потенциала в регионах, на континентах, всей поверхности Земли, чтобы не довести природные комплексы до непоправимых изменений.

«Роль агролесомелиорации в выполнении Продовольственной программы СССР» — такова тема доклада чл.-кор. ВАСХНИЛ Е. С. Павловского. Докладчик отметил, что ученые-агролесомелиораторы оказывают большую помощь в решении коренных вопросов интенсификации сельского хозяйства. Важный резерв увеличения площади пашни в стране — размытые малопродуктивные заовраженные земли, которые составляют около 45 млн. га только в европейской части СССР.

В настоящее время ВНИАЛМИ и институты-исполнители завершают исследования оптимальных параметров защитных насаждений на пахотных землях склонов. Подготовлены рекомендации по полному зарегулированию стока на водосборах Поволжья, центральных районов Нечерноземья и Западной Сибири созданием системы агролесомелиоративных лесных насаждений. ВНИАЛМИ разработал комплекс мер по повышению продуктивности лугопастбищных угодий. Сбор сена с улучшенных угодий на юге Нечерноземья составляет 70—75 ц/га, ЦЧП — 60—65 ц/га, в Нижнем Поволжье — 25—30 ц/га, в Западной Сибири — 35—40 ц/га. Затраты (80—150 р./га) окупаются за 1—2 года. В стране насчитывается около 330 млн. га естественных пастбищ, три четверти их расположено в сухой степи и пустынной зоне. Урожайность угодий всего 2—4 ц кормов с 1 га. Удвоить, а то и утроить отдачу таких пастбищ можно с помощью мелiorации разработанных ВНИАЛМИ пастбищезащитных, кормовых, заишковых и других систем насаждений.

Для дальнейшего увеличения производства продукции растениеводства и животноводства дан прогноз развития агролесомелиоративных работ. К 2005 г. предполагается площадь всех видов защитных насаждений расширить до 12,6 млн. га, что обеспечит защиту не менее 80 млн. га пашни и 25 млн. га пастбищ.

Начальник В/О Леспроект П. И. Мороз доложил об использовании аэрокосмических методов в лесном хозяйстве. Научно-исследовательскими и проектными организациями системы В/О Леспроект разработан новый метод инвентаризации и картографирования резервных лесов, базирующийся на применении цветных спектральных космических снимков. Этот метод позволяет получать проектную документацию для пла-

нирования и прогнозирования, а также решения комплекса природоохранных задач. Применение его в практике лесоустройства дало значительный экономический эффект.

Докт. с.-х. наук П. С. Пастернак выступил с докладом «Устойчивость лесных насаждений в степи и лесостепи УССР в связи с промышленным загрязнением атмосферы», в котором отметил, что загрязнение атмосферы промышленными выбросами предприятий приводит к накоплению токсических веществ в растениях и вызывает ухудшение роста и даже гибель лесных насаждений. Эти явления наблюдаются в ряде районов Украины с чрезмерной концентрацией промышленных предприятий. Устойчивость насаждений уменьшается с увеличением возраста. Исследованиями установлено, что жизнеспособность насаждений повышается при подкормке их минеральными удобрениями. Выявлены виды древесных пород, способные поглощать значительное количество хлора и тем самым очищать атмосферу. К ним относятся ясень обыкновенный, липа мелколистная, клен остролистный, клен серебристый, тополь белый. Пути повышения устойчивости насаждений, подвергающихся вредному влиянию токсических выбросов, различны и зависят от климатических, почвенных условий, состава древесных пород.

В докладе канд. с.-х. наук А. П. Йозуса «Семеноводство сосны для защитного лесоразведения в Нижнем Поволжье» говорилось о росте, продуктивности и устойчивости различных видов сосны в районе исследований, особенностях отбора маточников для семеноводства, экономической эффективности перевода семеноводства сосны на селекционно-генетическую основу.

В обсуждении докладов приняли участие И. С. Мелехов, М. И. Долгилевич, А. В. Альбенский, Н. А. Воронков, М. В. Рубцов, Н. Р. Письменный, А. И. Новосельцева, Н. Г. Петров, П. С. Обыденный, Б. И. Логгинов.

Выступавшие говорили о необходимости дальнейшего развития методов исследований в лесохозяйственной науке и разработке методов оценки конечных результатов в производстве, о совершенствовании системы финансирования в лесном хозяйстве, о расширении исследований в пойменных лесах и сельскохозяйственных угодьях на Европейском Севере.

Годичное общее собрание действительных членов и членов-корреспондентов Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ призвало ученых приложить все усилия к выполнению решений XXVI съезда КПСС, внедрению научных разработок, направленных на решение Продовольственной программы СССР, и успешному осуществлению программ научных исследований 1983 г. и XI пятилетки в целом.

А. Е. Митруков
ВАСХНИЛ

ЛАУРЕАТ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ

В 1983 г. Президиум Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина присудил золотую медаль им. Г. Ф. Морозова (за работы в области лесоведения, лесоводства и агролесомелiorации) академику ВАСХНИЛ Ивану Степановичу Мелехову за монографико-учебник «Лесоведение».



Иван Степанович Мелехов — крупный ученый в области лесоведения и лесоводства. Им опубликовано более 250 работ, в которых получили дальнейшее творческое развитие идеи учения о лесе Г. Ф. Морозова, подняты и раскрыты новые проблемы в области типологии леса и вырубок, лесной пирологии рубок главного пользования, повышения продуктивности лесов и др.

Монография-учебник «Лесоведение» (М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 408 с.) представляет большой интерес как для студентов вузов, так и для широкого круга научных и инженерно-технических работников лесного хозяйства.

«Лесоведение» И. С. Мелехова является дальнейшим развитием учения о лесе Г. Ф. Морозова. Используя материалы личных исследований, а также многочисленные зарубежные источники и отечественную специальную литературу, автор убедительно показал лес как сложную природную систему, находящуюся в постоянном развитии.

Книга состоит из пяти основных разделов: лес как природное явление, экология леса, возобновление леса, формирование леса, типология леса, раскрывающих в историческом аспекте возникновение и этапы развития учения о лесе. Учебник ценен и тем, что в нем теоретические положения сопровождаются практическими выводами и рекомендациями.

А. Е. Митруков
ВАСХНИЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. И. Минкевич, Г. А. Перцев, Т. А. Разугарова. Закономерности распространения и развития гнилей лиственницы в лесах горного Алтая	3
Б. И. Косников. К вопросу о сохранности семян березы в сухой степи	6
Н. И. Осипенко. Анализ заселенности сосны короedами в условиях Западного Полесья УССР	8
В. А. Алексеев. Влияние кампозана на прирост деревьев в молодняках	10
П. И. Войчал, А. И. Барабин. Возможность определения урожая ели методом расчета	14
И. Э. Рихтер. Динамика содержания азота в почве сосняка мшистого после внесения азотных удобрений	19
П. А. Трибун, М. В. Гаврилюк, Г. В. Юхимчук, Е. Б. Лопарева. Биохимические особенности молодых деревьев ели в насаждениях разной густоты	23
Ф. В. Кищенко, И. С. Глушенко. Моделирование роста и производительности высокопродуктивных сосняков Брянского массива	26
И. К. Блинов, П. Ф. Асютин. Динамика содержания хлорофилла и каротиноидов в хвое ели на дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах БССР	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Б. В. Уваров, Ю. Г. Яковенко. Определение минимально допустимой толщины замороженного слоя торфа на зимних лесовозных дорогах	34
А. В. Трофимов, В. Б. Прохоров, В. И. Миронов. Обоснование возможных направлений совершенствования систем лесозаготовительных машин	39
В. А. Шмелев, А. Ф. Кулиничев. Моделирование погрузочно-разгрузочных работ в леспромпхозах	43
А. М. Жигалов, Ю. Н. Красильников, Н. Н. Смирнов, М. А. Сенников. Об эксплуатационных качествах автолесовоза с дизельным двигателем	45
И. И. Федотов, Л. И. Громашева. Анализ долговечности бензиномоторной пилы МП-5 «Урал-2»	48
Г. Я. Суров. Взаимодействие плавающего пучка бревен с направляющим элементом сортировочного устройства	53
М. С. Городецкий. К определению производительности многопоточных установок с жесткой связью по загрузке	58

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Р. Е. Калитеевский, Л. И. Шматков. Определение основных технологических параметров автоматизированных линий для сортировки сырых пиломатериалов	64
А. П. Брагин. Совершенствование процессов механизированной сортировки пиловочного сырья	67
А. Б. Израелит, Р. М. Мурзич. Закономерности изменения поперечной деформации и коэффициентов трения древесностружечной композиции при пьезотермообработке	72
В. Д. Попов, Е. Н. Серов, С. А. Корзон. Инженерный расчет стыка	74
Е. М. Горячая, В. Г. Лесняк, В. Ф. Качан. Разработка технологии матирующей отделки щитов мебели с использованием люминесцентных источников ультрафиолетового излучения	78
А. М. Боробудин, С. Г. Карагаев, Н. П. Кожмякина, А. Б. Чубов. Влияние взаимного расположения сучков на прочность конструктивных пиломатериалов	82

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Т. А. Туманова, Ю. И. Дьяченко, Н. С. Вишневецкая. О применении спектрофотометрического метода определения содержания лигнина в целлюлозных материалах	88
Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова, Н. И. Крылова. Определенне содержания фурфурола в водных средах целлюлозных и гидролизных предприятий	92
М. А. Бубенчиков. Изменение смолистости опилок кедра корейского при холодно-щелочной обработке	98
Н. П. Старостенко. Расход основания на варку сульфитной вискозной целлюлозы из древесины березы	101

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Б. С. Петров, Хасан Али. Влияние процесса обновления ассортимента продукции на рентабельность мебельных предприятий	104
Т. В. Юркова. Исследование показателей оборачиваемости оборотных средств на фанерных предприятиях объединения Союзфанспичпром	105
В. А. Горбачев. Моделирование структуры перерабатывающих производств комплексного лесного предприятия	111

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

М. Д. Евдокименко. Пирологическая характеристика лесов в зоне центрального участка БАМа	115
В. Л. Бондарь, А. И. Коваленко. Почвозащитные свойства лесных насаждений	117
В. И. Корбут. Особенности лесных горючих материалов и развитие подстилочно-гумусовых пожаров	119
В. И. Егоров. Упрощенный способ аппроксимирования асимметричных и полимодальных законов распределения	122
Н. Д. Барабаш, Н. А. Чупрова, С. М. Релях. Углеводы хвой сосны	124
В. И. Крупенский, Т. В. Долгая, А. А. Волков. Комплексообразование алюминия (III), галлия (III), индия (III), хрома (III) и титана (III) с арабинозой и галактозой	126
Л. И. Генкин. Оптимальное управление процессом прессования древесных слоистых пластиков и бакелизированной фанеры	129
В. П. Сиваков, А. А. Санников, А. М. Витвинин. О прогнозировании колебаний станин и фундаментов бумагоделательных машин	132

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

А. Е. Митруков. Годичное собрание Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ	135
А. Е. Митруков. Лауреат золотой медали	137
Рефераты	142

CONTENTS

FORESTRY

<i>I. I. Minkevich, [G. A. Pertsev] T. A. Razugarova.</i> Regularities of spreading and development of larch roots in the Gorny Altay forests	3
<i>B. I. Kosnikov.</i> On the question of birch seedling's safety in the dry steppe	6
<i>N. I. Osipenko.</i> Analysis of populating pine trees by bark beetles in the conditions of the Ukraine Western Polesia	8
<i>V. A. Alekseev.</i> Influence of kampozan on the increment of trees in mixed young stands	10
<i>P. I. Voichal, A. I. Barabin.</i> The possibility of defining spruce crop by the method of calculation	14
<i>I. E. Rikhter.</i> The dynamics of nitrogen contents in the soil of moss pine-stands after introducing nitrogenous fertilizers	19
<i>P. A. Tribun, M. V. Gavrilyuk, G. V. Yukhimchuk, E. B. Lopareva.</i> Biochemical peculiarities of young spruce trees in plantations of various density	23
<i>F. V. Kishenkov, I. S. Glushenkov.</i> Modelling of growth and productivity of highly productive pine stands in Bryansk forests	26
<i>I. K. Blintsov, P. F. Asyutin.</i> Dynamics of chlorophyll and carotinoid contents in common spruce needles on sod-straw-podzol silty-loam soils of Byelorussia	30

FOREST EXPLOITATION

<i>B. V. Uvarov, Yu. G. Yakovenko.</i> The definition of minimum admissible thickness of frozen peat layer on winter logging roads	34
<i>A. V. Trofimov, V. B. Prokhorov, V. I. Mironov.</i> The basing of possible tendencies of improving logging machines' systems	39
<i>V. A. Shmelev, A. F. Kulinichev.</i> The modelling of loading and unloading work in lespromhozs	43
<i>A. M. Zhigalov, Yu. N. Krasilnikov, N. N. Smirnov, M. A. Sennikov.</i> On exploitation qualities of forest autotruck with a diesel engine	45
<i>I. I. Fedotov, L. I. Gromasheva.</i> The analysis of service life of a gasoline-motor saw MP-5 „Ural-2“	48
<i>G. Ya. Surov.</i> The interaction of floating bunch of logs with the guiding element of sorting device	53
<i>M. S. Gorodetsky.</i> To the determination of the productive capacity of multilined installations with rigid connection in loading	58

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>R. E. Kaliteevsky, L. I. Shmatkov.</i> The determination of the principal technological parameters of automatic lines for sorting wet sawn wood	64
<i>A. P. Bragin.</i> Improvement of mechanized saw log material sorting processes	67
<i>A. B. Izraelit, P. M. Murzich.</i> The regularities of changing lateral deformation and coefficient of friction of wood particle composition at piezo-heat treatment	72
<i>V. D. Popov, E. N. Serov, S. A. Korzon.</i> Engineer's joint calculation	74
<i>E. M. Garyachaya, V. G. Lesnyak, V. F. Kachan.</i> The working out of furniture panels' matting finish technology with the use of luminescent sources of ultra-violet emission	78
<i>A. M. Borodulin, S. G. Karataev, N. P. Kozhemyakina, A. B. Chubov.</i> The influence of mutual arrangement of knots on the strength of constructional lumber	82

CHEMICAL WOODWORKING

<i>T. A. Tumanova, Yu. I. Dyachenko, N. S. Vishnevskaya.</i> On the problem of the spectrophotometric method in application for the determination of lignin contents in pulp materials	88
<i>B. D. Bogomolov, O. F. Gorbunova, N. I. Krylova.</i> The determination of furfural contents in aqueous media of cellulose and hydrolysis plants	92
<i>M. A. Bubenchikov.</i> The change of contents of Korean cedar sawdust in the process of cold alkali treatment	98
<i>N. P. Starostenko.</i> Base charge for a cooking of birch wood sulphite ragon pulp	101

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>B. S. Petrov, Hassan Ali.</i> The influence of renovation process of product assortment and profitability of furniture plants	104
<i>T. V. Yurkova.</i> The research of the showings of the turnover of circulating assets at plywood enterprises of the Soyuzplanspichprom association	105
<i>V. A. Gorbachev.</i> The modelling of the structure of working productions of a complex forest enterprise	111

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>M. D. Eodokimenko.</i> Pyrological characteristic of forests in the central BAM zone section	115
<i>V. L. Bondar A. I. Kovalenko.</i> The soil-protective properties of forest plantations	117
<i>V. I. Korbut.</i> Peculiarities of forest combustible materials and development of ground litter-humus fires	119
<i>V. I. Egorov.</i> Simplified method of approximating of asymmetrical and poly-modal laws of distribution	122
<i>N. D. Barabash N. A. Chuprova, S. M. Repyakh.</i> Pine needle carbohydrates	124
<i>V. I. Krupensky, T. V. Dolgaya, A. A. Volkov.</i> Complex formation of aluminium (III), gallium (III), indium (III), chromium (III) and titanium (III) with arabinose and galactose	126
<i>L. I. Genkin.</i> Optimum operating in wood-plastic pressing	129
<i>V. P. Sivakov, A. A. Sannikov, A. M. Vitvinin.</i> On prognosticating the vibrations of papermaking machines' beds and seatings	132

SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS

<i>A. E. Mitrukov.</i> Annual meeting of the department of forestry and agroforestry-meliorations of the All-Union Academy of agricultural sciences named after Lenin	135
<i>A. E. Mitrukov.</i> Gold medal prize-winner	137
Referates	142

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*443.3

Заномерности распространения и развития гнилей лиственницы в лесах горного Алтая. МИНКЕВИЧ И. И., ПЕРЦЕВ Г. А., РАЗУГАРОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 3—5.

Приводятся данные о распространении и развитии стволовых гнилей лиственницы сибирской в насаждениях различных типов леса, классов возраста и бонитета. Показана связь диаметра и гнили с высотой и диаметром дерева в условиях горного Алтая. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*232.32(252.5)

К вопросу о сохранности семян березы в сухой степи. КОСНИКОВ Б. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 6—8.

На основании десятилетних исследований определена множественная линейная зависимость выхода стандартных семян березы повислой (бородавчатой) от среднегодовой температуры воздуха и содержания гумуса в пахотном слое почвы в экстремальных условиях юга Западной Сибири. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*416.4

Анализ заселенности сосны короедами в условиях Западного Полесья УССР. ОСИПЕНКО Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 8—10.

Исследована заселенность сосновых насаждений стволовыми вредителями в зависимости от их возраста и расстояния в глубь леса в условиях колебаний гидротермического режима атмосферы. Установлено, что с увеличением возраста насаждений устойчивость их против стволовых вредителей снижается. С удалением от опушек характер заселения деревьев становится менее выраженным. Табл. 1.

УДК 630*243.8 : 631.811.98

Влияние кампозана на прирост деревьев в молодняках. АЛЕКСЕЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 10—13.

Исследовано влияние водных растворов кампозана разной концентрации на прирост молодых деревьев березы, осины и сосны в первый год после опрыскивания крон. Предварительные данные свидетельствуют о высокой способности кампозана активно замедлять рост деревьев мелколиственных пород в высоту. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*232.312.9

Возможность определения урожая ели методом расчета. ВОИЧАЛЬ П. И., БАРАБИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 14—19.

Рассматривается вопрос о получении формул, показывающих связь урожая на 1 га (число и массу семян) с числом шишек в различных районах ареала ели. Полученные формулы полностью удовлетворяют практику, ибо при хороших и обильных урожаях дают в среднем ошибки от -1,5 до -3 %. Табл. 5. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*231.332

Динамика содержания азота в почве сосняка мшистого после внесения азотных удобрений. РИХТЕР И. Э. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 19—23.

Приводятся результаты изучения динамики гидролизуемого и аммиачного азота в почве сосняка мшистого после внесения аммиачной селитры в дозе 70—210 кг/га действующего вещества. Установлено, что содержание гидролизуемого азота при этом повышается. Продолжительность последствия удобрений не превышает 4 лет. В период максимального потребления азота сосной содержание и запас гидролизуемого и аммиачного азота в наиболее корнеобитаемом слое почвы снижаются. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*174.755:581.19

Биохимические особенности молодых деревьев ели в насаждениях разной густоты. ТРИБУН П. А., ГАВРИЛЮК М. В., ЮХИМЧУК Г. В., ЛОПАРЕВА Е. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 23—26.

Установлено, что молодые деревья ели, растущие в культурах разной густоты, различаются активностью окислительно-восстановительных ферментов и содержанием биологически активных веществ. Содержание общего количества фенольных соединений, нуклеиновых кислот, растворимых углеводов и активность каталазы и пероксидазы в хвое и лубе деревьев ели, растущих в изреженных насаждениях, выше, чем перегущенных. Выращивание изреженных культур ели имеет важное значение для профилактики повышения устойчивости ельников к корневой губке. Табл. 3. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*524

Моделирование роста и производительности высокопродуктивных сосняков Брянского массива. КИШЕНКОВ Ф. В., ГЛУШЕНКОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 26—30.

На материале 88 пробных площадей изучены особенности роста и продуктивности сосняков Ib и Ia классов бонитета. Составлены аналитические модели роста и производительности с учетом отпада, определенного на основе полного текущего прироста. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*161

Динамика содержания хлорофилла и каротиноидов в хвое ели на дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах БССР. БЛИНЦОВ И. К., АСЮТИН П. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 30—33.

Рассмотрено накопление хлорофилла и каротиноидов в хвое ельников кисличных, мшистых и черничных в течение вегетационного периода. Показана зависимость зеленых пигментов от типа леса, класса бонитета, возраста хвоя и времени исследования. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*383.2:625.731.001.24

Определение минимально допустимой толщины промороженного слоя торфа на зимних лесовозных дорогах. УБА-РОВ В. В., ЯКОВЕНКО Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 34—38.

Изложен расчет минимально допустимой толщины промороженного торфяного покрова на зимних лесовозных дорогах для основных марок лесовозных автопоездов и водополивочных машин. Для лесовозных автопоездов и водополивочных машин на базе автомобиля МАЗ-509А на болотах I типа она составляет 0,24 м, II — 0,30 м, III — 0,37 м; на базе автомобиля КрАЗ-255Л соответственно 0,19, 0,24 и 0,29 м. Ил. 3. Табл. 4. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*31

Обоснование возможных направлений совершенствования систем лесозаготовительных машин. ТРОФИМОВ А. В., ПРОХОРОВ В. В., МИРОНОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 39—42.

Получены выражения для расчета комплексной выработки на лесозаготовках и модель производительности труда на основном производстве, представленная отношением энергонасыщенности трудового процесса к удельной энергоемкости. Приведены уравнения, описывающие эти показатели для отдельных операций, машин и систем машин. На основании полученных формул намечены возможные направления повышения производительности труда на лесозаготовках. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*371

Моделирование погрузочно-разгрузочных работ в леспромпхозах. ШМЕЛЕВ В. А., КУЛИНИЧЕВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 43—45.

Рассмотрена работа погрузочно-разгрузочного комплекса леспромпхоза как системы массового обслуживания. Для установившегося режима определены основные характеристики комплекса, позволяющие оценить эффективность его работы. Исходя из минимума функции стоимости простоев механизмов и лесовозов, выбраны параметры комплекса, обеспечивающие его работу в оптимальном режиме. Ил. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.436:629.1-445.75

Об эксплуатационных качествах автолесовоза с дизельным двигателем. ЖИГАЛОВ А. М., КРАСИЛЬНИКОВ Ю. Н., СМЕРНОВ Н. Н., СЕННИКОВ М. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 45—48.

Рассмотрены тягово-динамические качества автолесовозов с дизельными двигателями и дано прогнозирование загрузки дизеля в эксплуатационных условиях. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*362.7.002.237

Анализ долговечности бензиномоторной пилы МП-5 «Урал-2». ФЕДOTOV И. И., ГРОМАШЕВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 48—53.

Оценена долговечность пилы, основных деталей и сборочных единиц; проанализированы причины преждевременной ут-

раты ресурса и намечены пути его увеличения; получена математическая зависимость, позволяющая определить вероятность утраты ресурса на любом отрезке времени эксплуатации пилы. Ил. 3.

УДК 630*378.5

Взаимодействие плавающего пучка бревен с направляющим элементом сортировочного устройства. СУРОВ Г. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 53—58.

Рассмотрено динамическое взаимодействие плавающего пучка бревен с направляющим элементом сортировочного устройства. Получены выражения для определения импульсной реакции, действующей на шарнир крепления элемента, положения центра удара, скорости движения элемента в конце удара. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*848.002

К определению производительности многопоточных установок с жесткой связью по загрузке. ГОРОДЕЦКИЙ М. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 58—63.

Разработана методика расчета производительности многопоточных установок с жесткой связью по загрузке. На конкретном примере показана величина потерь производительности в зависимости от количества потоков. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.09-791.8

Определение основных технологических параметров автоматизированных линий для сортировки сырых пиломатериалов. КАЛИТЕЕВСКИЙ Р. Е., ШМАТКОВ Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 64—67.

При внедрении на лесопильных предприятиях автоматизированных линий для сортировки сырых пиломатериалов по размерам поперечного сечения необходимо определить основные технологические параметры оборудования: производительность линии, число накопителей и их емкость. В результате решения задачи имитационного моделирования определяют необходимое число накопителей различной емкости при рассортировке определенного числа сечений пиломатериалов. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.093

Совершенствование процесса механизированной сортировки пиловочного сырья. БРАГИН А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 67—71.

Исследованы потоки сортированных бревен, получаемые перед распиловкой, при равенстве и неравенстве их сравнительных характеристик. В последнем случае установлена цикличность изменения объемов сухопутной перевалки бревен. Получены формулы для определения продолжительности цикла процесса сортировки, а также относительного сокращения объемов перевалки сырья в случае непосредственной отсортировки распиливаемых бревен в линии подачи в распиловку. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.812

Закономерности изменения поперечной деформации и коэффициентов трения древесностружечной композиции при

пъезотермообработке. ИЗРАЕЛИТ А. Б., МУРЗИЧ Р. М. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 72—74.

Установлены закономерности изменения коэффициента Пуассона и коэффициента трения древесностружечной композиции в зависимости от температуры и давления. Полученные зависимости можно использовать при конструировании прессов непрерывного действия. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*824:539.4.001.2

Инженерный расчет зубчатого стыка. ПОПОВ В. Д., СЕРОВ Е. Н., КОРЗОН С. А. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 74—78.

В статье дается приближенный расчет зубчатого стыка с решением задачи методом стержневой аппроксимации. Решение задачи осуществлено на ЭВМ «Минск-32» с использованием универсальной программы «Супер». Получены усилия в стержнях, линейные и угловые перемещения узлов. Изучено 24 геометрических параметров стыков. Разработаны таблицы коэффициентов, построены их графики и предложены формулы для проверки прочности зубчатого стыка. Ил. 4. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 674.07:667.613

Разработка технологии матирующей отделки щитов мебели с использованием люминесцентных источников ультрафиолетового излучения. ГАРЯЧАЯ Е. М., ЛЕСНЯК В. Г., КАЧАН В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 78—81.

Разработан матирующий состав фотохимического отверждения на базе лака ПЭ-250М и изучены режимные параметры его сушки под источниками ультрафиолетового излучения низкого давления. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*812

Влияние взаимного расположения сучков на прочность конструкционных пиломатериалов. БОРОДУЛИН А. М., КАРАТАЕВ С. Г., КОЖЕМЯКИНА Н. П., ЧУБОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 82—87.

Теоретически и экспериментально установлено, что взаимное расположение сучков по длине заготовки оказывает существенное влияние на прочность при растяжении. Это влияние различно для разных пород древесины и перестает быть значимым, начиная с некоторых минимальных расстояний. Результаты исследований позволяют нормировать допускаемые расстояния между сучками по длине заготовок из древесины сосны, лиственницы и осины, предназначенных для растянутой зоны конструкций. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 543.422:547.992.3:676.1.062

О применении спектрофотометрического метода определения содержания лигнина в целлюлозных материалах. ТУМАНОВА Т. А., ДЬЯЧЕНКО Ю. И., ВИШНЕВСКАЯ Н. С. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 88—91.

С целью выяснения возможности применения спектрофотометрического (СФМ) метода определения содержания лигнина по его собственному поглощению для характеристики небеленых целлюлоз и для контроля отбелного процесса определены значения удельного коэффициента поглощения лигнина $\epsilon_{уд. лигн}$ для различных образцов небеленых целлюлоз, а также для образцов, подвергнутых отбелке в различных режимах.

Сделан вывод, что для анализа небеленых целлюлоз СФМ методом необходимо сначала получить $\epsilon_{уд. лигн}$ для целлюлозы из древесины данной породы, полученной тем же способом. Показано, что использование СФМ метода для контроля процесса отбелки имеет ограниченное применение на начальной стадии этого процесса (хлорирование). Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 547.724.1

Определение содержания фурфурола в водных средах целлюлозных и гидролизных предприятий. БОГОМОЛОВ Б. Д., ГОРБУНОВА О. Ф., КРЫЛОВА Н. И. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 92—97.

Представлены результаты исследования фурфуролсодержащих вод методом прямого спектрофотометрирования и полярографии. Количественное определение фурфурола и оксиметилфурфурола проведено по интенсивности поглощения при 276,5—280,0 нм.

Полярографический анализ проведен в среде хлористого лития — гидроокиси лития. В качестве поверхностно-активного вещества добавлен лигнин. Нижний предел обнаружения фурфурола спектрофотометрическим методом составил 0,0001 мг/мл. Применение метода переменной осциллополярографии позволяет определять фурфурол при концентрации 0,00005—0,0001 мг/мл, сравнимой с концентрацией при спектрофотометрическом методе. Ил. 4. Библиогр. список: 16 назв.

УДК 630*812:674.032.15

Изменение смолистости опилок кедр корейского при холодно-щелочной обработке. БУБЕНЧИКОВ М. А. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 98—101.

Приведены результаты экспериментального исследования влияния условий холодно-щелочной обработки «мягких» отходов кедр корейского в виде опилок. Изучено влияние размеров частиц исходных опилок, концентрации холодной щелочи, продолжительности и гидромодуля пропитки на содержание смолистых веществ, зольность и выход твердого остатка после обработки. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.031.1/3:676.16.022

Расход основания на варку сульфитной вискозной целлюлозы из древесины березы. СТАРОСТЕНКО Н. П. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 101—103.

Лабораторными и производственными варками древесины березы с кислотой на натриевом основании установлено, что расход связанного SO_2 на варку вискозной целлюлозы соответствовал 3,75 % от массы абсолютно сухой древесины. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 658.155:684

Влияние процесса обновления ассортимента продукции на рентабельность мебельных предприятий. ПЕТРОВ В. С., ХАСАН АЛИ. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 104—105.

УДК 658.153.8

Исследование показателей оборачиваемости оборотных средств на фанерных предприятиях объединения Союзфанспичпром. ЮРКОВА Т. В. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1983, № 3, с. 105—111.

Рассматриваются вопросы совершенствования показателей оборачиваемости оборотных средств, предлагается новый порядок расчета длительности оборота

оборотных средств, приводятся результаты расчетов оборачиваемости по фактическим предприятиям объединения Союзфансипчпром. Ил. 1. Табл. 2.

УДК 658.5 : 330.115

Моделирование структуры перерабатывающих производств комплексного лесного предприятия. ГОРБАЧЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 111—114.

Рассматривается экономико-математическая модель формирования оптимальной структуры перерабатывающих производств на лесном предприятии и динамика их развития в условиях организации предприятия непрерывного действия. Ил. 3. Табл. 2.

УДК 630*431.2 : 630*432.22/23

Пирологическая характеристика лесов в зоне центрального участка БАМа. ЕВДОКИМЕНКО М. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 115—117.

Приведены результаты исследований и шкала природной пожароопасности лесов в зоне БАМа. На этой основе предлагается оптимизировать маршруты и периодичность патрулирования лесов для повышения их пожарной охраны. Табл. 2.

УДК 630*116.64

Почвозащитные свойства лесных насаждений. БОНДАРЬ В. Л., КОВАЛЕНКО А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 117—119.

Изучены водно-физические и агрохимические свойства почвы под различными по составу 19—23 летними искусственными лесными насаждениями, в Каневском районе Черкасской области. Установлено, что за этот период в слое почвы 0—10 см под насаждениями уменьшилась плотность слоения почвы, увеличилось содержание водопрочных агрегатов, возросла водопроницаемость, что способствует улучшению противоэрозийной устойчивости почвы. Отмечена почвообразующая роль лесных насаждений, о чем свидетельствует возрастание в верхних слоях подвижных форм азота, фосфора и калия. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*431

Особенности лесных горючих материалов и развитие подстилочно-гумусовых пожаров. КОРБУТ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 119—122.

Приведены результаты исследования запасов, мощности, структуры, а также динамика влажности лесных горючих материалов в зависимости от местоположения их в насаждении. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*377.45

Упрощенный способ аппроксимирования асимметричных и полимодальных законов распределения. ЕГОРОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 122—123.

Предложен упрощенный способ аппроксимирования асимметричных и полимодальных законов распределения на основе формулы распределения на основе формулы распределения смеси. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 581.192:67.137

Углеводы хвои сосны. БАРАБАШ И. Д., ЧУПРОВА Н. А., РЕЙХ С. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 124—126.

В хвое сосны обыкновенной, собранной ежесезонно в осенне-зимний период (октябрь—март), методом количественной хроматографии на бумаге определено содержание водорастворимых низкомолекулярных углеводов, а также изучен состав гидролизатов легко- и трудногидролизуемых полисахаридов. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 547.455+546.3

Комплексообразование алюминия (III), галлия (III), индия (III), хрома (III) и титана (III) с арабинозой и галактозой. БРУНЦЕНСКИЙ В. И., ДОЛГАЯ Т. В., ВОЛКОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 126—128.

Спектрофотометрическими методами изучено комплексообразование в шлолон среде между арабинозой либо галактозой и катионами трехвалентных металлов. Найдено, что все катионы образуют с арабинозой и галактозой комплексы состава 1 : 1. По диаграммам молярных серий рассчитаны эффективные константы устойчивости монокомплексов арабинозы и галактозы. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*865.02

Оптимальное управление процессом прессования древесных слоистых пластин и банелизированной фанеры. ГЕННИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 129—132.

Разработан метод расчета температурного поля в древеснослоистом пластике с учетом переменной плотности, теплопроводности и теплоемкости. Получена формула, выражающая условия полного отверждения связующего, и предложена система оптимального управления процессом прессования, обеспечивающая минимум времени прессования и полное отверждение связующего для пластинкой любой толщины. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 676.2.052.47.7

О прогнозировании колебаний станин и фундаментов бумагоделательных машин. СИВАКОВ В. П., САЙНИКОВ А. А., ВИТВИНИН А. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 132—134.

Рассмотрены вопросы экспериментальных исследований динамических характеристик станин и фундаментов бумагоделательных машин. Установлено, что комплексные исследования динамических характеристик станин и фундаментов бумагоделательных машин дают возможность выявить интервалы рабочих скоростей, в которых уровни колебаний бумагоделательных машин имеют минимальные значения. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*2.061.3

Годичное собрание Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИИ. МИТРУКОВ А. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 135—136.

Лауреат золотой медали. МИТРУКОВ А. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 137.