

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

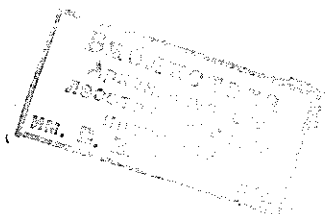
Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

4

1991



АРХАНГЕЛЬСК

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), проф. О. М. Соколов (зам. гл. редактора), проф. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), проф. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), канд. техн. наук Н. Г. Багаев, проф. С. П. Бойков, проф. Ю. Г. Бутко, проф. А. В. Веретеников, проф. Е. Д. Гельфанд, проф. И. И. Гусев, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. А. Н. Кириллов, проф. Н. П. Коваленко, проф. Э. Д. Левин, проф. Е. Г. Мозолевская, доц. Э. А. Неволин, проф. А. Н. Обливин, проф. А. Р. Родин, д-р биол. наук Л. П. Рысин, проф. В. П. Рябчук, проф. Е. Д. Сабо, проф. В. И. Санев, канд. с.-х. наук С. Г. Синицын, проф. Н. И. Федоров, проф. В. Я. Харитонов, канд. с.-х. наук Г. А. Чибисов, проф. Г. М. Шутов, проф. В. В. Щелкунов, проф. А. А. Эльберт.

Ответственный секретарь Р. В. Белякова.

«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, рекламные материалы и объявления. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4

Редакторы Н. П. Бойкова, Л. С. Окулова. Корректор Л. Л. Аксенова.

Сдан в набор 21.06.91. Подписан в печать 24.09.91.
Форм. бум. 70 × 108^{1/8}. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отг. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1300 экз. Заказ 3806. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева

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

Типография издательства «Правда Севера», 163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*52

СОРТИМЕНТНАЯ СТРУКТУРА СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

И. И. ГУСЕВ, С. В. КОПТЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Для рационального использования вовлекаемых в эксплуатацию лесов важно правильно установить сортиментную структуру древостоев, характеризующуюся выходом разнообразной деловой древесины по категориям крупности и сортам, а также дров. Потребительский рынок северотаежного региона обусловлен наличием крупных лесопильных и целлюлозно-бумажных комбинатов. Поэтому их посортиментные задания в отдельные годы включают до 90 % пиловочника и балансов. Из оставшейся части круглых лесоматериалов заготавливают рудстойку, стройлес, судостройлес, шпальник, тарный, фанерный кряж и др. (табл. 1).

Таблица 1
Фактическая заготовка деловой древесины по концерну Северолес

Сортимент	Процент деловой древесины по пятилеткам				
	1966— 1970	1971— 1975	1976— 1980	1981— 1985	1986— 1990
Пиловочник	48,4	53,4	50,0	44,8	47,9
Стройлес и подтоварник	15,5	12,2	5,1	2,5	3,9
Рудстойка	11,0	9,6	7,8	6,1	3,2
Судостройлес	0,8	0,4	0,3	0,2	0,1
Столбы	2,4	1,4	0,4	0,3	0,3
Тарный и клепочный кряж	1,6	1,9	1,0	0,3	0,7
Балансы	17,5	18,8	32,9	43,5	41,7
Шпальник	1,7	1,3	1,1	1,0	0,8
Фанерный кряж	—	0,3	1,2	1,1	1,3
Прочая деловая древесина	1,1	0,7	0,2	0,2	0,2

Для оценки сортиментной структуры северотаежных ельников применяются таблицы [9], составленные в соответствии с ГОСТ 9463—72 на круглые лесоматериалы [2], ОСТ 13—76—79 на сырье для технологической переработки [10] и др. В основу расчетов положены таблицы объемов стволов по разрядам высот разновозрастных ельников [5, 7]. Согласно схеме районирования таблицы имеют обширный район применения, включающий северную, среднюю и южную подзоны тайги [9, 13]. В новом ГОСТ 9463—88 на круглые лесоматериалы [3], в отличие от предыдущего [2], выделены три сорта деловой древесины. Изменились и нормы представленности пороков, ограничивающие сортность. Увеличены допустимые размеры сучьев в древесине всех сортов, гнилей и кривизны в древесине 3-го сорта. Кроме того, учтены сложная возрастная структура и связанная с нею повышенная фаунтность северотаежных ельников, большая сбежистость стволов, соотношение диаметров и высот и др. [7, 8].

Для изучения сортиментной структуры ельников в Холмогорском районе Архангельской области, Ухтинском и Удорском районах Коми

Таблица 2
Опытные материалы

Разряд высот	Число пробных площадей, шт.	Число деревьев, шт.
III	4	227
IV	12	816
V	15	992
VI	4	270
Итого	35	2305

ССР заложены 35 пробных площадей с рубкой 2305 деревьев (по 25...30 на пробе), в том числе 5 — со сплошной рубкой (табл. 2). Опытными материалами представлены ельники северной подзоны тайги. Использованы также массовые данные глазомерной таксации, характеризующие распределение древостоев по разрядам высот. Пробные площади закладывали согласно методике, разработанной авторами с учетом работ А. Г. Мошкалева и др. [1, 12, 14] и требований ОСТ 56—69—83

на пробные площади лесоустроительные [11]. Для закладки проб подбирали древостой, средние по полноте и породному составу для разных разрядов высот, установленных по соотношению диаметров и высот 15...20 деревьев разной толщины. Все срубленные на пробах деревья раскряжевывали в соответствии с ГОСТ 9463—88 на круглые лесоматериалы хвойных пород [3] и ТУ 13-0273685-404—89 на дровяную древесину для технологической переработки [15]. При этом выход наиболее ценных сортиментов с учетом допустимых пороков был максимальным. Всего получено около 7 тыс. сортиментов, объем которых определяли по таблицам ГОСТ 2708—75 [4]. Объем сортиментов без коры, коры, дров в коре, а также вершинок, относящихся к отходам, выражали в процентах от общего объема ствола в коре. Для каждого сортимента отмечали категорию крупности, наименование, сорт. К крупным относили кряжи с диаметром в верхнем отрезе без коры 25,0 см и более, к средним-1 от 19,0 до 24,9 см, средним-2 от 13,5 до 18,9 см и мелким от 13,4 до 5,5 см [14].

Точность определения выхода сортиментов по таблицам зависит от подбора шкалы разрядов высот. Для ельников Европейского Севера разработаны две шкалы: для разновозрастных и разновозрастных древостоев [5, 7]. Оценку производили по относительным высотам, приняв за единицу высоту базовой ступени 20 см [5]. Предварительная группировка опытных материалов по разрядам не показала достоверного различия в относительных высотах, поэтому был составлен общий средний ряд для всех пробных площадей. Согласно данным о степени соответствия различных кривых относительных высот для северотаежных ельников лучше подходит шкала разрядов высот разновозрастных древостоев (табл. 3).

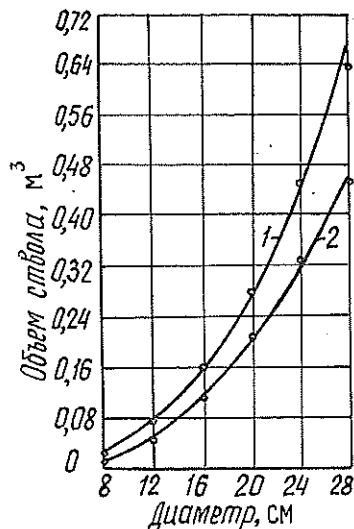
Таблица 3

Относительные высоты еловых древостоев

Диаметр, см	Относительная высота с основной ошибкой			Критерий Стьюдента между рядами	
	Опытные данные (Оп)	Одновозрастные древостой (О)	Разновозрастные древостой (Р)	Оп — О	Оп — Р
8	0,41 ± 0,0083	0,47 ± 0,0080	0,44 ± 0,0096	5,2	2,4
12	0,64 ± 0,0062	0,68 ± 0,0050	0,65 ± 0,0123	4,9	0,7
16	0,84 ± 0,0045	0,85 ± 0,0031	0,84 ± 0,0065	1,9	0,0
20	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0
24	1,13 ± 0,0043	1,11 ± 0,0031	1,13 ± 0,0084	3,8	0,0
28	1,24 ± 0,0089	1,20 ± 0,0047	1,24 ± 0,0125	4,0	0,0
32	1,32 ± 0,0125	1,27 ± 0,0064	1,34 ± 0,0175	3,6	0,9
36	1,40 ± 0,0150	1,34 ± 0,0087	1,42 ± 0,0208	3,5	0,8

Сравнение объемов стволов по ступеням толщины и разрядам высот разновозрастных ельников [7] с опытными данными показало, что расхождение не превышает $\pm 5\%$, т. е. находится в пределах требуемой точности (см. рисунок). Средняя квадратичная ошибка объемных таблиц равна $\pm 3,9\%$.

Изменение объема стволов по ступеням толщины в северотаежных ельниках: 1, 2 — по таблицам [7] соответственно для IV и VI разрядов, фактические данные для этих же разрядов показаны точками



Исходным материалом при составлении сортиментных таблиц послужил фактический средний выход сортиментов разных категорий крупности и наименований по ступеням толщины и разрядам высот. По математическим моделям производили выравнивание процентов выхода сортиментов крупной древесины, средней-1, средней-1 и 2, итого деловой, технологического сырья, дров, отходов. Процент мелкой древесины получали, вычитая из суммы деловой древесины крупную и всю среднюю; процент средней-2 — как разность всей средней и средней-1. Уравнения для аппроксимации выбирали по минимуму основной ошибки и остаточной дисперсии. Учитывали корреляционное отношение. Выравнивание производили по уравнению

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3, \quad (1)$$

где y — выход сортимента, %;
 x — диаметр ствола на высоте груди, см.

Для средней-1 и средней в целом деловой древесины модель (1) дает хорошие результаты выравнивания при ступенях толщины до 40...44 см. Для остальных ступеней данные брали по фактическим точкам. Коэффициенты уравнений по категориям древесины и разрядам высот приведены в табл. 4. Расхождения в выходе сортиментов по моделям и скорректированным таблицам составили 0,1...2,5%. В окончательном варианте в сортиментных таблицах проценты округляли до десятых долей. В пределах категорий крупности деловую древесину распределяли по сортам на основе данных фактической разделки. Сортиментные таблицы в соответствии с «Требованиями к сортиментным и товарным таблицам для таксации древостоев» [12] составляли в трех вариантах, один из которых приведен в табл. 5.

Деловую древесину распределяли на сортименты с учетом структуры и потребности народного хозяйства (см. табл. 1). Выход отдельных сортиментов устанавливали с таким расчетом, чтобы в наиболее распространенных северотаежных ельниках получить продукцию, удовлетворяющую традиционный спрос ЛДК, ЦБК и других предприятий Архангельского промузла (табл. 6).

Согласно принятым требованиям [14] точность определения объема стволов и запаса древостоев по таблицам не должна быть ниже

Таблица 4

Коэффициенты математических моделей сортиментных таблиц
северотаежных ельников

Сортимент	Разряд высот	Коэффициенты уравнений			
		a	b	c	d
Деловая древесина: крупная	III	-623,576	42,8278	-0,89161	0,00630
	IV	-668,000	46,9057	-1,01966	0,00758
	V	-527,813	35,0940	-0,70177	0,00256
	VI	-399,576	24,6460	-0,43453	0,00256
средняя-1	III	-1183,48	121,225	-3,87191	0,03972
	IV	-1139,92	115,626	-3,66061	0,03727
	V	-1080,86	108,661	-3,41198	0,03449
	VI	-938,541	92,4732	-2,83412	0,02795
средняя-1 и 2	III	-640,724	77,4308	-2,66425	0,02852
	IV	-575,137	68,9504	-2,33567	0,02461
	V	-532,576	62,9704	-2,09423	0,02166
	VI	-456,751	53,1127	-1,71007	0,01706
Итого	III	53,7121	3,06129	-0,09005	0,00083
	IV	47,4606	3,45375	-0,09800	0,00088
	V	43,4191	3,58923	-0,09772	0,00085
	VI	26,5840	5,82785	-0,19364	0,00210
Сырье технологическое	III	24,0640	-2,17240	0,06447	-0,00059
	IV	26,4610	-2,34013	0,06872	-0,00063
	V	26,5170	-2,20736	0,06031	-0,00052
	VI	27,8473	-2,27416	0,06169	-0,00054
Дрова топливные	III	5,03636	-0,36186	0,01248	-0,00011
	IV	6,70909	-0,51830	0,01661	-0,00014
	V	9,67334	-0,82397	0,02413	-0,00020
	VI	14,2278	-1,40619	0,04583	-0,00046
Отходы	III	14,9939	-0,15880	-0,00382	0,00081
	IV	19,3697	-0,59532	0,01267	-0,00010
	V	20,1454	-0,51464	0,01340	-0,00013
	VI	28,2315	-1,56478	0,05620	-0,00065

$P = \pm 4 \%$, а по выходу отдельных сортиментов $P_c = \pm PK$, где K — коэффициент, зависящий от доли сортимента в общем запасе:

Доля запаса, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Коэффициент	1,00	1,12	1,28	1,11	1,50	1,70	1,87	2,20	3,02	5,06

На всех опытных пробных площадях доля отдельных сортиментов была вычислена по фактическим данным и составленным сортиментным таблицам. Из табл. 7 видно, что систематическая ошибка колеблется от +0,2 до +2,4 %, а средняя квадратичная не превышает $\pm 3,8 \%$, т. е. находится в пределах требуемой точности.

С учетом доли сортиментов в общем запасе древостоя и поправочного коэффициента на точность ошибка выхода сортиментов по нашим сортиментным таблицам не превышает допустимой. При этом подтверждается закономерное уменьшение ошибки с увеличением доли сортиментов (табл. 8). Фактическое среднее расхождение определено по материалам 10 пробных площадей со сплошной рубкой и раскряжевкой стволов на сортименты, причем 5 проб заложены в средней подзоне тайги, но в пределах одного северотаежного лесотаксационного района для сортиментных и товарных таблиц [9].

На точности таксации сказывается недостаточная представленность толстомерных ступеней толщины в сортиментных таблицах [13],

Таблица 5

Сортиментно-сортные таблицы северотаежных ельников

Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола в коре, м ³	Деловая древесина по категориям крупности и сортам, %															Итого деловой	Сырье для технологической переработки, %	Дрова топливные, %	Отходы, %	
			крупная				средняя-1				средняя-2				мелкая							
			1	2	3	Итого	1	2	3	Итого	1	2	3	Итого	2	3	Итого					
Разряд высот III																						
8	9,1	0,027	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62,6	10,3	72,9	72,9	10,9	2,7	13,5	
12	12,5	0,075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73,7	5,3	79,0	79,0	6,0	2,3	12,7	
16	15,4	0,159	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,2	19,9	7,8	32,9	46,7	3,4	50,1	83,0	
20	18,3	0,286	—	—	—	—	1,5	3,0	4,5	9,0	16,4	24,6	18,0	59,0	15,9	1,7	17,6	85,6	1,4	2,0	11,0	
24	20,7	0,430	—	—	—	—	12,0	17,0	15,0	44,0	5,6	19,0	8,6	33,2	8,6	1,0	9,6	86,8	0,9	2,1	10,2	
28	23,2	0,695	3,4	5,5	5,5	14,4	11,9	19,5	17,2	48,6	2,9	11,3	2,8	17,0	7,0	—	7,0	87,0	1,3	2,4	9,3	
32	25,5	0,993	10,3	16,0	14,9	41,2	3,8	14,6	10,6	29,0	0,7	7,0	3,3	11,0	5,5	—	5,5	86,7	1,7	2,7	8,9	
36	27,3	1,360	10,6	23,4	22,4	56,4	2,0	9,9	5,9	17,8	—	5,7	2,3	8,0	4,2	—	4,2	86,4	2,1	3,1	8,4	
40	29,0	1,760	8,4	30,8	25,8	65,0	1,8	6,2	3,6	11,6	—	3,8	2,6	6,4	3,0	—	3,0	86,0	2,3	3,6	8,1	
44	30,0	2,100	4,3	36,6	30,1	71,0	0,8	4,2	2,0	7,0	—	3,2	2,2	5,4	2,4	—	2,4	85,8	2,5	4,0	7,7	
48	31,0	2,600	2,2	39,5	33,5	75,2	0,6	2,7	0,5	3,8	—	3,1	1,7	4,8	1,4	—	1,4	85,2	2,7	4,4	7,7	
52	32,0	3,100	1,1	40,4	36,0	77,5	—	1,3	0,9	2,2	—	2,0	2,0	4,0	1,0	—	1,0	84,7	2,9	4,8	7,6	
Разряд высот IV																						
8	8,1	0,024	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60,8	8,5	69,3	69,3	11,8	3,6	15,3	
12	11,1	0,067	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71,1	5,2	76,3	76,3	6,8	2,6	14,3	
16	13,9	0,142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3	18,2	6,5	31,0	47,4	3,3	50,7	81,7	3,5	2,0	12,8
20	16,4	0,256	—	—	—	—	1,3	3,2	2,0	6,5	15,4	24,8	17,6	57,8	19,0	1,0	20,0	84,3	1,9	1,8	12,0	
24	18,8	0,388	—	—	—	—	11,0	17,0	13,8	41,8	5,3	19,1	9,6	34,0	10,3	—	10,3	86,1	1,1	1,6	11,2	
28	20,9	0,622	2,2	5,4	4,4	12,0	11,2	19,4	16,4	47,0	3,0	13,0	3,0	19,0	8,2	—	8,2	86,2	1,1	1,7	11,0	
32	22,8	0,881	9,3	13,9	13,9	37,1	4,4	14,1	11,5	30,0	1,1	9,6	2,3	13,0	6,0	—	6,0	86,1	1,2	2,1	10,6	
36	24,5	1,190	9,4	21,9	20,7	52,0	1,8	10,2	6,3	18,3	—	8,3	2,0	10,3	5,1	—	5,1	85,7	1,7	2,5	10,1	
40	26,0	1,560	7,4	29,9	24,7	62,0	1,4	6,8	4,5	12,7	—	5,0	2,0	7,0	3,8	—	3,8	85,5	2,0	3,0	9,5	
44	27,3	1,980	3,2	34,4	30,2	67,8	0,9	4,6	2,3	7,8	—	4,4	2,0	6,4	3,0	—	3,0	85,0	2,3	3,4	9,3	
48	28,4	2,450	1,1	37,9	33,4	72,4	0,6	3,3	1,3	5,2	—	3,2	2,0	5,2	2,0	—	2,0	84,8	2,5	3,8	8,9	
52	29,2	2,950	1,1	39,5	33,8	74,4	0,5	2,4	1,2	4,1	—	2,9	1,9	4,8	1,2	—	1,2	84,5	2,6	4,2	8,7	

Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола в коре, м ³	Деловая древесина по категориям крупности и сортам, %															Сырье для технологической переработки, %	Дрова топливные, %	Отходы, %				
			крупная				средняя-1				средняя-2				мелкая						Итого деловой			
			1	2	3	Итого	1	2	3	Итого	1	2	3	Итого	2	3	Итого							
Разряд высот V																								
8	7,2	0,021	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55,2	10,8	66,0	66,0	12,7	4,5	16,8
12	9,8	0,059	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67,8	6,2	74,0	74,0	7,7	3,0	15,3
16	12,3	0,125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,1	10,2	9,1	28,4	47,4	4,0	51,4	79,8	4,1	1,8	14,3	
20	14,5	0,223	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	16,6	0,362	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	18,5	0,544	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	20,1	0,767	2,1	4,2	3,1	9,4	9,7	20,5	14,8	45,0	3,0	13,3	5,2	21,5	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	21,7	1,050	8,3	14,3	10,7	33,3	7,8	13,1	10,5	31,4	1,9	9,7	3,0	14,6	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	23,0	1,360	5,2	29,2	24,0	58,4	3,5	6,0	4,3	13,8	0,9	5,5	1,8	8,2	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	24,0	1,730	2,1	34,9	27,6	64,6	2,3	3,9	3,1	9,3	0,8	5,1	1,6	7,5	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	25,1	2,140	1,1	36,9	30,4	68,4	1,5	3,0	2,3	6,8	0,7	5,1	1,0	6,8	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	25,8	2,580	1,0	37,0	33,0	71,0	1,0	2,9	2,1	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Разряд высот VI																								
8	6,2	0,018	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	8,5	0,051	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	10,6	0,108	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	12,6	0,193	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	14,4	0,311	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	16,0	0,464	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	17,5	0,655	1,5	3,0	1,5	6,0	9,7	21,1	12,2	43,0	3,0	14,8	5,8	23,6	11,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	18,8	0,885	3,4	13,5	11,2	28,1	7,9	13,9	11,2	33,0	2,8	10,4	3,0	16,2	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	19,9	1,150	4,0	19,4	20,4	43,8	5,6	9,1	7,1	21,8	1,8	9,0	1,7	12,5	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	20,9	1,460	6,3	25,4	23,3	55,0	3,3	6,6	4,9	14,8	0,9	6,8	1,3	9,0	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	21,7	1,790	5,4	29,1	27,1	61,6	2,0	4,7	3,3	10,0	0,8	6,4	1,2	8,4	4,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			3,3	32,1	30,0	65,4	1,8	3,5	2,9	8,2	0,8	5,6	1,2	7,6	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

И. И. Гусев, С. В. Комлев

Таблица 6

Сортиментные таблицы северотаежных ельников

Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола в коре, м³	Деловые деревья											Дровяные деревья					
			Деловые сортименты, % от объема ствола в коре											Дрова, %		Отходы, %	Дрова, %		Отходы, %
			Пиловочник	Стройлес и подтоварник	Судостройлес	Рудстойка	Столбы	Тарный и клепочный кряж	Баласы	Шпальник	Фанерный кряж	Прочая деловая древесина	Технологическое сырье	Топливные	Технологическое сырье		Топливные		
Разряд высот III																			
8	9,1	0,027	—	—	—	10,6	—	—	62,0	—	—	0,3	10,9	2,7	13,5	73,2	15,4	11,4	
12	12,5	0,075	—	—	—	12,4	—	—	66,2	—	—	0,4	6,0	2,3	12,7	63,6	27,2	9,2	
16	15,4	0,159	7,0	6,0	—	9,8	—	4,6	55,0	—	—	0,6	3,0	2,0	12,0	53,7	39,0	7,3	
20	18,3	0,286	27,2	8,2	—	7,2	2,5	2,5	36,6	1,0	—	0,4	1,4	2,0	11,0	43,6	51,0	5,4	
24	20,7	0,430	41,6	7,0	—	5,0	2,2	1,6	27,0	2,2	—	0,2	0,9	2,1	10,2	34,5	61,6	3,9	
28	23,2	0,695	47,5	4,3	3,6	3,2	1,8	0,5	19,4	3,2	3,5	—	1,3	2,4	9,3	27,7	69,5	2,8	
32	25,5	0,993	50,4	3,2	5,5	1,8	1,1	—	15,2	4,0	5,5	—	1,7	2,7	8,9	23,1	74,6	2,3	
36	27,3	1,360	52,5	2,0	8,7	1,2	0,5	—	11,3	3,8	6,4	—	2,1	3,1	8,4	20,0	78,2	1,8	
40	29,0	1,760	54,2	1,6	9,4	0,8	—	—	9,6	3,4	7,0	—	2,3	3,6	8,1	17,5	81,0	1,5	
44	30,0	2,100	56,0	1,4	8,7	0,8	—	—	8,5	3,2	7,2	—	2,5	4,0	7,7	15,7	83,0	1,3	
48	31,0	2,600	58,4	1,0	6,3	0,7	—	—	8,4	3,0	7,4	—	2,7	4,4	7,7	14,5	84,3	1,2	
52	32,0	3,100	60,0	0,8	6,1	0,5	—	—	7,4	2,4	7,5	—	2,9	4,8	7,6	13,4	85,5	1,1	
Разряд высот IV																			
8	8,1	0,024	—	—	—	9,0	—	—	60,0	—	—	0,3	11,8	3,6	15,3	66,9	21,0	12,1	
12	11,1	0,067	—	—	—	11,0	—	—	65,0	—	—	0,3	6,8	2,6	14,3	57,6	32,8	9,6	
16	13,9	0,142	6,0	5,6	—	9,0	—	6,6	53,8	—	—	0,7	3,5	2,0	12,8	49,9	42,8	7,3	
20	16,4	0,256	25,8	8,0	—	7,0	2,0	3,8	36,2	1,0	—	0,5	1,9	1,8	12,0	42,2	52,0	5,8	
24	18,8	0,388	40,8	7,0	—	5,2	1,0	2,0	27,8	2,0	—	0,3	1,1	1,6	11,2	35,8	59,7	4,5	
28	20,9	0,622	45,9	4,8	3,0	3,8	0,8	0,5	21,0	3,0	3,0	—	1,1	1,7	11,0	30,1	66,2	3,7	
32	22,8	0,881	49,4	3,8	5,1	2,0	0,5	—	16,8	3,5	5,0	—	1,2	2,1	10,6	26,0	70,9	3,1	
36	24,5	1,190	51,4	2,4	8,0	1,5	—	—	13,0	3,4	6,0	—	1,7	2,6	10,1	22,9	74,5	2,6	
40	26,0	1,560	53,2	2,0	8,9	1,0	—	—	10,8	3,0	6,6	—	2,0	3,0	9,5	20,8	77,0	2,2	
44	27,3	1,980	55,0	1,8	8,4	1,0	—	—	9,2	2,8	6,8	—	2,3	3,4	9,3	19,5	78,5	2,0	
48	28,4	2,450	57,4	1,6	6,1	0,8	—	—	9,0	2,6	7,3	—	2,5	3,8	8,9	18,1	80,2	1,7	
52	29,2	2,950	58,9	1,4	5,9	0,6	—	—	8,0	2,4	7,3	—	2,6	4,2	8,7	17,1	81,3	1,6	

Сортиментная структура ельников

Продолжение табл. 6

Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола в коре, м ³	Деловые деревья											Дровяные деревья					
			Деловые сортаменты, % от объема ствола в коре											Дрова, %		Отходы, %	Дрова, %		Отходы, %
			Пило- вочник	Строй- лес и под- товар- ник	Судо- строй- лес	Руд- стой- ка	Стол- бы	Тар- ный и кле- поч- ный кряж	Ба- лан- сы	Шпа- льник	Фа- нер- ный кряж	Про- чая дело- вая дре- веси- на	Тех- ноло- гиче- ское сы- рье	Топ- лив- ные	Тех- ноло- гиче- ское сы- рье		Топ- лив- ные		
Разряд высот V																			
8	7,2	0,021	—	—	—	7,4	—	—	58,3	—	—	0,3	22,7	4,5	16,8	59,7	28,2	12,1	
12	9,8	0,059	—	—	—	9,7	—	—	63,9	—	—	0,4	7,7	3,0	15,3	51,7	39,0	9,3	
16	12,3	0,125	5,0	5,2	—	8,6	—	8,6	52,0	—	—	0,4	4,1	1,8	14,3	45,8	46,6	7,6	
20	14,5	0,223	24,4	7,8	—	6,8	1,8	5,0	36,2	0,8	—	0,2	2,3	1,1	13,6	40,8	52,8	6,4	
24	16,6	0,362	39,6	6,8	—	5,4	1,0	2,3	28,0	1,8	—	0,1	1,2	1,0	12,8	36,5	58,2	5,3	
28	18,5	0,544	44,5	5,2	3,1	3,6	0,8	0,5	22,4	2,8	2,5	—	0,9	1,1	12,6	32,4	63,0	4,6	
32	20,1	0,767	48,2	4,4	4,7	2,2	0,5	—	18,3	3,0	4,5	—	0,9	1,3	12,0	29,4	66,6	4,0	
36	21,7	1,050	50,0	2,8	7,3	1,8	—	—	14,5	2,8	5,8	—	1,1	1,9	12,0	26,8	69,6	3,6	
40	23,0	1,360	52,0	2,4	8,5	1,1	—	—	12,2	2,6	6,2	—	1,4	2,3	11,3	24,4	72,5	3,1	
44	24,0	1,730	54,0	2,1	8,2	1,0	—	—	10,3	2,6	6,6	—	1,8	2,7	10,7	23,0	74,3	2,7	
48	25,1	2,140	56,4	2,0	5,8	0,9	—	—	9,6	2,5	7,2	—	2,0	3,1	10,5	21,7	75,8	2,5	
52	25,8	2,580	58,0	1,7	5,9	0,7	—	—	8,9	2,3	6,9	—	2,2	3,5	9,9	20,6	77,2	2,2	
Разряд высот VI																			
8	6,2	0,018	—	—	—	6,0	—	—	56,0	—	—	—	13,6	5,4	19,0	52,3	35,5	12,2	
12	8,5	0,051	—	—	—	8,4	—	—	63,2	—	—	0,4	8,5	3,2	16,3	47,2	43,6	9,2	
16	10,6	0,108	4,4	4,4	—	8,2	—	10,5	51,0	—	—	0,5	4,8	1,5	14,7	43,3	49,2	7,5	
20	12,6	0,193	23,0	7,6	—	6,6	1,6	6,0	36,0	0,6	—	0,4	2,8	0,8	14,6	39,5	53,8	6,7	
24	14,4	0,311	38,0	6,6	—	5,5	1,0	2,6	28,2	1,6	—	—	1,2	0,7	14,6	36,6	57,2	6,2	
28	16,0	0,464	43,4	5,4	2,6	3,8	0,6	0,5	23,2	2,6	2,1	—	0,7	0,6	14,5	33,7	60,6	5,7	
32	17,5	0,655	46,6	4,8	4,2	2,4	—	—	19,6	2,5	4,2	—	0,6	0,9	14,2	31,3	63,5	5,2	
36	18,8	0,885	48,8	3,2	6,7	2,0	—	—	15,9	2,4	5,4	—	0,8	1,3	13,5	29,4	66,0	4,6	
40	19,9	1,150	51,0	2,8	7,8	1,1	—	—	13,6	2,2	5,9	—	1,2	1,6	12,8	27,5	68,5	4,0	
44	20,9	1,460	53,1	2,6	8,0	1,1	—	—	10,7	2,2	6,7	—	1,4	2,0	12,2	25,8	70,6	3,6	
48	21,7	1,790	55,3	2,4	5,8	1,0	—	—	10,3	2,2	7,0	—	1,8	2,4	11,8	24,5	72,2	3,3	

Таблица 7

Доля сортиментов в общем запасе древостоя

Сортимент	Исходные данные, %		Ошибка, %	
	фактические	по табл. 5	систематическая	средняя квадратичная
Деловая древесина:				
крупная	14,3	14,5	+0,2	±2,5
средняя	41,9	44,3	+2,4	±3,4
мелкая	21,9	20,8	-1,1	±3,8
Итого	78,1	79,6	+1,5	±3,3
Дровяная древесина	9,1	8,9	-0,2	±3,6
Ликвид	87,2	88,5	+1,3	±1,3
Отходы	12,8	11,5	+1,3	±1,3

особенно в древостоях высших разрядов. На основе анализа массового материала глазомерной таксации и рядов распределения [6] нами установлено, что деревья диаметром более 40 см встречаются почти на 20 % таксационных участков. Поэтому максимальный диаметр в сортиментных таблицах должен составлять не 40, а 52...56 см.

Таким образом, составленные сортиментные таблицы, учитывающие новые ГССТы на лесную продукцию, отвечают требованиям точности и позволяют более качественно оценивать сортиментную структуру северотаежных ельников.

Таблица 8

Сшибки сортиментных таблиц в зависимости от доли сортимента в общем запасе древостоя

Доля сортиментов в общем запасе, %	Расхождение, %	
	фактическое среднее	допустимое
10	12,7	20,2
30	7,5	8,8
50	5,6	6,8
70	4,3	5,8
90	4,1	4,5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Горский П. В. Руководство для составления таблиц.— М.: Гослесбумиздат, 1962.— 95 с. [2]. ГОСТ 9463—72. Лесоматериалы круглые хвойных пород.— М.: Изд-во стандартов, 1974.— 14 с. [3]. ГОСТ 9463—88. Лесоматериалы круглые хвойных пород.— М.: Изд-во стандартов, 1988.— 13 с. [4]. ГОСТ 2708—75. Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов.— М.: Изд-во стандартов, 1986.— 36 с. [5]. Гусев И. И. Методика построения шкалы разрядов высот // Лесн. журн.— 1971.— № 6.— С. 137—138.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Гусев И. И. Закономерности строения еловых древостоев Европейского Севера: Методические рекомендации к дипломному проектированию по лесной таксации.— Архангельск, 1977.— 40 с. [7]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера.— Л.: ЛГУ, 1978.— 232 с. [8]. Гусев И. И. Влияние возрастной структуры на соотношение диаметров и высот деревьев в таежных ельниках // Лесн. таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. тр.— Красноярск, 1982.— С. 110—114. [9]. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР.— Архангельск, 1986.— 358 с. [10]. ОСТ 13—76—79. Сырье древесное для технологической переработки.— М.: Изд-во стандартов, 1979. [11]. ОСТ 56—69—83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки.— М.: Изд-во стандартов, 1983.— 60 с. [12]. Составление сортиментных и товарных таблиц с применением ЭВМ / А. Г. Мошкалев, В. М. Полежаи, Л. А. Смирнова и др.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1977.— 69 с. [13]. Сортиментные и товарные таблицы для сосны в ели районов Севера. Методические рекомендации.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1980.— 74 с. [14]. Таксация товарной структуры древостоев / А. Г. Мошкалев, А. А. Книзе, Н. И. Ксеофонтов, Н. С. Уланов.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 157 с. [15]. ТУ—13—0273685—404—89. Дровяная древесина для технологических нужд / ВНПОлеспром, 1989—4 с.

УДК 630*585

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОДЕЛЬТАПЛАНОВ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕСОВ***Д. П. СТОЛЯРОВ, В. Н. МИНАЕВ*

ЛенНИИЛХ

Масштабы использования самолетов и вертолетов для изучения лесов ([1—3, 5, 6, 8] и др.) лимитируются высокой стоимостью летного времени, сложностью обслуживания, дефицитом аппаратов и др. В последние годы шел интенсивный поиск аэроносителей, лишенных многих недостатков, свойственных самолетам и вертолетам. В середине 70-х гг. появились качественно новые типы летательных аппаратов — мотодельтапланы (МДП). Сравнительная простота их конструкции сочетается с несложным обслуживанием. Высокие аэродинамические качества обеспечивают относительно небольшую крейсерскую скорость, достаточную безопасность полетов, а также короткий пробег при взлете и посадке на площадках, не требующих значительной подготовки. Это особенно важно при эксплуатации в неспециализированных организациях, не имеющих аэродромов. Стоимость МДП уже на опытном этапе во много раз меньше, чем самолетов и вертолетов, а стоимость летного времени почти на порядок ниже, чем у самолета.

Для определения принципиальной возможности применения МДП при таксации лесов в 1988—1990 гг. в ЛенНИИЛХе был проведен комплекс исследований, направленных на получение материалов различных видов съемок и изучение результатов их последующей интерпретации.

Для осуществления аэротаксации на основе данных видеозаписи была использована японская видеоаппаратура: съемочная видеокамера с трансфокатором и автодиафрагмированным объективом, видеомагнитофон и цветной телевизор. Применение трансфокатора позволяет выполнять съемки в различных масштабах без изменения рабочей высоты полета МДП. Согласно техническим данным видикона, магнитофона, кинескопа при масштабе записанного статичного изображения на экране около 1:200 расчетное разрешение на местности составляет 15...20 см, т. е. теоретически обеспечиваются достаточно высокие показатели получаемых данных.

При аэротаксации с МДП аэронавигацию и аэровидеозапись ведет специалист-исполнитель по указанным пилоту маршруту и высоте полета. Звукозапись в воздухе дублирует часть показателей и данных, трудно дешифрируемых по видеоизображению и более легко определяемых визуально, а при необходимости записывают номера кварталов, выделов и примечания.

После выполнения аэротаксационных полетов проверяют кондиционность полученных данных. Материалы видеозаписи просматривают в поле на видиконе или на полевом мониторе (второй вариант предпочтительнее, так как записанное изображение демонстрируется крупнее и в цвете). Записи и отметки на полетных схемах проверяют, определяя их полноту и однозначность толкования, и при необходимости дополняют. В дальнейшем в камеральных условиях оценивают и дешифрируют видеозапись.

После оценки качества видеозаписи дешифрируют материалы съемки на основе аэровизуальных признаков по изображению на экране телевизора. При этом желательным, чтобы экран телевизора был сравнительно крупным. Важным требованием к воспроизводящему магнитофону является безукоризненность качества «стоп-кадра» — одного из основных режимов дешифрирования. Рассматривая видеоизображение, исполнитель оценивает заснятые объекты, уточняет границы выделов и записывает определенные по изображению (и частично дублированные звуком) таксационные показатели (как правило, в виде традиционной таксационной формулы).

Результаты аэротаксации сравнивают с истинными — актуализированными данными уточненной наземной таксации. Материалы обрабатывают методами математической статистики. Полученные результаты приведены в таблице.

Таксационные показатели	Показатели точности			
	Безошибочное дешифрирование, %	Среднее значение	Систематическая ошибка	Средняя квадратичная ошибка
Главная порода:				
наличие	93,20	—	—	—
коэффициент состава	71,19	7,05	—0,78	±1,776
возраст	83,05	65,41	—4,47	±11,810
класс возраста	71,19	3,80	—0,29	±0,714
высота	66,10	16,12	—0,97	±2,101
диаметр	58,82	19,18	—0,43	±3,297
Класс бонитета	71,19	2,70	+0,07	±0,578
Полнота	88,14	0,71	+0,02	±0,102
Запас	72,22	211,48	—10,00	±40,460

Примечание. Безошибочными считались наблюдения с отклонениями не более: коэффициент состава главной породы ±1 единица, возраст ±10 лет, высота ±10 %, диаметр ±2 см, полнота ±0,1, запас ±20 %.

Результаты точности дешифрирования показывают, что материалы видеосъемки по своему разрешению на местности практически соответствуют аэрофотоснимкам (АФС), имеющим разрешение 0,5... 1,0 м.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие предварительные выводы.

1. Видеосъемка с МДП и использование ее материалов для целей аэротаксации лесов принципиально возможны.

2. Видеосъемку для целей таксации лесных объектов желательно выполнять в перспективном изображении, так как съемка в надир при отсутствии стереоэффекта не дает возможности определить достаточно число морфологических признаков древесных пород и менее информативна. Кроме того, некоторая обзорность позволяет уточнять границы выделов. Оптимальный угол съемки — около 45° к надиру. При выполнении некоторых работ (учет лесовозобновления, лесных культур и др.) полезна и видеосъемка в надир.

3. Наиболее приемлема высота рабочего полета 150... 200 м. Ниже, как правило, усиливается «болтанка», что ведет к ухудшению качества записываемого изображения; при большей высоте чрезмерно уменьшается масштаб изображения. При видеосъемке на указанной высоте основной фокус — короткий. Он вполне достаточен для обеспечения приемлемого масштаба, и изображение на экране относительно устойчиво, что обеспечивает большую вероятность качественного «стоп-кадра» без смазывания изображения. При необходимости фокус объектива может быть увеличен, но это желательно только при съемке отдель-

ных объектов, поскольку изображение на экране видикона становится очень неустойчивым и демпфирующего влияния рук оператора недостаточно. В таких случаях лучше снизить рабочую высоту полета. Оптимальный масштаб изображения на экране телевизора около 1 : 200.

4. Видеосъемку следует проводить в солнечную погоду, при которой обеспечивается максимальный для данной видеоаппаратуры цветовой контраст снимаемых лесных объектов.

5. Штатный микрофон видеосъемочной камеры не обеспечивает звукового сопровождения съемки и записывает практически только шум мотора МДП. Поэтому при проведении работ к видеокамере следует подключать внешний микрофон от ларингофона оператора, отключая штатный.

6. Ориентация по хорошо заметным ориентирам маршрута не вызывает затруднений, и опытные пилоты достаточно точно выдерживают курс.

7. Видеоизображение, полученное при съемке с МДП, значительно менее информативно, чем данные аэровизуального наблюдения. Уменьшается цветовое различие объектов, отсутствует стереоскопичность восприятия, снижается различимость морфологических особенностей деревьев и других лесных объектов, сопоставимость их размеров и пр.

8. Достоверность дешифрирования видеозаписи может быть повышена не только организационными мерами (работа с объектами по фоновым источникам и в натуре, рост числа дешифровщиков), но и в результате увеличения информационных возможностей записывающей аппаратуры.

9. Видеосъемка лесовозобновления возможна в определенных пределах для его оценки и учета с определенной степенью достоверности и высокой оперативностью.

При аэрофотосъемке с МДП использовали аэрофотоаппарат (АФА) А-39. На МДП навешивали АФА, аккумулятор, командный прибор и кабели питания и управления. В полетах кроме пилота находился оператор. Он руководил ведением МДП по намеченным маршрутам, определял масштаб съемки, указывал высоту полета, устанавливал интервал съемки на командном приборе АФА, контролировал рабочий маршрут визуально и по плановым материалам, включал и выключал АФА по мере необходимости. Аэрофотоснимки (АФС) сверхкрупных и крупных масштабов, полученные без соблюдения этих требований, потеряли бы свое значение вследствие невозможности их последующей наземной «привязки».

После выполнения натурной аэрофотосъемки экспонированные пленки передавали в обработку. Качество аэрофотосъемочных материалов оценивали по принятой методике [4, 7]. Фотоизображение на панхроматической пленке получено хорошего и удовлетворительного качества. После изготовления АФС оценивали их фотограмметрическое и фотографическое качество.

Оценка фотограмметрического качества АФС показала: 1) продольное перекрытие не всегда соответствовало нормам (51... 70 %). Фактически оно колебалось от 25... 30 до 85... 90 %, что вызвано значительным неучтенным влиянием ветра на скорость МДП и неточной работой командного прибора. Поперечное перекрытие не определялось, так как съемку вели отдельными маршрутами; 2) непараллельность сторон АФС линиям базисов («елочка») иногда не соответствовала нормам (не более 10°), что также объясняется значительным влиянием бокового ветра, заставляющего пилота для выдерживания маршрута вести МДП под углом к курсу. При этом АФА, закрепленный на МДП, делает снимки под углом к линии маршрута; 3) прямолинейность маршрутов при съемке с МДП в основном соответствует требованиям.

Оценка фотографического качества АФС дала следующие результаты: 1) резкость и проработка деталей в тенях и освещенных местах достаточны по всему полю изображений; 2) плотность и контрастность достаточны и равномерно распределены в центре и на краях АФС; 3) вуаль не препятствует получению качественных АФС; 4) изображений облаков нет, пятна и царапины от проявочной машины не препятствуют дешифрированию, полосатость отсутствует.

Исследованиями установлено, что продольные и поперечные углы наклона АФА (тангаж, крен, рыскание) сравнимы с углами, получаемыми при съемках с самолета АН-2, в связи с тем, что подвесная система МДП, на которой установлен АФА, крепится к крылу через шарнир и при эволюциях крыла в полете нивелируется. Вибрации МДП не оказывают значительного влияния на разрешающую способность системы АФА — пленка. На основании параметров МДП, АФА и пленки расчетная разрешающая способность на местности при съемке в масштабе 1 : 1000 составляет примерно 3 см.

На основании результатов исследований по возможности выполнения аэрофотосъемки с МДП можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Использование МДП для целей аэрофотосъемки лесов принципиально возможно как на покрытых, так и на не покрытых лесом площадях.

2. Следует предусмотреть специальное амортизирующее крепление АФА, которое позволяло бы корректировать его положение относительно продольной оси МДП и компенсировать снос ветром, обеспечивая параллельность сторон АФС линиям базисов.

3. При расчете интервалов аэрофотосъемки необходимо учитывать влияние ветра (попутного и встречного) и скорость конкретного МДП.

4. Оптимальное время проведения аэрофотосъемки — до 11 ч и после 16 ч местного времени, когда атмосфера наиболее спокойна. Это позволяет свести к минимуму возможные продольные и поперечные углы наклона АФА и достичь их допустимых значений.

5. При съемке с МДП в благоприятных погодных условиях опытные пилоты выдерживают высоту полета с точностью, соответствующей точности барометрического высотомера.

6. Ориентация по хорошо заметным ориентирам на маршруте не вызывает затруднений, и опытные пилоты достаточно хорошо выдерживают курс.

7. Для управления АФА желательно наличие оператора на борту, чтобы пилот мог сосредоточиться на точности и равномерности ведения МДП.

8. При сверх- и крупномасштабной аэрофотосъемке в принципе обеспечивается высокая разрешающая способность.

9. Крупно- и сверхкрупномасштабные АФС, полученные с МДП на АФА А-39, выдерживают увеличение до 5^{\times} .

10. Оценка качества крупномасштабных АФС позволяет судить о принципиальной возможности использования их для целей дешифрирования при исследовании насаждений и возобновления.

11. Для успешного использования АФС, полученных с МДП, следует решить вопрос о возможном дополнении АФА малогабаритным радиовысотомером с выводом показателей в кадровое окно.

Результаты исследований позволяют сделать общий вывод о принципиальной возможности использования МДП при таксации лесов. В дальнейшем потребуются отработка отдельных методических вопросов, могут быть конкретизированы выводы об оптимальности видов, масштабов, сезонов съемки, вида пленки и других факторов для решения конкретных задач (таксация лесонасаждений, молодняков, обследо-

ние вырубок и пр.) и о возможностях использования МДП в других направлениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Апостолов Ю. С. Таксация лесов с вертолетов.—М.: ЦНИИТЭлеспром. Лесн. хоз-во, 1965.—333 с. [2]. Аэрокосмические методы в охране природы и в лесном хозяйстве / В. И. Сухих, С. Г. Синицын, Ю. С. Апостолов и др.—М.: Лесн. пром-сть, 1979.—287 с. [3]. Дворяшин М. В., Кармазин А. У. Лесная крупномасштабная аэрофотосъемка с вертолетов.—М.: Лесн. пром-сть, 1978.—72 с. [4]. Дмитриев И. Д., Данюлис Е. П., Кропов П. А. Лесная аэрофотосъемка и авиация. Лесотаксационное и лесохозяйственное дешифрирование аэроснимков.—Л.: Изд-во ЛТА, 1976.—168 с. [5]. Дмитриев И. Д., Мурахтанов Е. С., Сухих В. И. Лесная аэрофотосъемка и авиация.—М.: Агропромиздат, 1989.—343 с. [6]. Кармазин А. У., Таланцев Н. К. Вертолеты в лесном хозяйстве.—М.: Лесн. пром-сть, 1974.—120 с. [7]. Руководство по аэрофотосъемочным работам.—М.: Воздушный транспорт, 1988.—334 с. [8]. Самойлович Г. Г. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве.—М.: Лесн. пром-сть, 1964.—486 с.

Поступила 25 марта 1991 г.

УДК 630*385.1 : 630*5

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ

А. С. АЛЕКСЕЕВ, Б. В. БАБИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Воздействие осушения переувлажненных лесных земель на рост проявляется в течение длительного периода времени, и важно иметь прогноз на будущее. Наши исследования проведены на примере сосновых древостоев на верховом и переходном болотах, осушенных открытыми каналами глубиной около 1 м, при расстояниях между ними соответственно 65 и 130 м. Зольность торфа для этих типов болот составляла 3,5...4,2 и 5...6 %.

Известно, что лесоводственный эффект осушения в значительной степени определяется его нормой. При названных расстояниях между каналами их действие четко прослеживается на всей ширине полосы. Уровень грунтовых вод на верховом болоте посередине между каналами был равен в среднем 27 см (за май—сентябрь), вблизи каналов 32...35 см, на переходном болоте соответственно 50 и 60...65 см, т. е. степень осушения различна.

Поскольку вблизи каналов грунтовые воды опускаются глубже, то и рост леса здесь лучше. Это дает возможность проанализировать рост в сходных лесорастительных условиях при разных уровнях грунтовых вод (табл. 1).

Таблица 1

Тип болота	Номер пробной площади	Уровень грунтовых вод, см, по месяцам					
		V	VI	VII	VIII	IX	средний
Переходное	22	34	53	69	82	82	64
	23, 23а	20	43	66	74	75	55
Верховое	33	21	34	38	41	39	35
	34	14	26	32	34	30	27
	35	19	32	35	40	36	32

Влияние осушения можно оценить по изменению диаметра, высоты, запаса и других таксационных показателей древостоя. Среди них наиболее легко определяемым и достаточно надежным признаком является диаметр. По экспериментальным данным об его изменении за ряд лет можно составить прогноз состояния древостоя используя метод математического моделирования. В настоящей работе исходными служили данные периодических (через 4...6 лет) перечетов деревьев на постоянных пробных площадях.

До осушения на верховом болоте возраст деревьев составлял 40...60 и 80...120 лет (древостой разновозрастный), на переходном 30...40 лет. После осушения рост древостоя на верховом болоте характеризуется III—V, на переходном I—II классами бонитета. Различия в состоянии древостоев и условиях роста позволили выполнить более полную проверку предлагаемого метода прогноза. В этих целях построены две различные математические модели, в которых общее число древостоев было распределено по ступеням толщины (размерным классам).

В результате осушения верхового болота в древостое появляется большое количество подроста, постоянно пополняющего размерные классы с большими диаметрами.

Разумно предположить, что число размерных классов n убывает с увеличением диаметра деревьев α по закону Гомпертца [2, 4]

$$-\frac{1}{n} \frac{dn}{d\alpha} = \gamma e^{\beta\alpha}, \quad (1)$$

где β, γ — параметры распределения.

Из выражения (1) получаем

$$n = n_0 e^{-\frac{\alpha}{\beta} [e^{\beta\alpha} - e^{\beta\alpha_0}]}, \quad (2)$$

где n_0 — число деревьев начальной (наименьшей) ступени толщины;
 α_0 — начальная ступень толщины.

Параметры γ и β распределения (2) оценены на основе материалов наблюдений за состоянием древостоев на трех пробных площадях в 1967—1984 гг. (табл. 2).

Таблица 2

Номер пробной площади	1967		1975		1979		1984	
	γ	β	γ	β	γ	β	γ	β
33	0,063	0,327	0,249	0,085	0,135	0,118	0,152	0,065
34	0,139	0,133	0,172	0,175	0,112	0,193	0,171	0,105
35	0,088	0,242	0,185	0,155	0,096	0,191	0,147	0,101

На основе этих параметров рассчитывали теоретические значения числа размерных классов по всем пробным площадям за годы исследования и по критерию Пирсона χ^2 сравнивали их с экспериментальными данными. Результаты сравнения для пробной площади 33 представлены в табл. 3.

Табличное значение критерия Пирсона, характеризующее хорошую степень совпадения экспериментальных и теоретических данных (с вероятностью 0,9), равно 16,812, высокую (с вероятностью 0,95) — 12,592. Данные табл. 3 свидетельствуют о хорошем совпадении показателей. На остальных пробных площадях оно также имеет место.

Интегральной характеристикой состояния древостоев является средняя скорость φ сокращения числа размерных классов с увеличением их размера:

$$\bar{\varphi}(\alpha_m, \alpha_0) = \frac{1}{\alpha_m - \alpha_0} \int_{\alpha_0}^{\alpha_m} \gamma e^{\beta \alpha} d\alpha, \quad (3)$$

Здесь α_m — максимальный диаметр деревьев.

Таблица 3

α , см	1967			1975			1979			1984		
	n^3	n^T	χ^2	n^3	n^T	χ^2	n^3	n^T	χ^2	n^3	n^T	χ^2
2	141	141	0,000	348	348	0,000	286	286	0,000	235	235	0,000
4	114	118	0,140	183	141	9,639	194	240	10,702	193	162	5,932
6	69	84	2,664	85	81	0,188	119	119	0,000	108	107	0,009
8	25	44	7,849	35	31	0,457	64	69	0,352	84	66	4,909
10	10	12	0,333	12	14	0,333	29	31	0,093	51	38	4,291
12	2	1	1,000	4	4	0,000	11	13	0,364	17	20	0,450
14	0	0	2,000	1	1	0,000	3	3	0,000	8	10	0,400
16	0	0	0,000	0	1	1,000	1	1	0,000	3	4	0,250
18	0	0	0,000	0	0	0,000	0	0	0,000	1	2	0,500
Σ	—	—	13,986	—	—	11,617	—	—	11,511	—	—	16,741

Результаты расчета значений $\bar{\varphi}$ приведены в табл. 4.

Как видно из таблицы, осушение наибольшим образом отразилось на состоянии древостоя вблизи каналов на пробной площади 33, в 1984 г. значение $\bar{\varphi}$ уменьшилось на 80 % по сравнению с 1967 г. На пробных площадях 34 и 35 снижение составило соответственно 10 и 20 %.

Величина $\bar{\varphi}$ как интегральная характеристика состояния древостоев зависит от среднего уровня грунтовых вод. Чем он ниже, тем меньше $\bar{\varphi}$ и эффективнее осушение. Линейная зависимость $\bar{\varphi}$ от времени [3], выражаемая уравнением $\bar{\varphi} = at + b$ (где t — время), позволяет дать прогноз на перспективу (табл. 5, прогноз на 1989 г.). Как видим, состояние

Таблица 4

Номер пробной площади	Значения $\bar{\varphi}$			
	1967	1975	1979	1984
33	1,532	0,567	0,436	0,304
34	0,529	1,055	0,848	0,481
35	0,437	0,604	0,546	0,350

Таблица 5

Номер пробной площади	Параметры регрессии		Кoeffициент корреляции	Прогноз на 1989 г.	
	a	b		$\bar{\varphi}$	Ошибка
33	-0,027	0,553	0,987	0,175	0,091
34	-0,064	1,072	0,997	0,176	0,067
35	-0,029	0,624	0,977	0,218	0,124

древостоев на всех трех пробных площадях приблизительно сравнивается.

На пробных площадях переходного болота распределение общего числа древостоев по размерным классам определяется другими закономерностями. Уравнение динамики имеет вид

$$\frac{dn}{d\alpha} = k(\bar{\alpha} - \alpha)n + \varepsilon n, \quad (4)$$

где $\bar{\alpha}$ — диаметр, на который приходится максимальное число деревьев;

k, ε — параметры модели; параметр ε описывает в количественной форме положительное влияние осушения на состояние древостоев.

Из формулы (4) имеем

$$n = \bar{n} e^{-\frac{k}{2}(\bar{\alpha} - \alpha)^2 - \varepsilon(\bar{\alpha} - \alpha)}, \quad (5)$$

где \bar{n} — число деревьев диаметром $\bar{\alpha}$.

Соотношение параметров модели ε/k дает количественную характеристику положительного влияния осушения, так как показывает, насколько возрастает диаметр $\bar{\alpha}$, на который приходится максимальное число деревьев.

При $dn/d\alpha = 0$ получаем значение диаметра наибольшего числа деревьев при наличии осушения

$$\alpha_{\max} = \bar{\alpha} + \frac{\varepsilon}{k}. \quad (6)$$

В табл. 6 приведены оценки параметров ε, k и их соотношения для трех пробных площадей за 1971—1984 гг.

В табл. 7 представлены теоретические значения числа размерных классов, рассчитанные по формуле (5) и для сравнения (по критерию Пирсона) данные измерений (пробная площадь 22).

Для удобства вычислений в таблице использован условный масштаб диаметра, характеризующего размерные группы. Действительный диаметр равен табличному значению плюс два.

Стандартный критерий Пирсона при 5 %-м уровне значимости и десяти степенях свободы равен 18,307, т. е. больше расчетных. Для двух других пробных площадей результаты сравнения аналогичны.

Таблица 6

Номер пробной площади	Параметр	Значения параметров по годам			
		1971	1975	1979	1984
22	ε	0,068	0,168	0,264	0,432
	k	0,137	0,057	0,045	0,049
	ε/k	0,496	2,947	5,867	8,816
23	ε	0,231	0,070	0,226	0,400
	k	0,184	0,050	0,043	0,050
	ε/k	1,255	1,400	5,256	8,000
23а	ε	-0,044	0,155	0,262	0,433
	k	0,110	0,072	0,049	0,059
	ε/k	-0,400	2,153	5,347	7,339

Таблица 7

Σ , см	1971			1975			1979			1984		
	$n^{\text{э}}$	n^{T}	χ^2	$n^{\text{э}}$	n^{T}	χ^2	$n^{\text{э}}$	n^{T}	χ^2	$n^{\text{э}}$	n^{T}	χ^2
0	14	14	0,000	5	8	1,125	0	3	3,000	0	0	0,000
2	44	37	1,324	16	16	0,000	0	6	6,000	0	0	0,000
4	55	55	0,000	38	25	6,760	12	12	0,000	1	3	1,333
6	34	48	4,031	31	31	0,000	26	18	3,555	11	6	4,167
8	21	24	0,373	23	31	1,890	30	24	1,500	15	11	1,454
10	7	7	0,000	17	24	2,042	22	23	0,043	19	17	0,235
12	0	1	1,000	13	15	0,267	27	23	0,696	20	20	0,000
14	0	0	0,000	11	8	1,125	18	18	0,000	17	19	0,210
16	0	0	0,000	2	3	0,333	11	11	0,000	16	16	0,000
18	0	0	0,000	2	1	1,000	6	6	0,000	6	10	1,600
20	0	0	0,000	0	0	0,000	1	3	1,333	1	6	4,167
22	0	0	0,000	0	0	0,000	1	1	0,000	2	2	0,000
24	0	0	0,000	0	0	0,000	0	0	0,000	2	1	1,000
Σ	—	—	6,728	—	—	14,542	—	—	16,127	—	—	14,166

Анализ данных табл. 6 показывает наличие тесной линейной связи между смещением точки максимума распределения деревьев по размерным классам и временем t . На этой основе можно прогнозировать состояние древостоев на перспективу по линиям регрессии $\varepsilon/k = at + b$ (табл. 8).

Таким образом, учитывая выражение (6), при $a = 6$ см, мы видим, что к 1989 г. показатели состояния древостоев приблизительно сравни-

Таблица 8

Номер пробной площади	Параметры регрессии		Коэффициент корреляции	Прогноз на 1989 г.	
	a	b		ε/k , см	Ошибка
22	0,647	0,484	0,999	12,13	0,96
23	0,563	0,411	0,960	10,59	4,78
23а	0,610	-0,201	0,991	10,78	2,94

ваются. Несколько лучшие данные на пробной площади 22 являются следствием более низкого уровня грунтовых вод (см. табл. 1).

В 1989 г. была проведена таксация древостоев на пробных площадях 33, 34, 35, 22 и 23. Результаты учета приведены в табл. 9.

Таблица 9

Степень толщины α , см	Распределение деревьев по ступеням толщины на пробных площадях				
	33	34	35	22	23
2	141	111	110	—	—
4	103	88	92	—	—
6	76	69	73	—	—
8	37	39	45	6	10
10	27	28	30	12	6
12	11	13	15	13	5
14	9	3	7	15	13
16	2	2	—	16	9
18	—	—	—	16	5
20	—	—	—	9	10
22	—	—	—	4	3
24	—	—	—	4	3
26	—	—	—	—	2

Данные табл. 9 позволяют проверить прогноз состояния древостоев сосны, приведенный в табл. 5 и 8. Сравнение характеристик состояния исследуемых древостоев сосны показано в табл. 10.

Таблица 10

Характеристика состояния древостоя	Номер пробной площади	Значение характеристик	
		прогнозируемое	фактическое
$\bar{\varphi}$	33	0,175	0,176
	34	0,176	0,192
	35	0,218	0,150
α_{\max}	22	18	16... 18
	23	16	14

Данные таблицы позволяют сделать вывод, что в целом, с учетом статистической ошибки, прогноз состояния древостоев сосны на осушенных болотах подтвердился. Таким образом, размерная структура древостоев сосны и вычисляемые на ее основе характеристики могут служить критериями для оценки и прогноза состояния насаждений, испытывающих внешнее воздействие [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев А. С. Анализ размерной структуры спелых и перестойных древостоев основных лесобразующих пород // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение.—Л.: ЛТА, 1990.—С. 4—9. [2]. Гаврилов Л. А., Гаврилова Н. С. Биология продолжительности жизни.—М.: Наука, 1986.—169 с. [3]. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования.—М.: Статистика, 1977.—200 с. [4]. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике.—Л.: ЛГУ, 1984.—288 с.

Поступила 1 марта 1991 г.

УДК 630*281 : 581.165.712

К ПРОБЛЕМЕ
ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

О. М. ШАПКИН, И. И. ПОПИВЩИИ

Московский лесотехнический институт
ЦНОСС НПО «Фундук»

Известно, что начиная с 7—8-летнего возраста маточного дерева укореняемость черенков ели резко снижается [5]. Она может быть повышена при помощи физического и химического воздействия [1—3].

Нами предпринята попытка укоренить зимой в теплице черенки 12-летних деревьев ели, представляющих семенное потомство плюсовых деревьев. Комплекс факторов физического воздействия включал освещение двух одинаковых групп черенков лампами накаливания и люминесцентными ЛБ-80, химического — обработку базальных окончаний черенков дистиллированной водой (контроль) или 0,25 %-ми растворами яблочнокислого калия и лимонной кислоты (фактор 1), а также опрыскивание надземной части укореняющихся черенков растворами янтарной кислоты, ССС и 3,4-дидоксибензойной кислоты (фактор 2).

Результаты укоренения черенков ели различных клонов в зависимости от способов освещения и химической обработки перед помещением в субстрат приведены в табл. 1.

Из 3000 высаженных черенков укоренились 670, или 22,3 %. Из 30 клонов № 2, 9, 11, 12, 14 и 20 имели незначительную укореняемость только под лампами ЛБ-80. Превосходство клона № 25 было достоверно в остальных 24 случаях, № 29 — в 14, № 27 — в 13, № 4 — в 11, № 19 — в 10, № 24 — в 8, № 5 — в 1 из 23 случаев. При освещении лампами накаливания результаты были намного хуже.

Предварительное замачивание черенков в растворах химикатов привело к заметному снижению укореняемости по сравнению с контролем. Варьирование, вызванное химической обработкой, составило 4 % общего (освещением — 29,7 %). Критерий Фишера по фактору 2 $F = 1,599$ при $F_{0,95} = 234$, т. е. опрыскивание надземной части черенков не играет существенной роли в их укоренении.

Варьирование результатов укоренения в зависимости от типа клона составило 29,02 % общего, от освещенности — 12,08 %, вызванное взаимодействием этих факторов — 10,26 %, предварительной химической обработкой — 14,81 %, остаточное — 33,83 %. Заметно положительное влияние обработки яблочнокислым калием на укореняемость черенков клонов № 19, 24, 25 и 29, у клонов № 4 и 27 такая закономерность не отмечена. Для большинства клонов с низкой укореняемостью воздействие химической обработки было отрицательным.

Зависимость между длиной черенков и их укореняемостью устанавливали используя коэффициенты корреляции Бравэ — Пирсона и их достоверность. Для группы черенков, укоренявшихся под лампами накаливания, $r = -0,203 \pm 0,132$ при $n = 60$, $t = 1,538$ при $t_{0,05} = 2,00$, т. е. коэффициент корреляции недостоверен ввиду отсутствия исследуемой связи в данной выборке. Для группы черенков под лампами ЛБ-80 $r = -0,352$, $t = 3,940$ при $t_{0,001} = 3,390$, т. е. коэффициент корреляции

Таблица 1

Но- мер кло- на	Процент укоренившихся черенков по вариантам воздействия						M ₁	Результаты дисперсион- ного анализа
	I			II				
	a	b	c	a	b	c		
1	60	15	15	0	20	10	20,0	$m_{M_{общ}} = \pm 1,409;$ $m_{M_1} = \pm 6,900;$ $P = 6,29 \%;$ $m_{M_2} = \pm 1,990;$ $V = 105 \%;$ $m_{M_3} = \pm 3,450;$ $m_{\bar{x}_1} = 9,757;$ $m_{\bar{x}_2} = 2,814;$ $m_{\bar{x}_3} = 4,878;$ $t_{0,05} = 1,984;$ $t_{0,01} = 2,628;$ $t_{0,001} = 3,395;$ $t_{I-II} = 5,828;$ $t_{1-4} = 1,824;$ $t_{1-25} = 4,017;$ $t_{1-27} = 1,876;$ $t_{1-29} = 2,019;$ $HCP_{0,05(1-30)} \approx 19 \%;$ $t_{I(a-b)} = 2,604;$ $t_{I(a-c)} = 5,289;$ $t_{I(b-c)} = 2,686;$ $t_{II(a-b)} = 0,410;$ $t_{II(a-c)} = 3,628;$ $t_{II(b-c)} = 3,218;$ $t_{Ia-IIa} = 4,633;$ $t_{Ib-IIb} = 2,440;$ $t_{Ic-IIc} = 2,972$
3	55	0	0	20	30	0	17,5	
4	65	55	47	40	20	0	37,8	
5	70	55	0	30	0	0	25,8	
6	15	35	45	0	20	0	19,2	
7	25	0	0	25	30	0	13,3	
8	45	0	40	30	0	0	19,2	
10	45	0	0	10	0	0	9,2	
13	30	35	25	0	30	20	23,3	
15	30	15	0	10	0	0	9,2	
16	30	25	0	10	0	0	10,8	
17	20	0	0	20	0	0	6,7	
18	35	0	0	0	35	0	11,7	
19	42	63	45	40	30	0	36,7	
21	45	55	0	45	0	0	24,2	
22	25	40	0	10	30	0	17,5	
23	10	0	0	40	0	0	8,3	
24	50	75	0	30	55	0	35,0	
25	80	100	80	55	40	0	59,2	
26	35	35	0	15	25	0	18,3	
27	80	20	55	20	20	35	38,3	
28	25	0	0	20	30	0	12,5	
29	50	63	70	20	25	10	39,7	
30	75	50	0	10	10	0	24,2	
M ₂	43,4	30,7	17,6	20,8	18,8	3,1	M _{общ} = = 22,4	
M ₃	30,6			14,2				

Примечание. Здесь и далее варианты воздействия: I — лампы ЛБ-80; II — лампы накаливания; a — дистиллированная вода (контроль); b — яблочнокислый калий; c — лимонная кислота.

достоверен для всех трех доверительных уровней отрицательной взаимосвязи между изучаемыми величинами.

При исследовании объединенной выборки получены значения $r = -0,200$, $t = 2,500$ при $t_{0,05} = 1,960$ и $t_{0,01} = 2,576$, т. е. доказана достоверная для 95 %-го доверительного уровня отрицательная корреляционная взаимосвязь между длиной черенка и его укореняемостью в период глубокого физиологического покоя при искусственном освещении лампами накаливания и ЛБ-80. В целом длина черенков варьировала в пределах 64...121 мм.

Были проведены фенологические наблюдения за распусканием терминальных почек черенков и ростом побегов в процессе укоренения. В течение первых двух месяцев отмечался значительный размах в темпах распускания почек между клонами. Первыми под лампами накаливания распустились почки клонов № 29 и 25 (соответственно 2 и 3 декабря 1986 г., т. е. через 17-18 дн. после посадки черенков в субстрат).

У этих же клонов была лучшей укореняемость (второй и первый результат). В группе из четырех клонов (№ 2, 4, 8 и 12) почки начали распускаться 5 декабря. Клон № 4 22 декабря 1986 г. занял лидирующее положение, 22 января 1987 г. у него закончилось распускание терминальных почек. Однако по укоренению черенков он оказался лишь четвертым. У клона № 8 из этой же группы в дальнейшем распускание почек было крайне замедленным (лишь 32 % к 20 января 1987 г.) и уровень укоренения ниже среднего. Под лампами ЛБ-80 распускание почек началось на 5 дн. позже, но с тех же клонов № 25 и 4.

Очевидно, возбудимость почек является наследственным фактором, проявляющимся на определенном температурно-световом фоне и имеющим тенденцию к положительной корреляции с уровнем укоренения черенков. Однако достоверность данной зависимости при $n = 30$ доказать не удалось: коэффициенты корреляции Брауэ — Пирсона для группы черенков, укоренявшихся под лампами накаливания и ЛБ-80, были меньше табличных.

Распускающиеся почки давали побеги различной длины. Представляло интерес определить зависимость между процентом укоренения и приростом побегов. Для группы клонов под лампами накаливания $r = 0,098$, $t = 0,757$, $t_{0,05} = 2,00$, т. е. для выборки данного объема связь недостоверна. Для черенков, укоренявшихся под лампами ЛБ-80,

Таблица 2

Но- мер клона	Средняя длина корневой системы, мм, по вариантам воздействия						M_1	Результаты дисперсион- ного анализа
	I			II				
	a	b	c	a	b	c		
1	0	35	197	22	4	12	45,0	$m_{M_{общ}} = \pm 4,98;$ $m_{M_{св}} = \pm 7,05;$ $m_{M_{кл}} = \pm 24,42;$ $m_{M_{abc}} = \pm 8,63;$ $P = 9,7 \%;$ $V = 117,5 \%;$ $m_{\delta_{св}} = 9,96;$ $m_{\delta_{кл}} = 34,53;$ $m_{\delta_{abc}} = 12,20;$ $t_{0,05} = 1,984;$ $t_{0,01} = 2,628;$ $t_{0,001} = 3,395;$ $HCP_{0,05_{кл}} = 68,5;$ $HCP_{0,01_{кл}} = 90,7;$ $HCP_{0,001_{кл}} = 117,2;$ $HCP_{0,05_{abc}} = 24,2;$ $HCP_{0,01_{abc}} = 32,1;$ $HCP_{0,001_{abc}} = 41,4;$ $t_{I-II} = 0,833$
3	33	129	0	58	0	0	36,7	
4	157	54	0	69	32	49	60,2	
5	143	0	0	76	47	0	44,3	
6	0	97	0	8	11	39	25,8	
7	84	114	0	28	0	0	37,7	
8	34	0	0	27	0	16	12,8	
10	236	0	0	33	0	0	44,8	
13	0	3	13	36	44	39	22,5	
15	1	0	0	26	2	0	4,8	
16	82	0	0	10	8	0	16,7	
17	26	0	0	13	0	0	6,5	
18	0	67	0	10	0	0	12,8	
19	1	71	0	44	62	60	39,7	
21	75	0	0	37	90	0	33,7	
22	40	78	0	46	52	0	36,0	
23	161	0	0	1	0	0	27,0	
24	233	210	0	34	131	0	101,3	
25	215	190	0	170	324	173	178,7	
26	33	96	0	26	14	0	28,2	
27	76	115	151	236	419	73	178,3	
28	18	125	0	78	0	0	36,8	
29	118	66	37	194	152	72	106,5	
30	23	329	0	74	87	0	85,5	
M_2	74,5	74,1	16,6	56,5	61,6	22,2	$M_{общ} = 50,9$	
M_3	55,1			46,8				

$r = 0,293$, $t = 3,215$, $t_{0,05} = 1,980$, $t_{0,01} = 2,617$, $t_{0,001} = 3,373$, т. е. связь достоверна для двух доверительных уровней. При объединении обеих групп черенков в одну совокупность $r = 0,164$, $t = 2,160$, $t_{0,05} = 1,960$, $t_{0,01} = 2,576$, т. е. в этом случае существует достоверная на 95 %-м доверительном уровне положительная корреляционная связь между текущим приростом и укореняемостью черенков.

Для практики представляет интерес не только укореняемость черенков, но и общее развитие корневой системы получаемого материала. Из данных табл. 2 видно, что по этому показателю лидирующее положение занимает клон № 25, за ним № 27. На третьем месте клон № 29, по степени развития корневой системы достоверно превосходящий 18 из 23 сопоставлявшихся с ним клонов. Клон № 24 достоверно превосходит по развитию корневой системы 14 из 23 клонов, № 3 — только клоны № 15 и 17. В целом же влияние света (и связанных с ним температурных различий) на степень развития корневой системы недостаточно.

Результаты химической обработки яблочнокислым калием достоверно отличались от контроля и с высокой степенью достоверности превосходили данные обработки лимонной кислотой. Различия между обработками одним и тем же химическим веществом при различном освещении была недостоверной. Варьирование, зависящее от клона, составило 38,1 % от общего, вызванное различиями освещенности и температуры — 0,3 %, взаимодействием клона и света — 11,3 %, различными химическими обработками — 8,8 %, остаточное — 41,5 %.

В процессе выращивания посадочного материала из черенков в боксовой теплице [4] в течение 5 мес, включающего их искусственное круглосуточное освещение с 20 ноября 1986 г. по 20 января 1987 г. и 18-часовое с 20 января по 20 апреля 1987 г., при потребляемой мощности 3,14 кВт израсходовано 9608,4 кВт · ч электроэнергии, что в денежном выражении составило 192 р. 17 к. В расчете на один из 670 укоренившихся черенков затраты равны 28,7 к.

Следует учитывать, что в наших опытах использованы черенки 12-летних деревьев, находящиеся в состоянии глубокого физиологического покоя и подверженные эффекту старения клона, чем объясняется сравнительно низкий процент укоренения. При использовании более молодого селекционного материала можно ожидать 4-кратного повышения укореняемости и такого же снижения затрат на один саженец.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Данилов Н. И., Попивший И. И. О проблеме первичного размножения ели и тополя // Новые технологии в лесокультурном производстве: Сб. науч. тр. ВНИИЛМ.— М., 1988.— С. 118—122. [2]. Попивший И. И. Поиски эффективных методов воспроизводства селекционного материала ели // Современные методы выращивания древесных насаждений на селекционно-генетической основе: Науч. тр. МЛТИ.— М., 1989.— Вып. 211.— С. 50—55. [3]. Попивший И. И. Проблемы селекции лесных древесных пород.— М.: ВНИИЦлесресурс Госкомлеса СССР, 1990.— Вып. 4.— 32 с. [4]. Попивший И. И., Рутковский И. В. Использование стеллажей боксовой теплицы с системой автоматического полива и искусственного досвечивания // Лесн. хоз-во.— 1991.— № 3.— С. 42—43. [5]. Роне В. М. Производство быстрорастущих черенковых саженцев ели для плантационного лесовыращивания на основе масковой селекции.— М.: СССР ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1985, с. 15—18.

Поступила 10 февраля 1991 г.

УДК 630*432.31

К РАСЧЕТУ ОСТАНОВКИ ОТРЕЗКОВ КОНТУРА ЛЕСНОГО ПОЖАРА

И. П. КОЛОДИН, Э. В. КОНЕВ

Московский лесотехнический институт
ВНИИХлесхоз

Силы и средства, необходимые для ликвидации лесного пожара, пропорциональны длине кромки остановленного огня. Однако на практике обычно известна лишь длина кромки пожара в момент его обнаружения $L_{обн}$. Зная $L_{обн}$ можно определить длину кромки в моменты начала L_n и конца L_0 остановки огня [2]. При этом необходимо учесть прирост длины кромки за время остановки тех отрезков контура, которые выделяются отдельным звеньям (группам) пожаротушения на наиболее опасных направлениях распространения огня.

Ниже приведено численное решение задачи, разработана программа ее решения на ЭВМ для переменных во времени скоростей роста и остановки кромки огня, а также обсуждены условия выхода пожара из-под контроля на отдельных участках.

Уравнения остановки пожара. Согласно [2] система дифференциальных уравнений, описывающих изменение периметра контура лесного пожара, и их начальные условия имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{dL}{d\tau} &= V - V_0 \text{ при } L(0) = L_n; \\ \frac{dL_0}{d\tau} &= V_0 \text{ при } L_0(0) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь L — длина горящей кромки пожара;
 τ — время распространения пожара;
 V, V_0 — скорость естественного увеличения и остановки заданного отрезка контура соответственно.

Контур развитого лесного пожара всегда можно представить в виде совокупности дуг окружностей, которые продвигаются с постоянной во времени скоростью U . Для звена пожаротушения отрезок контура может состоять из одной или нескольких таких дуг. Поскольку огонь распространяется по нормали к контуру (рис. 1), то для каждой из дуг справедливы соотношения

$$\left. \begin{aligned} \frac{L(\tau)}{R(\tau)} &= \frac{L_n}{R_n} = \gamma; \\ R(\tau) &= R_n + U\tau, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где R, R_n — текущий и начальный радиусы дуги;
 γ — угол дуги, рад.

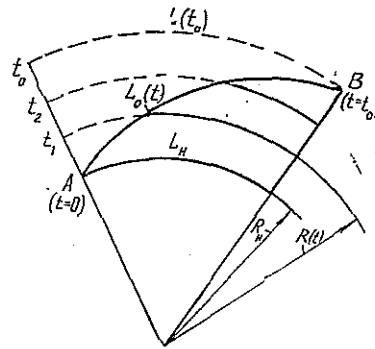
Скорость увеличения длины горящей кромки

$$V = \frac{dL(\tau)}{d\tau} = \gamma \frac{dR(\tau)}{d\tau} = \gamma U,$$

т. е. для свободно продвигающейся дуги ($\gamma = \text{const}$)

$$V = \frac{L_n U}{R_n}; \quad (3)$$

Рис. 1. Изменение длины дуги горящей кромки в ходе ее остановки: A — начало остановки; B — конец остановки; $L_0(t)$ — контур остановленной кромки; пунктир — расчетное положение неостановленной кромки



для останавливаемой дуги пожара ($\gamma \neq \text{const}$)

$$V = \frac{LU}{R} \quad (4)$$

Окончательно система уравнений (1) может быть приведена к виду

$$\frac{dL}{d\tau} = \frac{L_n}{R_n} U \text{ при } L(0) = L_{\text{обн}} \quad (5)$$

для свободно продвигающейся дугообразной кромки огня или

$$\left. \begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= \frac{LU}{R_n + Ut} - V_0 \text{ при } L(0) = L_n; \\ \frac{dL_0}{dt} &= V_0 \text{ при } L_0(0) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

для дугообразной кромки пожара в ходе ее остановки. При этом для определения длины остановленной кромки может быть использовано условие $L(t_0) = 0$, т. е. длина горящей кромки в момент ее полной остановки $t = t_0$ должна быть равна нулю.

Решение задачи. Интегрируя уравнение (5), находим увеличение длины кромки пожара с момента его обнаружения до момента начала остановки

$$\Delta L = L_n - L_{\text{обн}} = \int_{\tau_{\text{обн}}}^{\tau_n} \sum_i \frac{L_{ni}}{R_{ni}} U_i d\tau = V(\tau_n - \tau_{\text{обн}}), \quad (7)$$

где $V = \sum_i \frac{L_{ni}}{R_{ni}} U_i$, i — число дуг, составляющих контур;

$\tau_n, \tau_{\text{обн}}$ — время соответственно начала остановки и обнаружения пожара.

Значения U_i рассчитывают по формулам для прогноза скорости продвижения огня в лесу (см., например, [1]). Усредненные значения V для замкнутой горящей кромки могут быть взяты также по таблицам [3].

Система уравнений (6) допускает точное решение при постоянных во времени значениях параметров. Решая первое уравнение системы методом вариации произвольной постоянной, получаем

$$L = \left(\frac{L_n}{R_n} + \frac{V_0}{U} \ln \frac{R_n}{R_n + Ut} \right) (R_n + Ut),$$

где $t = \tau - \tau_n$.

Используя условие $L(t_0) = 0$, находим время остановки отрезка контура пожара

$$t_0 = \frac{R_{II}}{U} (e^{UL_{II}/(V_0 R_{II})} - 1). \quad (8)$$

Интегрируя второе уравнение системы с учетом (8), определяем длину остановленной кромки

$$L_0 = V_0 t_0 = V_0 \frac{R_{II}}{U} (e^{UL_{II}/(V_0 R_{II})} - 1). \quad (9)$$

В общем случае V и V_0 зависят от времени и при остановке пожара могут быть аппроксимированы рядом частных зависимостей.

1. Для скорости естественного роста отрезка контура пожара

$$V = \frac{LU_{II}}{R_{II}} (1 + bt)^m,$$

где U_{II} — скорость продвижения огня в начальный момент;
 b, m — коэффициенты, учитывающие изменения условий в лесу.

Поскольку обычно условия горения в лесу изменяются во времени медленно, они могут быть учтены линейной зависимостью ($m = 1$).

2. При остановке кромки пожара с помощью механизмов

$$V_0 = V_{0. II} = \text{idem},$$

где $V_{0. II}$ — скорость тушения пожара в начальный момент времени.

3. При длительной остановке огня вручную, вызванной истощением сил и средств,

$$V_0 = V_{0. II} e^{-at},$$

где a — коэффициент ослабления пожара.

4. При быстрой остановке огня вручную или этим же способом и техническими средствами одновременно

$$V_0 = V_{0. II} (1 + ct),$$

где c — коэффициент, зависящий от производительности рабочих на тушении пожара.

В случаях 1, 3, 4 не представляется возможным выразить t_0 через элементарные функции. Поэтому численное решение целесообразно находить с помощью ЭВМ, а точное решение для случая 2 использовать как контрольное. При составлении программы решения уравнений (5), (6) был использован метод Рунге-Кутты и языки программирования Паскаль и Фортран применительно к персональным ЭВМ ЕС-1840, IBM PC AT/XT и совместимых с ними. Приведенные выражения были заложены в программу в виде функции

$$F = \frac{LU_{II}(1 + bt)^m}{R_{II}} - V_{0. II} e^{-at} (1 + ct),$$

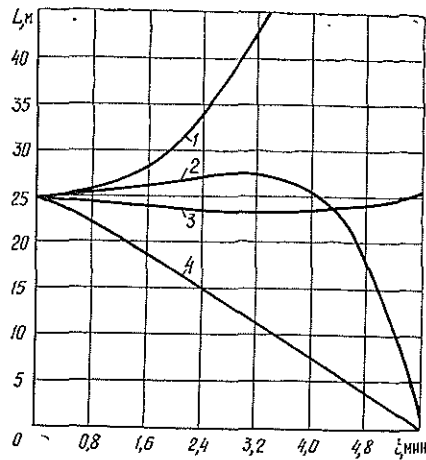
частные случаи которой вытекают после подстановки соответствующих коэффициентов.

Результаты численного счета для ряда значений коэффициентов a, b, c, m (в общем случае они определяются эмпирически) представлены на рис. 2. Видно, что в зависимости от соотношения между $V(t)$ и $V_0(t)$ возможны разнообразные варианты изменения $L(t)$ в ходе остановки пожара вплоть до выхода его из-под контроля, что, согласно соотношению (1), может происходить при условии

$$\frac{dL}{dt} > 0, \text{ т. е. } V > V_0. \quad (10)$$

На практике контроль за выполнением этого условия осложнен, так как значения V и V_0 могут быстро изменяться во время остановки

Рис. 2. Изменение длины дуги горящей кромки L в зависимости от текущего времени t в ходе остановки пожара при $L_{п} = 25$ м, $U_{л} = 2,5$ м/мин, $R_{г} = 30$ м: 1 — $V_0 = 3,0$ м/мин, $b = 1$ мин⁻¹, $m = 1$, $a = -1$ мин⁻¹, $c = 1$ мин⁻¹; 2 — $V_0 = 2,0$ м/мин, $b = 1$ мин⁻¹, $m = 1$, $a = 0,5$ мин⁻¹, $c = 0$ мин⁻¹; 3 — $V_0 = 2,5$ м/мин, $b = 1$ мин⁻¹, $m = -1$, $a = -1$ мин⁻¹, $c = 1$ мин⁻¹; 4 — $V_0 = 5,4$ м/мин, $b = 0,0833$ мин⁻¹, $m = -1$, $a = 0$ мин⁻¹, $c = 0$ мин⁻¹; 1, 4 — сил и средств достаточно для ликвидации пожара; 2, 3 — пожар выходит из-под контроля, требуются дополнительные силы и средства



пожара. При определенном их соотношении огонь может выйти из-под контроля через некоторое время после начала его остановки (кривая 1 на рис. 2). Так, при линейной зависимости V и V_0 от времени условие (10) принимает вид

$$V_{п}(1 + bt) > V_{о.п}(1 + ct),$$

откуда следует, что V становится больше V_0 , а пожар выходит из-под контроля не сразу, а через время

$$t > \frac{V_{о.п} - V_{п}}{V_{п}b - V_{о.п}c}. \quad (11)$$

Рассмотренные случаи иллюстрируют полезность применения математических методов для расчета сил и средств на остановку лесного пожара.

В целом полученные решения позволяют: находить длину остановленной кромки и время остановки пожара, если известен его периметр в момент обнаружения; определять условия выхода огня из-под контроля; прогнозировать возможные ситуации при ликвидации пожаров вручную и с помощью технических средств. Решение указанных задач необходимо для правильной организации работы групп (звеньев) пожаротушения, в особенности находящихся на главных направлениях борьбы с огнем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Конев Э. В. Анализ процесса распространения лесных пожаров и палов // Теплофизика лесных пожаров.—Новосибирск: ИГФ СО АН СССР, 1984.—С. 99—125. [2]. Конев Э. В. К расчету сил и средств на остановку лесного пожара // Лесн. журн.—1987.—№ 5.—С. 24—29.—(Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров.—М.: Гослесхоз СССР, 1975.—111 с.

Поступила 24 апреля 1990 г.

УДК 630*181.41 : 630*232

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СХЕМ СМЕШЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА И ЕЛИ НА ЗАПАДЕ УССР

Ю. М. ДЕБРИНЮК

Львовский лесотехнический институт

Повышение продуктивности дубрав — одна из основных задач лесохозяйственного производства. Ее решение возможно введением в дубовые насаждения технически ценных и быстрорастущих пород, что позволяет провести несколько оборотов их рубки за один оборот рубки дуба. В результате значительно повышается суммарная продуктивность насаждения и возмещаются затраты на создание и выращивание лесных культур задолго до рубки главного пользования.

При обработке собранного материала автор исходил из необходимости повышения потенциальной продуктивности дубовых лесов за счет введения быстрорастущих пород, обеспечения оптимальных условий роста агротехническими и лесоводственными мерами воздействия и преимуществ в составе древостоев дуба черешчатого — главной и коренной породы в данном типе лесорастительных условий.

Введение быстрорастущих пород преследует цель повысить выход древесины с единицы лесной площади, создать подгон дубу для повышения выхода его деловой древесины в возрасте главной рубки и в целом, более полно использовать высокое потенциальное плодородие дубрав. Перспективны в этом направлении хвойные породы, в частности ель обыкновенная. Произрастая за пределами естественного ареала, она приобретает ряд новых биологических особенностей: становится быстрорастущей и скороспелой породой в возрасте до 30...40 лет.

Однако в создании смешанных насаждений из дуба и ели существуют определенные сложности. Хвойная порода в молодости растет более интенсивно, чем дуб, и при неправильно подобранном типе и схеме смешения может затенять и охлестывать последний [1]. При значительном участии в составе ель подкисляет почву [5], создавая неблагоприятные для роста дуба условия. Ритмы роста и развития ели и дуба в разных возрастных диапазонах неодинаковы [3]. Свойственная ели высокая конкурентная способность в молодости существенно уменьшается с возрастом [4], и порода становится восприимчивой к различным заболеваниям. Без учета перечисленных особенностей невозможно создать высокопродуктивные и устойчивые елово-дубовые насаждения.

Исследования проводили на территории гослесфонда лесохозяйственных районов Расточья — Ополья, Малого Полесья и Подольской лесостепи [2] в смешанных насаждениях дуба и ели I—II классов возраста, произрастающих на серых (темно-серых) лесных легко- и среднесуглинистых почвах. Поскольку в западной лесостепи УССР нет очень сухих дубрав, сухие и сырые распространены очень редко, а мокрые лишь фрагментарно, то в качестве объекта исследований были выбраны свежие дубравы, представленные очень широко [6]. Лесные культуры дуба и ели подбирали в условиях свежей грабовой ($D_2ГД$), свежей буковой ($D_2БкД$) и свежей грабово-буковой ($D_2ГБД$) дубрав.

На свежих вырубках свежих дубрав происходит массовое естественное возобновление, в основном вегетативное. В условиях $D_2ГД$ это преимущественно порослевое возобновление граба (80 % и более). Дуб черешчатый в подавляющем большинстве случаев представлен слабым порослевым возобновлением и неудовлетворительно семенным. В условиях $D_2БкД$ и $D_2ГБД$ при оптимальной технологии лесосечных работ присутствует как вегетативное, так и семенное возобновление бука. Однако и здесь требуется введение дуба в полном объеме.

Рекомендации разрабатывали для частичных культур, так как насаждение формируется за счет главных пород — дуба и ели, введенных посадкой, и второстепенных — граба, черешни, липы и др., возобновившихся естественным путем.

Рост и взаимодействие пород в елово-дубовых (дубово-еловых) насаждениях зависят от типов и схем смешения древесных пород, что предопределяет состав будущего древостоя, а значит, состояние и продуктивность дуба как главной лесообразующей породы в данных типах леса. В натуре было осмотрено более 300 участков насаждений с участием дуба и ели, проанализировано их состояние, на основании чего все разнообразие типов и схем смешения объединено в наиболее часто встречающиеся группы (см. таблицу).

Данные схемы смешения древесных пород имеют как преимущества, так и недостатки. Смешение в ряду отдельными посадочными местами или их звеньями нецелесообразно, так как дуб сильно угнетается, ближайшие к хвойным деревьям экземпляры выпадают из состава или растут очень плохо.

Шахматный тип смешения ни с экономической, ни с лесоводственной точки зрения не оправдан. На крайние один-два ряда «шахматки» дуба заметно влияет «шахматка» ели, в результате стволы дуба искривляются. Кроме того, возникают сложности с выборкой 30—40-летних деревьев ели. При их обязательном полном удалении из насаждения повреждается дуб. И главное, в коренных типах дуба черешчатого нельзя высаживать ель в количестве, предусмотренном схемой. При нарушении этого условия снижается ценность выращиваемого насаждения и не проявляется положительное влияние ели на качество стволов и прирост древесины дуба. Чтобы получить значительные объемы еловой древесины в короткие сроки, можно создавать чистые еловые насаждения плантационного типа с оборотом рубки 30...40 лет.

При кулисном чередовании рядов введение кулисы ели из трех и более рядов нецелесообразно в силу указанных выше причин. Кулиса дуба должна состоять из 6...8 рядов. В некоторых случаях группами рядов или отдельными посадочными местами в ряды ели вводят сосну обыкновенную. Иногда ее используют в качестве буфера между кулисами ели и дуба. Как известно, недопустимо использовать сосну в условиях, где коренной породой является дуб черешчатый. По таксационным показателям сосна не уступает ели, но качество ее древесины значительно ниже. Формируются кривые стволы с очень толстыми сучьями, охлестывающими дуб.

Известны примеры введения ясеня обыкновенного отдельными рядами в елово-дубовые культуры. Недопустимо использование ясеня в качестве буфера между кулисами ели и дуба, где он активно конкурирует с дубом за влагу, вытесняя последний из состава древостоя. К 25 годам 70...80 % дуба выпадает из состава. К этому времени ель теряет устойчивость и насаждение расстраивается. Лучшим вариантом в данном случае является включение буферного ряда из ели между рядами ясеня и дуба. По нашим наблюдениям, при такой схеме смешения ясень почти не поражается бактериальным раком, широко распространенным на западе Украины.

Тип смешения	Схемы смешения и размещения посадочных мест	
	существующие	рекомендуемые
Смешение в рядах		
Поочередное чередование в рядах	1 посадочное место Д чередуется с 1 посадочным местом Е; $2,0 \dots 3,0 \times 1,0$ м	—
Звеньевое чередование в рядах	6 посадочных мест Д чередуются с 4...6 посадочными местами Е; $2,0 \dots 3,0 \times 0,5 \dots 1,0$ м	—
Шахматный	15...20 рядов Д 5...10 рядов Е; 5...10 р. Е 15...20 р. Д; $1,5 \dots 3,0 \times 0,8 \dots 1,0$ м	—
Смешение рядами		
Кулисное чередование рядов	2 р. Е 5...8 р. Д; 3 р. Е 2...5 р. Д; 4 р. Е 6...8 р. Д; 5 р. Е 5 р. Д; $1,0 \dots 4,0 \times 0,5 \dots 1,0$ м Иногда между кулисами Д и Е вводится ряд буферной породы из С, Яс, Лп, Кл, Гр	1-2 р. Е 6...8 р. Д; 1 р. Е 2-3 р. Яс 1 р. Е 6...8 р. Д; $3,0 \dots 6,0 \times 0,8 (1,0)$ м
Простое чередование рядов	1 р. Д 1 р. Е; 1 р. Д 1 р. Сп 1 р. Е; $2,0 \dots 3,0 \times 0,6 \dots 0,8$ м	1 р. Д 1 р. Сп 1 р. Е; $3,0 \dots 6,0 \times 0,8 (1,0)$ м
Смешение рядами и в рядах		
Сложное чередование	2...4 р. Д 1-2 р. Е (Яс, Яв, Кл, Лп); 1...3 посадочных места Е чередуются с 2-3 посадочными местами Яс (Яв, Кл, Лп) $2,0 \dots 4,0 \times 0,8 \dots 1,0$ м	4...6 р. Д 1-2 р. Е, Яс (Кл, Лп) 3 посадочные места Яс, Кл или Лп в ряду чередуются с двумя посадочными местами Е; $3,0 \dots 6,0 \times 0,8 (1,0)$ м

Примечание. Условные обозначения: Д — дуб черешчатый, Е — ель обыкновенная, Яс — ясень обыкновенный, Кл — клен остролистный, Яв — клен-явор, Лп — липа мелколистная, С — сосна обыкновенная, Сп — сопутствующая порода.

В елово-дубовых культурах используют также клен-явор в качестве буфера между рядами ели, дуба, а также группами рядов при шахматном смешении. В любом случае клен находится во втором ярусе и испытывает угнетение со стороны как дуба, так и ели. Поэтому в свежих дубравах не рекомендуется вводить в елово-дубовые культуры.

Простое чередование рядов из дуба и ели неприемлемо. При сильном влиянии хвойной породы дуб интенсивно растет в высоту и меньше по диаметру, формируются высокие и прямые, но тонкие стволы, которые искривляются по мере выборки ели из состава насаждения. Поэтому вводят ряд из сопутствующих пород — липы или граба. Но в таком случае дубом будет занято лишь 30 % лесокультурной площади, что явно недостаточно. По нашему мнению, применение данного типа смешения ограничено участками, на которых естественное возобновление пород идет неудовлетворительно. Ряды ели периодически выбирают для хозяйственных целей и вводят новое поколение хвойной породы.

Сложное чередование рядами и в рядах встречается реже, чем другие типы. Оно позволяет формировать высокопродуктивные и устойчивые смешанные насаждения.

Введение ели в состав дубовых культур ни в коем случае не предполагает ослабления позиции дуба в его коренных местообитаниях. Нами установлено, что определенное участие ели способствует повыше-

нию выхода не только деловой, но и всей древесины дуба [4]. При кулисном чередовании рядов и сложном чередовании число посадочных мест ели составляет 200...500 на 1 га, а после 5—7-летнего возраста культур, вследствие выборки каждой второй ели в ряду на новогодние елки, уменьшается вдвое. В связи с ранним наступанием количественной спелости основной объем хвойной древесины выбирают в процессе прореживаний. Место ели в составе насаждений занимают сопутствующие породы.

Определенный интерес представляют двухприемные культуры. Вначале создают чистое дубовое насаждение с шириной междурядий 4,0 м, через 4-5 лет в междурядья (иногда через одно) вводят ряд ели, являющийся хорошим подгоном дуба. Этот прием достаточно эффективен, так как позволяет избежать сильных межвидовых конкурентных взаимоотношений, неизбежно возникающих в одноприемных культурах. Ель 30—40-летнего возраста, выполнившую функцию «воспитания» дуба и накопившую запас на 1 га до 200 м³, выбирают из состава насаждения. В освободившихся междурядьях можно выращивать новое поколение ели. За один оборот рубки дуба проводят 3-4 оборота рубки хвойной породы. В случае утомления почвы культивируют лиственницу, псевдотсугу зеленую и некоторые другие быстрорастущие технические ценные породы.

В случаях Д₂ГД приемлема ширина междурядий 3...4 м. При этом второстепенные породы являются объектом интенсивной выборки при рубках ухода. Лучшие экземпляры граба, черешни, липы оставляют в целях формирования высокопродуктивного устойчивого смешанного насаждения. Увеличение ширины междурядий до 6...8 м приводит к тому, что при опоздании с рубками ухода поросль второстепенных пород «накрывает» дуб сверху и он выпадает из состава. В исследуемом регионе немало таких неудачно созданных насаждений. В культурах, где имеется удовлетворительное естественное возобновление дуба и может быть обеспечен своевременный уход, ширину междурядий можно увеличить до 6 м.

В свежих буковых и буково-грабовых дубравах, где, как правило, имеется хорошее естественное возобновление бука, дуб можно вводить отдельными рядами через 6 м.

Первоначальное расстояние в ряду между посадочными местами дуба должно быть 0,8, ели — 1,0 м. При рубках ухода необходимо стремиться к выборке в ряду каждого второго дерева ели и установлению расстояния 2—3—4 м. В результате ослабляются внутри- и межвидовые конкурентные взаимоотношения, а также получается доход от реализации хвойной породы. Аналогичным образом устанавливают расстояние в рядах дуба 1,6—2,4—3,2 м.

Во всех случаях, наряду с елью, роль подгона выполняет граб, который обильно возобновляется в междурядьях дуба, а также занимает свободные места после вырубки ели. Несколько хуже идет возобновление бука. Обе эти лиственные породы должны входить в состав елово-дубового древостоя.

На основании изложенного можно сделать некоторые обобщения.

В условиях свежих дубрав в смешанных насаждениях дуба и ели ширину междурядий устанавливают в пределах 3...6 м в зависимости от типа леса, наличия естественного возобновления главной и сопутствующих пород, экономических условий. Принятие ширины междурядий 3 м даже при опоздании с проведением рубок ухода гарантирует создание насаждения с преимуществом в его составе дуба черешчатого — главной и коренной породы.

В елово-дубовых культурах возможно кулисное, а также простое чередование рядов, но в последнем случае необходим ряд из буферной

породы. Для уменьшения степени межвидового взаимодействия целесообразно применять сложное чередование пород, вводя в ряд ели ясень, клен и другие породы. Ослабления межвидовых взаимоотношений можно достичь также одновременным введением пород в состав насаждения, т. е. созданием двухприемных культур.

В исследованных типах леса свежей дубравы при аналогичных типах и схемах смешения пород не обнаружено различий как в межвидовых, так и во внутривидовых взаимодействиях пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Калинин М. И., Осмола Н. Х., Дебринюк Ю. М. О создании высокопродуктивных дубово-еловых культур в западной лесостепи Украины // Лесн. хоз-во.— 1988.— № 4.— С. 33—35. [2]. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии / С. А. Генсирук и др.; АН УССР.— Киев: Наук. думка, 1981.— 360 с. [3]. Лавриненко Д. Д. Взаимодействие древесных пород в различных типах леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— 248 с. [4]. Оприско М. В., Дебринюк Ю. М. Дуб черешчатый и ель обыкновенная в культурах западной лесостепи Украины // Лесн. хоз-во.— 1989.— № 10.— С. 27—29. [5]. Похитон П. П. Влияние различных древесных пород на почву // Почвоведение.— 1958.— № 6.— С. 49—55. [6]. Феден И. Ф. География и особенности типов леса западной части УССР // Лесоводство и агролесомелиорация.— Киев, 1982.— Вып. 62.— С. 24—29.

Поступила 10 февраля 1991 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.114.3.001.2

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
НАГРУЖЕННОСТИ ЛЕСОВОЗНОГО ТЯГАЧА
ПРИ ХОЛОСТОМ ПРОБЕГЕ**

А. В. ЖУКОВ, В. В. ЯНУШКО, С. П. МОХОВ

Белорусский технологический институт

Транспортировка прицепа-ропуска на шасси тягача при движении его порожняком позволяет улучшить ряд важных технико-эксплуатационных показателей лесовозных автопоездов. По данным производственных испытаний [3], срок службы ропуска увеличивается на 30,8 %, среднетехническая скорость движения автопоезда — на 18 %; расход топлива уменьшается на 4...8 %, износ шин ропуска — на 38,7 %. Однако в лесозаготовительных предприятиях только 20...25 % автопоездов имеют оборудование для перевозки прицепов-ропусков на тягачах. Это объясняется его конструктивными недостатками и низкой надежностью [1].

В целях совершенствования конструкций лесовозного оборудования авторами предложена система подрессоривания ропуска, перевозимого на шасси тягача [1]. Для оценки ее эффективности проведен комплекс исследований. Определено влияние погруженного ропуска на показатели плавности хода автопоезда, дана оценка напряженно-деформированного состояния несущей системы тягача с серийным лесовозным оборудованием и влияния системы подрессоривания перевозимого ропуска на показатели плавности хода и динамическую нагруженность

Рис. 1. Прицеп-ропуск ГҚБ-9383, погруженный на раму лесовозного автопоезда МАЗ-509А



системы при переезде единичных неровностей и движении по гравийным и грунтовым дорогам. Оценивали плавность хода автопоезда в системе тягач — погруженный ропуск и напряженно-деформированное состояние несущей конструкции тягача при переезде единичных неровностей [1, 2].

Исследования динамики лесовозного автопоезда в системе тягач — погруженный роспуск при движении по дорогам с различными типами покрытий проводили в Негорельском учебно-опытном лесхозе.

В качестве объекта испытаний был выбран лесовозный автопоезд МАЗ-509А с роспуском ГКБ-9383, оборудованный устройством для перевозки прицепа (рис. 1). Вертикальные ускорения автопоезда фиксировали с помощью датчиков ДП-4, ДП1-3, МП-95, установленных в центре тяжести поддрессоренной массы тягача, на сиденье водителя и в центре тяжести роспуска. Опытные участки грунтовых и гравийных дорог имели длину 200...500 м. Скорости движения автопоезда варьировали от 20 до 40 км/ч на грунтовой дороге и от 30 до 50 км/ч на гравийной.

Уровень вертикальных ускорений оценивали величинами средних квадратичных отклонений $\sigma(z)$. Их значения для лесовозного тягача с погруженным роспуском (в суммарной полосе частот) приведены в таблице. Результаты исследований показали, что параметры плавности хода автопоезда как с системой поддрессоривания роспуска, так и без нее существенно зависят от скорости движения и типа покрытия дорог. С увеличением скорости движения на грунтовой и гравийной дороге возрастают значения средних квадратичных отклонений ускорений в местах установки датчиков. Для одной скорости эти значения при движении по грунтовой дороге на 8...27 % выше, чем по гравийной.

Место установки датчиков	Значение $\sigma(z)$, м·с ⁻² , при скорости движения, км/ч			
	20	30	40	50
Участок грунтовой дороги				
Центр тяжести поддрессоренной массы тягача	1,947	3,994	4,837	—
	2,019	3,211	4,486	—
Сиденье водителя	2,883	3,752	4,407	—
	2,843	3,512	4,224	—
Центр тяжести роспуска	2,182	3,251	4,026	—
	1,659	2,667	2,985	—
Участок дороги с гравийным покрытием				
Центр тяжести поддрессоренной массы тягача	—	3,768	4,173	5,311
	—	3,204	3,879	4,950
Сиденье водителя	—	3,035	3,257	3,745
	—	2,610	2,917	3,412
Центр тяжести роспуска	—	2,132	2,344	2,514
	—	2,015	2,191	2,356

Примечание. В числителе — данные для тягача с серийным лесовозным оборудованием; в знаменателе — с поддрессоренным роспуском.

На рис. 2 представлены средние квадратичные отклонения вертикальных ускорений на сиденье водителя. Наибольшего уровня при движении как по грунтовой, так и гравийной дороге они достигают в полосе частот 0,71...0,90 Гц. Для грунтовой дороги характерен второй всплеск вертикальных ускорений в диапазоне 1,79...3,52 Гц. При движении по дороге с гравийным покрытием они возрастают более плавно и наибольших значений достигают в диапазоне 2,24...8,95 Гц.

Из приведенных данных видно, что система поддрессоривания позволяет снизить вертикальные ускорения на сиденье водителя на 14...16 % в полосе частот 1,79...3,52 Гц при движении по грунтовой

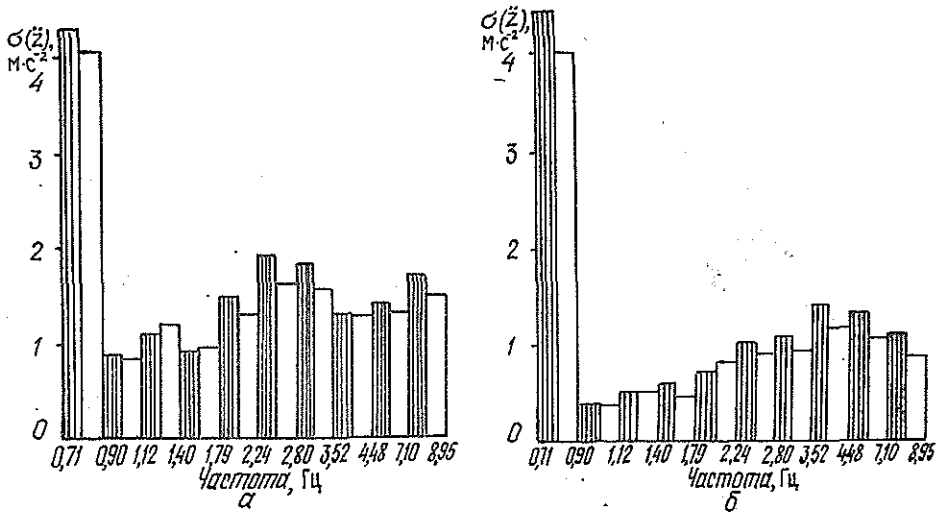


Рис. 2. Полосовые значения средних квадратичных отклонений вертикальных ускорений на сиденьи водителя при движении лесовозного автопоезда по грунтовой (а) и гравийной (б) дорогам со скоростью 40 км/ч: ▨ — тягач с серийным лесовозным оборудованием; □ — тягач с поддресоренным погруженным роспуском

дороге, на 20 % в полосе частот 0,71...0,90 Гц и на 8...13 % в полосе 4,48...8,95 Гц при движении по дороге с гравийным покрытием.

На рис. 3 приведены зависимости средних квадратичных отклонений ускорений лесовозного тягача с погруженным роспуском от скорости движения на опытных участках грунтовой и гравийной дорог для обоих вариантов лесовозного оборудования.

Анализ показал, что установка системы поддресоривания на лесовозное оборудование тягача позволяет снизить значения $\sigma(\ddot{z})$ в центре

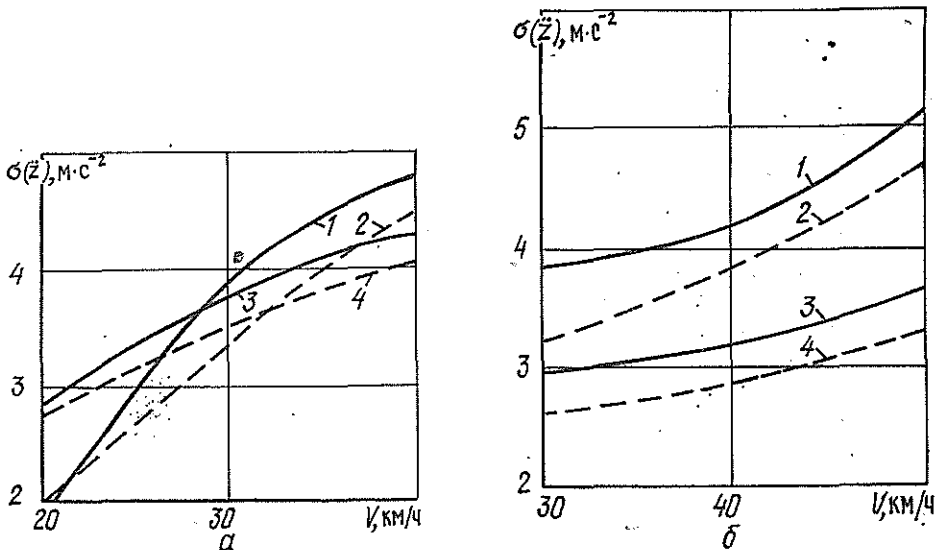


Рис. 3. Зависимости средних квадратичных отклонений вертикальных ускорений (в суммарной полосе частот) лесовозного тягача с погруженным роспуском от скорости движения V на грунтовой (а) и гравийной (б) дорогах: 1, 2 — в центре тяжести поддресоренной массы тягача; 3, 4 — на сиденьи водителя; сплошная линия — с серийным лесовозным оборудованием; штриховая — с поддресоренным роспуском

тяжести подрессоренной массы тягача на 8...19 % и на сиденьи водителя на 6...14 % (грунтовая дорога).

При движении по дороге с гравийным покрытием в диапазоне скоростей 30...50 км/ч значения $\sigma(\ddot{z})$ в центре тяжести подрессоренной массы тягача уменьшаются на 6...15 %, на сиденьи водителя на 9...18 %.

Анализ статистических данных испытаний показал, что подрессоривание перевозимого роспуска позволяет повысить плавность хода и снизить динамическую нагруженность тягача при холостом пробеге, что оказывает существенное влияние на увеличение ресурса автопоезда и другие эксплуатационные показатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Жуков А. В., Янушко В. В. Оценка эффективности применения системы подрессоривания прицепа-роспуска при перевозке его на шасси тягача // Лесн. журн.— 1986.— № 4.— С. 30—34.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Жуков А. В., Янушко В. В., Горюновский А. Р. Оценка нагруженности несущей системы лесовозного тягача, оборудованного устройством подрессоривания перевозимого роспуска // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Мн., 1990.— Вып. 5.— С. 3—7. [3]. Немцов В. П. Теоретические и экспериментальные основы совершенствования лесовозных автопоездов: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук.— М., 1989.— 36 с.

Поступила 20 марта 1991 г.

УДК 531.3 : 625.143

О ДЕФОРМАЦИЯХ И НАПРЯЖЕНИЯХ В РЕЛЬСАХ И ШПАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ

Б. В. УВАРОВ, В. И. ЖАБИН, В. В. ЩЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

На лесовозных УЖД в качестве балласта используют мелкий, средний и изредка крупный песок, а основание шпал уплотняют подштопкой. В результате возникают остаточные деформации пути и появляются зазоры между шпалами и балластным основанием. Поэтому зависимость коэффициента постели C от внешнего давления на шпалу R является нелинейной [2].

Рассмотрим методику расчета верхнего строения пути на прочность при нелинейной зависимости C от R . Верхнее строение пути заменяем балкой постоянного поперечного сечения, лежащей на упругих опорах. Она нагружена сосредоточенными силами P_i , расположенными на расстоянии a_i от левого конца балки, который принимаем за начало координат. От упругих опор на балку действуют реактивные силы R_j в точках b_j от начала координат. Ось x направим вдоль оси балки вправо. Уравнение прогибов балки $w(x)$ в сечении с координатой x имеет вид

$$w(x) = w_0 + x\varphi_0 + \frac{1}{6EI} \sum_i P_i (x - a_i)^3 U(x - a_i) - \frac{1}{6EI} \sum_j R_j (x - b_j)^3 U(x - b_j) + \frac{qx^4}{24EI}, \quad (1)$$

где w_0, φ_0 — соответственно прогиб и угол поворота при $x = 0$;
 EI — жесткость балки;
 U — единичная функция;
 q — погонная нагрузка от веса рельса и шпал.

Коэффициент упругости опор обозначим C_j ,

$$C_j = \alpha R_j^2 + \beta R_j + \gamma. \quad (2)$$

Тогда осадка шпал

$$w(x_j) = \frac{R_j}{C_j}. \quad (3)$$

Подставляя (2) в (3) и приравнявая осадку шпалы прогибу рельса (1), получаем систему уравнений для определения реакций опор:

$$\frac{R_k [1 + \Theta U(-R_k)]}{\alpha R_k^2 + \beta R_k + \gamma} + \frac{1}{6EI} \sum_j R_j (x_k - b_j)^3 U(x_k - b_j) - \\ - w_0 - x_k \varphi_0 = \frac{1}{6EI} \sum_i P_i (x_k - a_i)^3 U(x_k - a_i) + \frac{q x_k^4}{24EI}, \quad (4)$$

где k — номер уравнения системы;

Θ — коэффициент, учитывающий невозможность отрицательной реакции балласта.

Для определения неизвестных w_0 и φ_0 к системе (4) добавим условия равновесия, дающие два дополнительных уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \sum_j R_j &= \sum_i P_i + ql; \\ \sum_j R_j x_j &= \sum_i P_i a_i + \frac{ql^2}{2}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где l — длина рассматриваемого участка рельса.

Система (5) нелинейная, и для ее решения можно использовать метод Ньютона — Рафсона [1], позволяющий для нелинейного члена написать рекуррентное соотношение

$$\frac{R_k^n}{\alpha (R_k^n)^2 + \beta R_k^n + \gamma} = R_k^n \frac{\gamma - \alpha (R_k^{n-1})^2}{[\alpha (R_k^{n-1})^2 + \beta R_k^{n-1} + \gamma]^2} + \\ + R_k^{n-1} \frac{2\alpha (R_k^{n-1})^2 + \beta R_k^{n-1}}{[\alpha (R_k^{n-1})^2 + \beta R_k^{n-1} + \gamma]^2}, \quad (6)$$

где R_k^{n-1} — приближение для реактивных сил, предшествующие значению R_k^n .

Если соотношение (6) подставить в (4) и задаться начальными приближенными значениями R_k^0 , то получим линейную систему уравнений, решение которой даст следующее приближение к R_k . Расчеты показывают, что итерация быстро сходится.

По найденным R_k с помощью уравнения (1) можно определить прогибы рельсов. Для изгибающих моментов $M(x)$ и перерезывающих сил $Q(x)$ имеем

$$M(x) = \sum_i P_i (x - a_i) U(x - a_i) - \sum_j R_j (x - b_j) U(x - b_j) + \frac{q x^2}{2}; \\ Q(x) = \sum_i P_i U(x - a_i) - \sum_j R_j (x - b_j) + qx.$$

На основании приведенного алгоритма составлена программа для ЭВМ. Рассмотрим пример расчета. Внешняя нагрузка — тепловоз ТУ-7

(без балласта). Согласно [3] учтены динамические силы, расчетным является второе по ходу колесо. Тип рельса Р24, длина 1,8 м, ширина 0,208 м. Коэффициент постели основания принят по [2]. Результаты расчета показаны на рис. 1. Наибольшие значения соседних реактивных сил R составляют 16,7; 21,7; 26,5 и 14,6 кН.

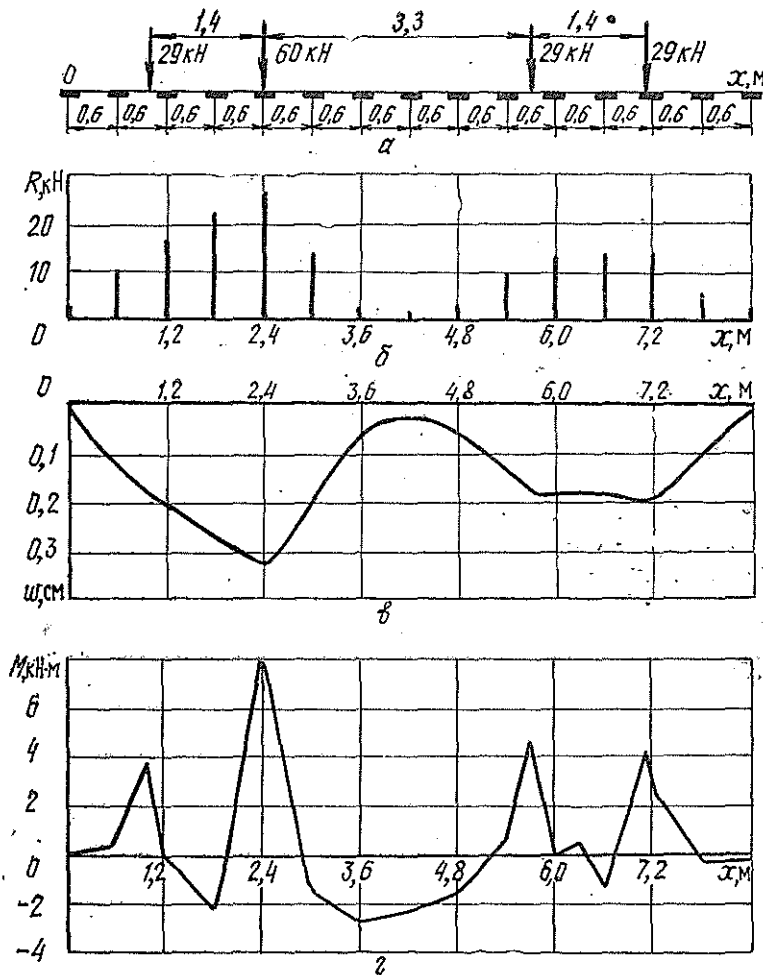


Рис. 1. Схема сил, действующих от колес тепловоза на рельс (а); распределение реактивных сил R (б), упругих прогибов w (в) и изгибающих моментов M (г) по длине рельса

Напряженное состояние грунта земляного полотна под балластным слоем рассматривали с учетом различных прочностных свойств слоев основания. Балластный слой толщиной 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 м состоял из песка с модулем деформации E_1 , равным 25, 40 и 100 МПа. Он уложен на земляное полотно из суглинка с модулем деформации $E_2 = 11$ МПа. Расчет выполнен по методике, изложенной в работе [4]. Эпюра вазоров S показана на рис. 2, а. Эпюры реактивного давления p определены для рассмотренных выше значений R . Распределение p по длине шпалы принято ступенчатым и в качестве примера показано на рис. 2, б.

В результате расчетов получены значения вертикальных напряжений σ_z в различных точках поверхности земляного полотна по длине

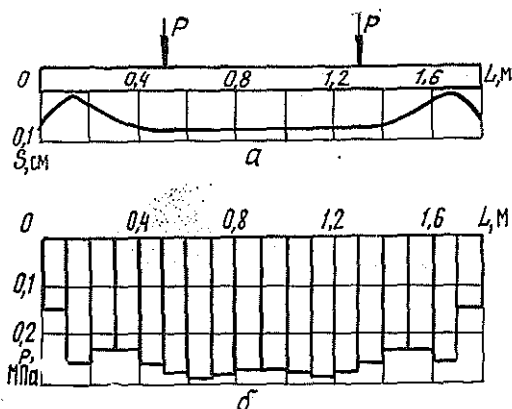


Рис. 2. Эпюры зазоров $S(a)$ и реактивных давлений p при $P = 26,5$ кН (b) по длине шпалы L

пути. На рис. 3 показано изменение вертикальных напряжений σ_z при действии на одиночную шпалу нагрузки $P = 26,5$ кН, $E_1 = 40$ МПа и $E_2 = 11$ МПа. Как видим, наибольшие напряжения наблюдаются в сечениях по оси пути и под рельсом. При увеличении толщины балластного слоя от 0,1 до 0,4 м существенно снижается значение напряжений σ_z .

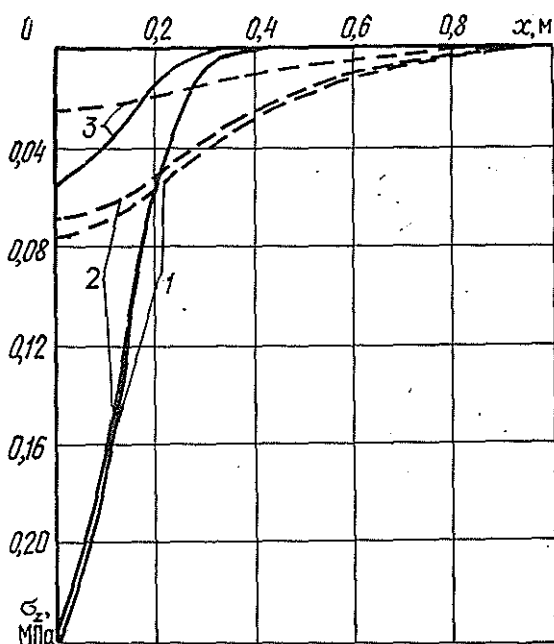


Рис. 3. Распределение напряжений σ_z на поверхности земляного полотна при $h = 0,1$ м (сплошная линия) и $h = 0,4$ м (пунктирная линия): 1 — по оси пути; 2 — под рельсом; 3 — на конце шпалы

Распределение напряжений σ_z вдоль оси X при одновременном воздействии четырех наиболее нагруженных шпал приведено на рис. 4. При вычислении σ_z использован принцип независимости действия сил. Из графиков видно, что при толщине балластного слоя 0,1 и 0,2 м напряжения концентрируются непосредственно под шпалами, при этом они больше допустимых, равных 0,1 МПа. Увеличение толщины балластного слоя до 0,4 м приводит к выравниванию и существенному снижению значений σ_z .

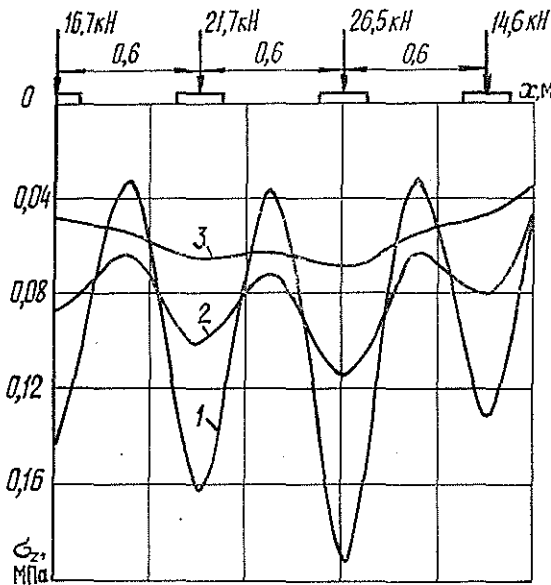


Рис. 4. Распределение напряжений σ_z по длине рельса при $h = 0,1$ м (1), $h = 0,2$ м (2) и $h = 0,4$ м (3); $E_1 = 100$ МПа; $E_2 = 11$ МПа

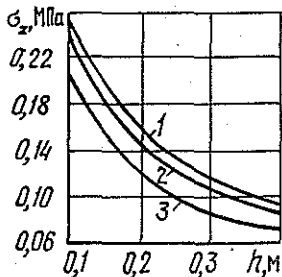


Рис. 5. Зависимость напряжений σ_z от толщины балластного слоя h при $E_2 = 11$ МПа: 1 — $E_1 = 25$ МПа; 2 — $E_1 = 40$ МПа; 3 — $E_1 = 100$ МПа

На рис. 5 представлены зависимости напряжений в земляном полотне от толщины балластного слоя для различных модулей деформации E_1 . Как видим, эти зависимости нелинейны.

Полученные результаты показывают, что рассмотренный метод может быть использован для расчета верхнего строения УЖД с учетом зазоров между шпалами и балластом, а также нелинейных свойств и слоистости основания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Беллман Р., Калаба Р. Квазилинеаризация и нелинейные краевые задачи.— М.: Мир, 1968.— 96 с. [2]. Влияние балласта и зазоров под шпалой на коэффициент постели основания / Б. В. Уваров, В. И. Жабин, А. П. Елисеев, В. В. Щелкунов // Лесн. журн.— 1990.— № 6.— С. 42—46.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колея 750 мм) на прочность.— М.: Трансжелдориздат, 1963.— 64 с. [4]. Уваров Б. В., Щелкунов В. В. О расчете слоистого основания под симметрично нагруженными балками и плитами // Лесн. журн.— 1978.— № 5.— С. 38—44.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 10 февраля 1991 г.

УДК 630*377.73

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ
ГРЕБНЕВЫХ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК
ИЗ ЧУГУННО-КАПРОНОВОГО ПРЕССМАТЕРИАЛА
НА ТЕПЛОВОЗАХ УЖД**

Б. Б. ДЕМИДОВСКИЙ, Б. Д. ВАСИЛЬЕВ-КОЗЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Исследования неметаллических материалов для тормозных колодок тепловозов колеи 750 мм, выполненные в Архангельском лесотехническом институте, показали, что тормозная эффективность и износостойкость чугунно-капронового прессматериала значительно выше, чем у чугуна.

Недостатком чугунно-капронового прессматериала, имеющего стержневую структуру с упруговязким связующим, является то, что он

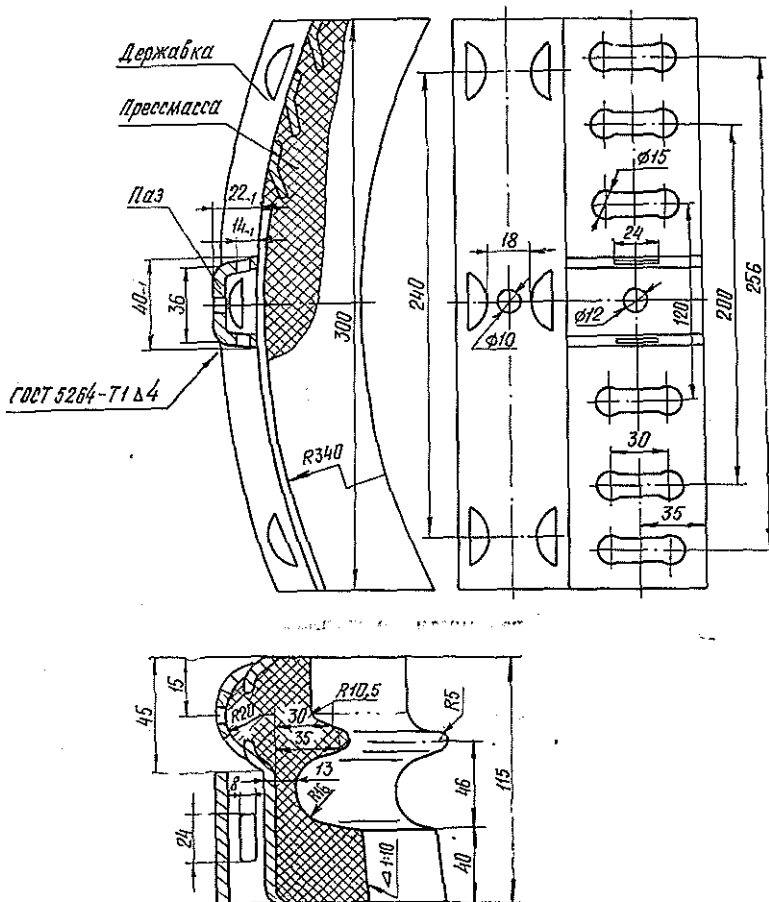


Рис. 1. Колодка тормозная гребневая из чугунно-капронового прессматериала

вызывает более сильный износ бандажа колеса, чем чугун. Характеристики тормозных колодок в соответствии с ОСТ 24.140.05 можно улучшить, применив профильную (гребневую) конструкцию (рис. 1). При наличии паза на тормозной колодке, сопрягаемой с кругом катания бандажа по рельсу, изнашивается та часть бандажа, которая не имеет контакта с рельсом. Такая работа пары трения способствует меньшему нарастанию проката бандажа, а также росту высоты гребня и увеличивает пробег тепловоза между подъемочными ремонтами.

Опытную партию колодок испытывали на Лепшинской УЖД объединения Архангельсклеспром в 1983 г. Выбор УЖД обуславливался тяжелым профилем пути и затяжными спусками в грузовом направлении.

Для получения сравнительных данных одну тележку тепловоза оборудовали опытными колодками, вторую — обычными чугунными, имеющими вставки из конструкционной стали. Износ бандажей определяли по зазору между скобой (рис. 2) и бандажом. В зазор вводили круглый шуп с конусностью 1:50. Диаметр его измеряли в соответствующем месте с точностью 0,02 мм. Скобу крепили на бандаже тремя болтами с конусными посадочными концами при помощи базовых сверлений.

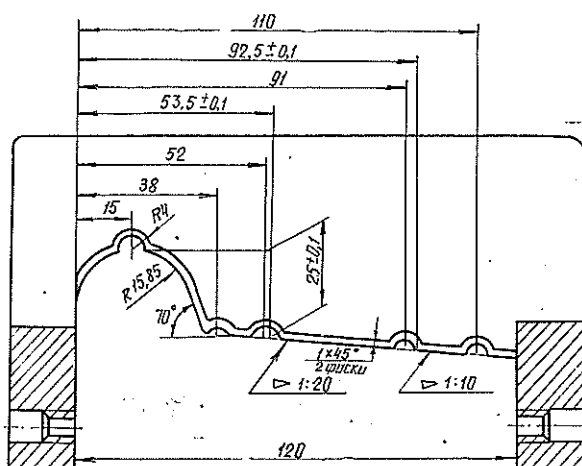


Рис. 2. Скоба для измерения проката бандажа

Замеры проводили в пяти точках: 1 — на гребне реборды; 2, 3 — на конусе 1:20 (в местах контакта рельса с бандажом); 4, 5 — на конусе 1:10. При замерах поверхность бандажа тщательно протирали. Для устранения погрешностей субъективного порядка (колебания измерительного усилия, параллакс, неточность приемов и т. п.) все измерения проводил один человек одним инструментом. Колебания температуры окружающего воздуха и измеряемых деталей не превышали 11 °С. Износ бандажа определяли как разность между первоначальным замером и последующими.

За период испытаний колодок (6 мес) было сделано четыре замера для каждой пары трения: первый — при установке колодок, каждый последующий — через 2 мес. Данные измерений заносили в ведомости замеров.

По результатам обработки опытных данных подсчитаны значения износа бандажей колесных пар и построены диаграммы износа по профилю бандажа для опытной гребневой колодки из чугуно-капронового прессматериала и чугунной (рис. 3). Сравнение данных приведено в табл. 1, за 100 % принят износ бандажей, работавших с чугунными колодками.

Как видно из таблицы, износ бандажей, работавших с экспериментальными колодками, для тепловозов ТУ4, ТУ7 и ТУ6А был ниже соответственно на 46,5; 73,7 и 72,6 %, чем с чугунными.

Для проверки тормозных качеств опытных колодок проводили тормозные испытания на горизонтальном магистральном участке Лепшинской УЖД с вновь уложенными рельсами Р24. Контрольный участок

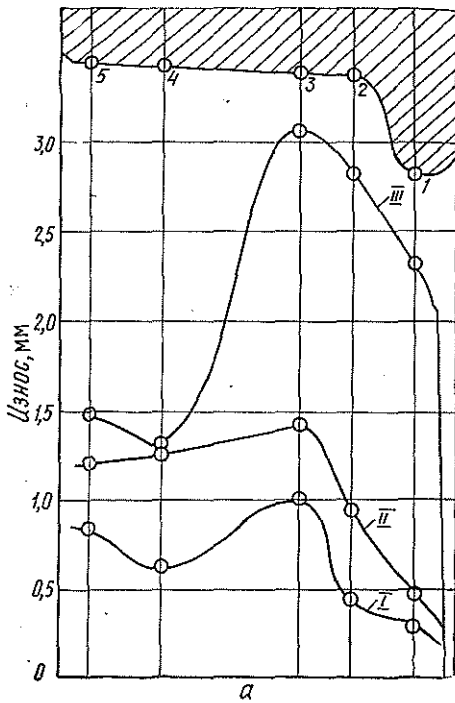


Рис. 3. Износ бандажа по профилю в характерных точках для тепловоза ТУ4: а — задняя тележка, переднее левое колесо, колодка чугунно-капроновая гребневая; б — передняя тележка, колodka чугунная с твердыми вставками; I, II, III — пробег соответственно 4528, 13423 и 15429 км

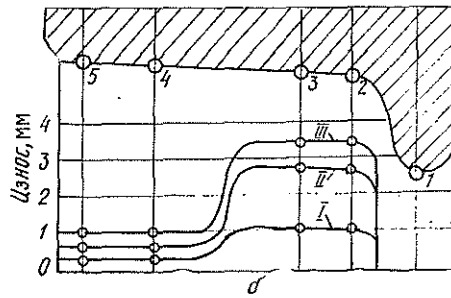


Таблица 1

Тепловоз	Среднее значение максимального износа по колесам, мм		Сравнительный износ, %	Разность износов	
	на гребне	по кругу катания		мм	%
ТУ4	1,85	1,90	53,5	0,05	1,4
	0	3,55	100	3,55	100
ТУ7	0,67	0,92	26,3	0,25	7,1
	0	3,50	100	3,50	100
ТУ6А	0,70	0,92	27,4	0,22	6,6
	0	3,32	100	3,32	100

Примечание. В числителе — данные для чугунно-капроновых гребневых колодок, в знаменателе — для чугунных.

нивелировали по головке рельсов с разбивкой точек замеров через 5 м. Эти точки выносили на бровку полотна, они были базовыми при замерах тормозного пути.

Чтобы создать одинаковые условия работы всех видов колодок и, следовательно, получить более точные сравнительные данные, испытания проводили на одном и том же тепловозе ТУ7. Для увеличения массы состава тепловоз сцепляли с груженым вагоном-сцепом, общий вес опытного состава 453 кН.

Перед испытаниями опытные колодки прирабатывались по бандажам, контролировалось техническое состояние тепловоза, особенно его тормозного оборудования (зазор между колодками и колесами, плотность пневмосистемы, правильность показаний тормозных манометров и скоростемера).

Испытания проводили в дневное время при одинаковых или близких погодных условиях, без подсыпки и с подсыпкой песка при торможении. Тормозной путь опытного состава определяли от начальной точки торможения (момента перевода ручки крана машиниста в тормозное положение) до полной остановки. Диапазон начальных скоростей составлял от 5 до 45 км/ч с интервалом 5 км/ч. Торможения выполняли в трехкратной повторности для каждой скорости. В табл. 2 приведены средние арифметические значения тормозного пути.

Таблица 2

Скорость, км/ч	Тормозной путь, м. для колодок		
	чугунных	чугунно-капроновых	чугунно-капроновых гребневых
5	2,5/2,05	5,1/3,73	1,90/1,40
10	9,1/6,82	6,8/5,91	2,05/1,55
15	11,2/10,07	11,1/10,34	8,70/7,16
20	15,9/13,75	19,0/15,13	14,10/10,34
25	25,5/25,00	27,1/22,85	20,20/16,06
30	52,2/46,12	38,1/30,23	31,10/27,92
35	64,0/57,00	50,5/43,27	46,70/36,52
40	91,0/82,00	75,1/67,03	64,20/50,03
45	118,4/107,07	92,3/80,25	88,40/71,98

Примечание. В числителе — данные для торможения без подсыпки песка, в знаменателе — с подсыпкой.

Проведенные испытания позволили оценить эксплуатационные качества опытных тормозных колодок. У тепловозов ТУ4, ТУ7 и ТУ6А износ бандажей с гребневыми чугунно-капроновыми колодками был меньше, чем с чугунными. Тормозная эффективность экспериментальных колодок оказалась выше, чем у чугунных и чугунно-капроновых обычного профиля, соответственно на 45... 50 и 10... 15 %.

Указанные преимущества обеспечивают повышение безопасности движения поездов и снижение эксплуатационных затрат на тормозное оборудование.

Поступила 4 января 1991 г.

УДК 630*375 : 65.011.46

УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Г. А. ИВАНОВ

Московский лесотехнический институт

Мероприятия по модернизации трелевочного трактора предполагают оценку его производительности в типичных лесозаготовительных условиях.

Цель работы — исследовать возможность повышения производительности трелевочного трактора (на примере ТБ-1М) путем изменения передаточных чисел трансмиссии и увеличения коэффициента приспособляемости двигателя.

Сменную производительность $\Pi_{см}$ трелевочного трактора с гидроманипулятором определяли по известной формуле

$$\Pi_{см} = \frac{(T - t_{п.э}) \varphi W}{T_{ц}},$$

где T — время смены, с;
 $t_{п.з}$ — время на подготовительные и заключительные работы, для тракторов с гидроманипулятором $t_{п.з} = 3000$ с;
 φ — коэффициент использования рабочего времени смены, $\varphi = 0,9$;
 W — средний объем пачки, м³;
 $T_{ц}$ — продолжительность цикла, с.

В соответствии с ОСТ 23.1.88—82 для тракторов с номинальным тяговым усилием до 40 кН включительно типичным является средний запас древесины на 1 га 150 м³, средний объем хлыста 0,4 м³. Трелевочные тракторы ТБ-1М работают в районах европейской части страны, а также Урала и Западной Сибири, где на равнинных и всхолмленных площадях произрастают мелкотоварные смешанные насаждения с объемом хлыста 0,18...0,40 м³ [2, 4, 5, 8].

Трелевочный трактор ТБ-1 [4] собирает пачку объемом до 8 м³, в среднем 5...6 м³. В работе [7] отмечено, что закон распределения объемов пачек для трактора ТБ-1М близок к нормальному с математическим ожиданием 5,08 м³ и средним квадратичным отклонением 1,42 м³. Поэтому производительность определяли для хлыстов объемом 0,2 и 0,4 м³ при объеме пачки 4...5, 5...6 и 7 м³. Из формулы видно, что мероприятия по модернизации моторно-трансмиссионной установки (МТУ) влияют, при прочих равных условиях, только на один член — $T_{п.п}$.

Продолжительность цикла работы трелевочного трактора с гидроманипулятором находили по формуле

$$T_{ц} = T_{р} + T_{х} + T_{п} + T_{0} + K_{п}t_{п.п},$$

где $T_{р}$, $T_{х}$ — продолжительность рабочего и холостого хода трактора, с;
 $T_{п}$ — продолжительность сбора пачки, с;
 T_{0} — продолжительность работы на погрузочной площадке, с;
 $K_{п}$ — число переключений передач за один цикл трелевки;
 $t_{п.п}$ — продолжительность одного переключения передач, с.

При рассматриваемой модернизации МТУ трелевочного трактора в цикле изменяется только продолжительность рабочего и холостого ходов $T_{р(х)}$, с, которую определяют по формуле

$$T_{р(х)} = S/v_{ср},$$

где S — среднее расстояние трелевки, м,

$$S = S_{п} + S_{м}.$$

Здесь $S_{п}$ — средняя длина пасечного волока, м;

$S_{м}$ — средняя длина магистрального волока, м.

На лесозаготовках среднее расстояние трелевки в зависимости от схемы и типа уса лесовозной дороги колеблется от 150 до 300 м [8]. Из [4] известно, что для любой схемы разработки делянок оно находится в пределах 200...400 м. При дифференцированном же его определении для гусеничных тракторов расстояние транспортирования по магистральному волоку составляет 50...250 м, по пасечному 50 м [5]. Поэтому производительность определяли при средних расстояниях трелевки 100, 200 и 300 м.

Согласно методике [5] скорость линейно зависит от коэффициента приспособляемости двигателя $K_{м}$. При одном значении $K_{м}$ могут быть реализованы различные законы разбивки ряда передач, следовательно, и различные скорости, которые в конечном итоге влияют на производительность. В связи с этим методика [5] для определения скорости непригодна.

Рассмотрим другой подход, связанный с использованием вероятностных зависимостей. Суть предлагаемого метода сводится к следующему. Для анализируемой разбивки ряда передач строят график зависимости между моментом на карданном валу $M_{к.в}$ (рис. 1) или касательной силой тяги P_k (рис. 2) трактора на каждой из передач с частотой (вероятностью) их распределения $\hat{f}(M_{к.в})$ или $\hat{f}(P_k)$. Значения частоты (вероятности) распределения взяты из [1]. Тогда при известной величине пачки по таблицам функции Лапласа находят вероятность движения трактора на конкретной передаче.

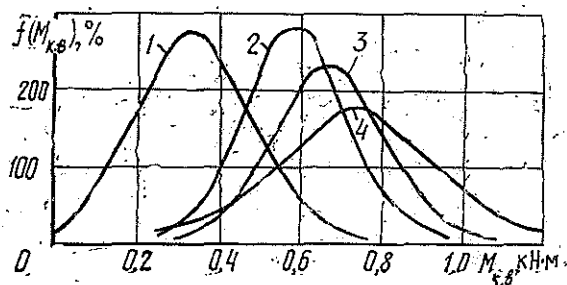


Рис. 1. Распределение крутящего момента на карданном валу: 1 — холостой ход; 2, 3, 4 — грузовой ход при объеме пачки хлыстов соответственно 4,5, 5,6 и 7 м³

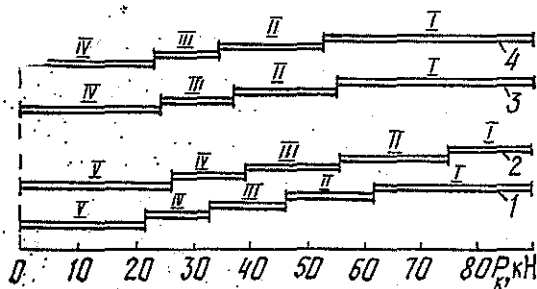


Рис. 2. Распределение касательной силы тяги на разных передачах: 1 — серийная коробка перемены передач, $K_M = 1,15$; 2 — то же, $K_M = 1,4$; 3 — модернизированная коробка перемены передач, $K_M = 1,4$; 4 — то же, $K_M = 1,5$. Римскими цифрами показаны номера передач

Среднюю скорость движения рабочего или холостого хода в силу независимости событий (работу трактора на k -й передаче) определяют по формуле

$$v_{ср} = \sum_{k=1}^m P(v_k) v_k^{ср},$$

где $P(v_k)$ — вероятность движения трактора со скоростью $v_k^{ср}$;
 m — число рабочих передач;
 $v_k^{ср}$ — средняя скорость на k -й передаче, м · с⁻¹.

Средняя скорость на k -й передаче

$$v_k^{ср} = \frac{\omega_k^{ср} r_{в.к}}{i_k},$$

где $\omega_k^{ср}$ — средняя угловая скорость вращения вала двигателя на k -й передаче, с⁻¹;
 $r_{в.к}$ — радиус ведущего колеса, м;
 i_k — передаточное число k -й передачи.

Средняя угловая скорость вращения вала двигателя на k -й передаче

$$\omega_k^{ср} = \frac{163 P_{ср}}{M_{дв}^{ср}},$$

где $P_{ср}$, $M_{дв}^{ср}$ — средняя мощность, кВт, и средний момент двигателя, Н · м, на k -й передаче.

Средний момент двигателя на k -й передаче

$$M_{дв}^{ср} = \frac{P_k^{min} + P_k^{max}}{2i_k \eta_{мг}} r_{в.к},$$

где P_k^{min} , P_k^{max} — минимальная и максимальная касательная сила тяги на k -й передаче;

$\eta_{мг}$ — механический КПД трактора, для ТБ-1М $\eta_{мг} = 0,885$.

При работе двигателя с регулятором, когда $M_{дв}^{ср}$ меньше номинального момента двигателя M_n , Н · м, на k -й передаче и известен коэффициент крутизны скоростной характеристики двигателя $K_{ж}$, удобнее пользоваться формулой

$$\omega_k^{ср} = \omega_{х.х} - M_{дв}^{ср}/K_{ж},$$

где $\omega_{х.х}$ — угловая скорость холостого хода двигателя, с⁻¹.

По уточненной методике определяли сменную производительность трелевочного трактора ТБ-1М с различными вариантами коробки перемены передач (передаточные числа главной и бортовой передач в расчетах принимали, как у трактора ТБ-1М, равными 3,917 и 5,417 соответственно) и коэффициентами приспособляемости двигателя K_m в разных производственных условиях. Результаты расчета сведены в таблицу (в числителе — данные при объеме хлыста 0,2 м³; в знаменателе — 0,4 м³).

Для базового варианта при использовании серийной коробки передач средняя загрузка двигателя возрастала пропорционально увеличению K_m от 1,15 до 1,4, т. е. в 1,217 раза. При анализе, если не оговорено специально, рассматривается расстояние трелевки 300 м, объем пачки 5...6 м³, объем хлыста 0,4 м³.

Анализ данных таблицы показал, что увеличение коэффициента приспособляемости двигателя способствует повышению сменной производительности трелевочного трактора. Это объясняется тем, что на каждом шаге увеличения K_m внешняя скоростная характеристика двигателя по мощности приобретает все более пологий вид и площадь криволинейной фигуры, в пределах угловой скорости вала двигателя от ω_{min} до $\omega_{ном}$ и ординат от внешней характеристики до мощности, равной номинальной $\pm 3\%$, становится все меньше [двигатель постоянной мощности (ДПМ) имеет высокое значение коэффициента приспособляемости и мощность, равную номинальной $\pm 3\%$ в интервале угловой скорости $\omega_{min} - \omega_{ном}$]. В свою очередь, чем меньше площадь этой фигуры, тем в большей мере двигатель осуществляет бесступенчатое автоматическое регулирование крутящего момента.

Производительность трактора с ДПМ и модернизированной трансмиссией меньше зависит от расстояния трелевки. Максимальный эффект от установки ДПМ достигается при одновременном изменении передаточных чисел коробки перемены передач. Это подтверждают и работы [3, 6, 7].

Сравнение различных видов технологии трелевки древесины указывает на существенное (45 %) преимущество работы трелевочного трактора с валочной машиной. Это связано с уменьшением более чем в 2 раза затрат времени на сбор пачки по сравнению с ручной валкой.

Увеличение объема пачки от 4-5 до 7 м³ положительно сказывается на сменной производительности. Так, для серийного трактора и расстояния трелевки 100 м при ручной валке производительность возрастает на 3,9 %, при машинной — на 11,0 %; для модернизированного трак-

Способ валки	Вариант коробки передач	K _м	S, м	Сменная производительность, м ³ , при объеме пачки, м ³			
				4-5	5-6	7	
Бензопилой	Серийная	1,15	100	<u>69,97</u> 106,30	<u>71,30</u> 109,10	<u>73,06</u> 110,60	
			200	<u>64,32</u> 93,76	<u>66,04</u> 97,30	<u>68,54</u> 100,60	
			300	<u>59,50</u> 83,90	<u>61,50</u> 87,80	<u>64,50</u> 92,20	
		1,4	100	<u>70,62</u> 107,80	<u>71,87</u> 110,50	<u>73,50</u> 111,70	
			200	<u>65,35</u> 95,97	<u>67,02</u> 99,45	<u>69,25</u> 102,15	
			300	<u>60,80</u> 86,48	<u>62,80</u> 90,40	<u>65,46</u> 94,12	
		1,4	100	<u>70,84</u> 108,31	<u>72,00</u> 110,80	<u>73,64</u> 112,00	
			200	<u>65,72</u> 96,78	<u>67,24</u> 99,99	<u>69,50</u> 102,68	
			300	<u>61,30</u> 87,48	<u>63,10</u> 91,00	<u>65,80</u> 94,80	
	1,5	100	<u>70,94</u> 108,54	<u>72,15</u> 111,17	<u>73,72</u> 112,20		
		200	<u>65,90</u> 97,14	<u>67,50</u> 100,50	<u>69,64</u> 103,00		
		300	<u>61,50</u> 87,90	<u>63,44</u> 91,80	<u>66,00</u> 95,20		
	ВПМ	Серийная	1,15	100	<u>114,90</u> 169,20	<u>118,50</u> 177,10	<u>123,70</u> 187,90
				200	<u>100,40</u> 139,50	<u>104,70</u> 148,00	<u>111,20</u> 160,60
				300	<u>90,00</u> 120,20	<u>93,80</u> 127,10	<u>101,00</u> 140,20
			1,4	100	<u>116,70</u> 173,05	<u>120,21</u> 180,92	<u>124,93</u> 190,82
				200	<u>102,94</u> 144,46	<u>107,25</u> 153,07	<u>113,13</u> 164,58
				300	<u>92,10</u> 124,00	<u>96,80</u> 132,64	<u>103,36</u> 144,68
1,4			100	<u>117,30</u> 174,40	<u>120,57</u> 181,74	<u>125,33</u> 191,74	
			200	<u>103,90</u> 146,32	<u>107,81</u> 154,23	<u>113,78</u> 161,00	
			300	<u>93,24</u> 126,04	<u>97,50</u> 134,00	<u>104,20</u> 146,33	
1,5		100	<u>117,55</u> 175,00	<u>121,00</u> 182,73	<u>125,57</u> 192,30		
		200	<u>104,30</u> 147,13	<u>108,50</u> 155,67	<u>114,20</u> 166,80		
		300	<u>93,73</u> 126,95	<u>98,36</u> 135,60	<u>104,70</u> 147,27		
Модерни- зированная		1,4	100	<u>70,84</u> 108,31	<u>72,00</u> 110,80	<u>73,64</u> 112,00	
			200	<u>65,72</u> 96,78	<u>67,24</u> 99,99	<u>69,50</u> 102,68	
			300	<u>61,30</u> 87,48	<u>63,10</u> 91,00	<u>65,80</u> 94,80	
		1,5	100	<u>70,94</u> 108,54	<u>72,15</u> 111,17	<u>73,72</u> 112,20	
			200	<u>65,90</u> 97,14	<u>67,50</u> 100,50	<u>69,64</u> 103,00	
			300	<u>61,50</u> 87,90	<u>63,44</u> 91,80	<u>66,00</u> 95,20	

тора при $K_m = 1,5$ — соответственно 3,4 и 9,9 %. При трелевке на 300 м это увеличение составляет 9,9 и 16,6 % для серийного трактора, 8,3 и 16,0 % для трактора с ДПМ. Эти данные свидетельствуют о преимуществе тракторов с ДПМ и модернизированной трансмиссией, которые менее чувствительны к изменениям производственных условий.

Увеличение объема хлыста от 0,2 до 0,4 м³ обеспечивает рост сменной производительности, сопоставимый с изменением способа валки. При ручной валке производительность серийного трактора возрастает на 42,8 %, при машинной на 35,5 %; трактора с ДПМ при $K_m = 1,5$ — на 44,7 и 37,8 % соответственно. Это различие связано с временем на отдельные операции. Так как время трелевки и холостого хода в общем цикле меньше времени сбора пачки, а у трактора с ДПМ меньше, чем у серийного, то эффективность первого растет интенсивнее с увеличением объема хлыста.

Установка ДПМ с $K_m = 1,4$ при трелевке пачек объемом 5,5... 7,0 м³ обеспечивает увеличение средней скорости грузового хода трактора на 10... 12 %, с $K_m = 1,5$ — на 10,7... 14,7 %.

В качестве альтернативы ДПМ рассмотрена модернизация трелевочного трактора, связанная с форсированием номинальной мощности его двигателя, в предположении, что рабочий диапазон тяговых усилий сохраняется, как у серийного трактора, трансмиссия остается без изменений, $K_m = 1,15$. Потребную номинальную мощность двигателя, обеспечивающую такую же сменную производительность, как и трактор с ДПМ, вычисляли методом прямого перебора. Расчеты показали, что трактор с ДПМ мощностью 70 кВт, коэффициентом приспособляемости двигателя 1,4 и модернизированной трансмиссией обеспечивает такую же сменную производительность, что и серийный трактор при номинальной мощности двигателя 81,3 кВт, т. е. на 16,15 % больше. При работе трактора с ДПМ мощностью 70 кВт и модернизированной трансмиссией, но при $K_m = 1,5$ для получения такого же результата потребуется мощность двигателя уже 84,6 кВт, т. е. на 21 % больше, чем у ДПМ.

Таким образом, уточненная методика расчета сменной производительности трелевочного трактора с использованием вероятностных зависимостей позволяет наиболее полно отразить, что использование ДПМ при одновременном изменении передаточных чисел в трансмиссии способствует максимальному росту сменной производительности при работе трелевочного трактора ТБ-1М в составе разных систем машин в различных производственных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженности трансмиссии трелевочного трактора.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 216 с. [2]. Егоров Л. И., Брейгер В. С. К обоснованию рейсовой нагрузки трелевочного трактора при работе с валочно-пакетирующей машиной // Проблемы исследования базовых промышленных тракторов.— Химки, 1977.— С. 17—23.— (Тр. / ЦНИИМЭ). [3]. Иванов Г. А. Повышение технического уровня трелевочного трактора // Лесн. пром-сть.— 1987.— № 9.— С. 28—29. [4]. Крашенинников Е. М. Тракторы и автомобили для лесной промышленности и лесного хозяйства.— Петрозаводск: Карелия, 1977.— 128 с. [5]. Методика расчета технической производительности трелевочных тракторов. Отраслевая методика / ЧФ НАТИ.— М., 1983.— 40 с. [6]. Михайлов О. А. Улучшение тягово-скоростных свойств трелевочного трактора и снижение энергоемкости трелевки путем увеличения приспособляемости дизеля: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— Л., 1986.— 20 с. [7]. Швед А. И., Иватулин М. Т. Исследование влияния коэффициента запаса крутящего момента двигателя на производительность лесопромышленного трактора // Вопросы применения на тракторах двигателей постоянной мощности.— М., 1982.— С. 49—54.— (Тр. / НАТИ). [8]. Шелгунов Ю. В., Кутуков Г. М., Ильин Г. П. Машины и оборудование лесозаготовок лесосплава и лесного хозяйства.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 520 с.

Поступила 11 марта 1991 г.

УДК 621.86.063.2.001.24

ИЗМЕНЕНИЕ МАССЫ НА КРЮКЕ КРАНА-ЛЕСОПОГРУЗЧИКА БАШЕННОГО ТИПА ПРИ ВЫГРУЗКЕ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ГРЕЙФЕРА НА ВЕСУ

З. Д. ВТЮРИНА

Архангельский лесотехнический институт

Техническая возможность выгрузки круглых лесоматериалов из грейфера на весу тесно связана с влиянием этого процесса на устойчивость лесопогрузчика. Одним из основных факторов устойчивости является закономерность изменения массы груза на крюке.

Продолжительность выгрузки бревен из грейфера на весу $t_{\text{ц}}$ складывается из времени от начала раскрытия челюстей до момента начала выгрузки бревен $t_{\text{н}}$ и времени от выгрузки первого бревна до полного освобождения грейфера $t_{\text{в}}$.

Масса на крюке лесопогрузчика $m_{\text{к}}$ при выгрузке бревен изменяется от $m_{\text{б}} + m_{\text{г}}$ до $m_{\text{г}}$ (где $m_{\text{б}}$ — масса бревен, $m_{\text{г}}$ — масса грейфера).

Установим зависимость изменения массы на крюке лесопогрузчика от времени выгрузки. Если при постоянном сечении отверстия грузо-захватного органа масса сыпучих материалов уменьшается равномерно от m_0 до нуля в течение времени $t_{\text{в}}$, то в любой момент t оставшаяся на крюке масса $m_{\text{к}}$ может быть выражена по формуле

$$m_{\text{к}} = m_0 (1 - t/t_{\text{в}}) + m_{\text{г}}$$

Продолжительность выгрузки при непрерывном раскрытии грейфера, очевидно, зависит от диаметра выгружаемых бревен. С его увеличением время от начала раскрытия грейфера до начала выгрузки возрастает, а продолжительность самого процесса опорожнения грейфера уменьшается, так как при той же массе бревен выгрузка происходит при большем раскрытии челюстей и, следовательно, с большей интенсивностью. Увеличение интенсивности выгрузки с ростом диаметра бревен выражается через показатель степени 2 — $d_{\text{с}}/D$. Справедливость этого утверждения докажем сравнением теоретических и экспериментальных данных. Массу бревен в грейфере $m_{\text{б}}$ в любой момент времени $t \geq t_{\text{н}}$ можно определить по формуле

$$m_{\text{б}} = m_{\text{б.о}} \left[1 - \left(\frac{t - t_{\text{н}}}{t_{\text{в}}} \right)^{2 - d_{\text{с}}/D} \right],$$

где $m_{\text{б.о}}$ — масса бревен в грейфере до начала выгрузки;

D — диаметр грейфера (внутренний при сомкнутых челюстях);

$d_{\text{с}}$ — условный диаметр бревна в коре, $d_{\text{с}} = d_{\text{с.б}} + \Delta d$

($d_{\text{с.б}}$ — диаметр бревна без коры посередине длины; Δd —

увеличение диаметра, учитывающее толщину коры и кри-

визну). Согласно ГОСТ 9463—88 для круглых хвойных

лесоматериалов длиной 6 м приближенно можно принять

$d_{\text{с}} = d_{\text{в}} + 5$ см (где $d_{\text{в}}$ — диаметр бревна в верхнем от-

резе).

С учетом постоянной массы грейфера уравнение для массы на крюке лесопогрузчика в любой момент времени $t \geq t_{\text{н}}$ принимает вид

$$m_k = m_{\sigma.o} \left[1 - \left(\frac{t - t_n}{t_b} \right)^{2 - d_c/D} \right] + m_r. \quad (1)$$

Если диаметр бревен мал ($d_c \rightarrow 0$), выгрузка начинается при $t_n \rightarrow 0$ согласно зависимости

$$m_k = m_{\sigma.o} \left[1 - \left(\frac{t - t_n}{t_b} \right)^2 \right] + m_r. \quad (2)$$

При $d_c/D = 1$ (диаметр одного бревна равен диаметру грейфера) показатель степени $2 - d_c/D = 1$. Тогда для промежутка времени $0 \leq (t - t_n) \leq t_b$

$$m_k = m_{\sigma.o} \left(1 - \frac{t - t_n}{t_b} \right) + m_r. \quad (3)$$

В этом случае $t_b \rightarrow 0$ (а по условию $t - t_n \leq t_b$ и масса на крюке остается постоянной в течение всего периода раскрытия грейфера. Лишь при $t - t_n = t_b$ выражение в скобках в формуле (3) обращается в нуль, тогда $m_k = m_r$. Это соответствует случаю условно «мгновенной» выгрузки бревен из грейфера.

Таким образом, формула (1) отражает сущность рассматриваемого процесса, что подтверждается экспериментально.

Для съемки процесса выгрузки использовали киноаппарат «Конвас». Анализ кинограмм позволил установить изменение числа выгружаемых бревен B каждой исследованной ступени диаметра. Изучаемая зависимость в любой момент времени с принятой точностью выражается уравнением параболы второго порядка (рис. 1).

$$B = B_0 - K_1(t - t_n) - K_2(t - t_n)^2, \quad (4)$$

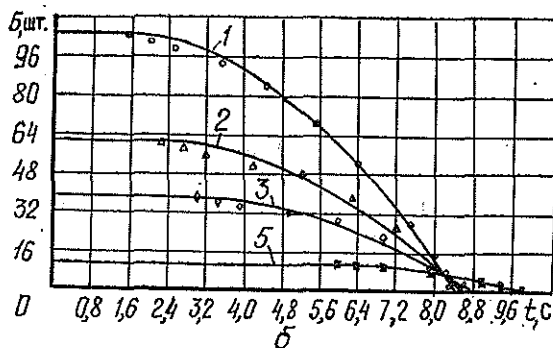
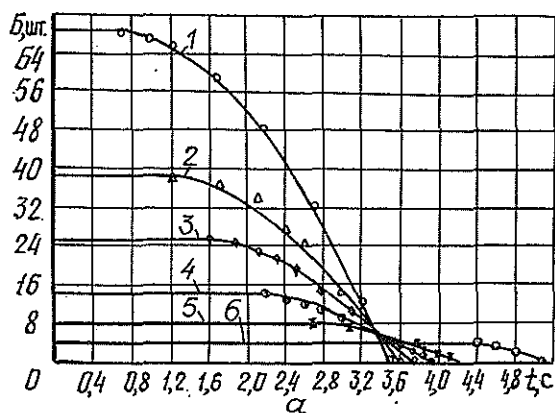


Рис. 1. Изменение числа бревен в грейфере ВМГ-5 (а) и ЛТ-99 (б) при выгрузке бревен диаметром 8 (1), 12 (2), 16 (3), 24 (4), 32 (5) и 48 см (6)

для грейфера ВМГ-5 $B_0 = 1970d_b^{-1,59}$; $K_1 = 3,9d_b^{-0,34}$; $K_2 = 36,2d_b^{-0,72}$;
 для грейфера ЛТ-99 $B_0 = 2802d_b^{-1,57}$; $K_1 = 1,9d_b^{-0,33}$; $K_2 = 8,75d_b^{-0,75}$.

Уравнение (4) справедливо при $8 \leq d_b \leq 32$ см. Наибольшее отклонение значений B , определенных по формуле (4), от экспериментальных данных не превышает 10 %.

Число бревен в грейфере может быть определено по формуле

$$B = B_0 \left[1 - \left(\frac{t - t_{II}}{t_B} \right)^{2 - d_c/D} \right],$$

полученной делением обеих частей уравнения (4) на массу одного бревна m_{61} .

На рис. 2 приведены графики зависимости между массой круглых лесоматериалов на крюке и продолжительностью раскрытия грейфера при выгрузке из грейферов ВМГ-5 массой 1,6 т, диаметром 1,3 м и ЛТ-99 массой 1,9 т, диаметром (без перекрытия челюстей) 1,55 м. Там же приведены и экспериментальные данные. Теоретические кривые 1 и 2 построены на основании расчета по формуле (1), экспериментальные точки получены при обработке кинограмм. Разница между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 5,8 %. При построении графиков использованы экспериментальные значения продолжительности этапов выгрузки t_{II} и t_B .

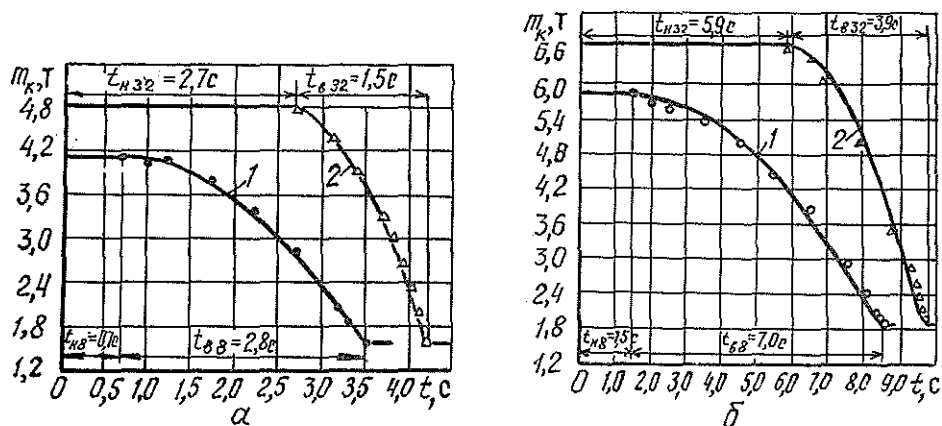


Рис. 2. Изменение массы на крюке при выгрузке из грейфера ВМГ-5 крана-лесопогрузчика БКСМ-14ПМ2 (а) и ЛТ-99 (б) бревен диаметром 8 (1) и 32 см (2)

Как следует из рис. 2 и рассмотренных ранее теоретических предположений, характер кривой определяется диаметром бревен, а точнее отношением d_c/D . Так, при выгрузке бревен малого диаметра (кривая 1) масса на крюке изменяется более плавно, чем при большом диаметре (кривая 2). Здесь сказывается тот факт, что при больших диаметрах бревен выгрузка их начинается при большем раскрытии челюстей грейфера и заканчивается быстрее. Кривые для грейферов ВМГ-5 и ЛТ-99 идентичны.

Таким образом, теоретическая зависимость (1) правильно отражает сущность процесса выгрузки бревен из радиального грейфера на весу. Ее можно использовать для определения коэффициентов динамичности при проектировании специальных погрузчиков башенного типа, оснащенных радикальными грейферными механизмами и предназначенных для работы с круглыми лесоматериалами.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.935

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА
ПРИВОДА ПИЛЫ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА
С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ АЭРОСТАТИЧЕСКИМИ
НАПРАВЛЯЮЩИМИ

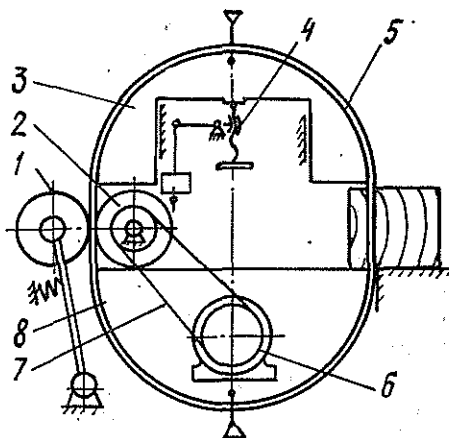
Г. Ф. ПРОКОФЬЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Основные недостатки, присущие ленточнопильным станкам традиционной конструкции (с пильными шкивами), в значительной степени могут быть уменьшены при использовании ленточнопильных станков с криволинейными аэростатическими направляющими [4]. При этом повышается точность пиления и долговечность пил, снижаются габарит и металлоемкость станка.

Принципиальная схема узла резания такого станка представлена на рис. 1. Ленточная пила 5 надета на две криволинейные направляющие, рабочие поверхности которых выполнены в виде аэростатических опор. Нижняя направляющая 8 жестко закреплена на станине станка, а верхняя 3 может с помощью механизма натяжения 4 перемещаться в вертикальном направлении для натяжения пилы.

Рис. 1. Принципиальная схема узла резания ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими



Возможны различные конструкции механизма привода пилы [4], но наиболее простым и хорошо изученным является привод с помощью фрикционных (пневматических) колес. Он использован в экспериментальных ленточнопильных станках ЛСД 150 [3] и ЛД 150-1Э [2].

На рис. 1 приведен частный случай механизма привода пилы, когда колесо 1 является прижимным, а 2 — приводным. Вращение на колесо 2 передается от электродвигателя 6 ременной передачей 7.

В зависимости от сил сопротивления резанию R и перемещению пилы по направляющим S для создания необходимого тягового усилия механизма подачи T_{\max} и выполнения условия $T_{\max} \geq R + S$ используют различное число приводных колес (рис. 2).

Выбор параметров механизма привода пилы заключается в определении следующих его характеристик: типа и размеров (диаметр, шири-

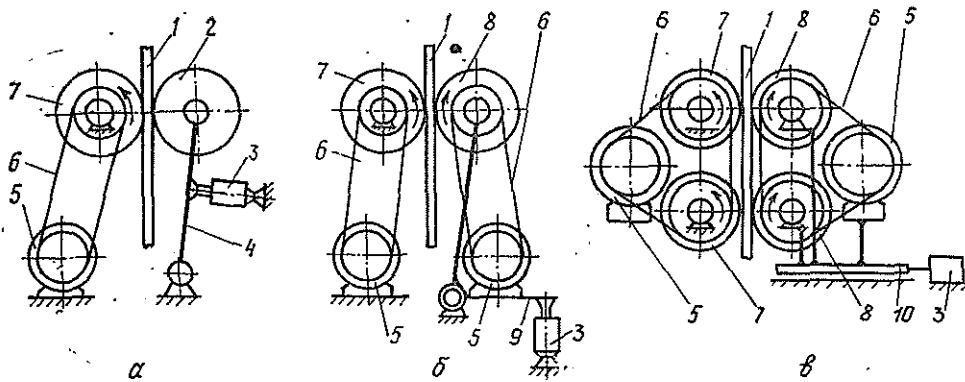


Рис. 2. Схемы механизма привода пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими при одном (а), двух (б) и четырех (в) приводных фрикционных колесах: 1 — пила; 2 — неприводное прижимное фрикционное колесо; 3 — пневмоцилиндр; 4 — рычаг; 5 — электродвигатель; 6 — ременная передача; 7 — приводное коренное фрикционное колесо; 8 — приводное прижимное фрикционное колесо; 9 — поворотная площадка; 10 — подвижная площадка

на) фрикционных колес, числа приводных колес, давления в камере шины, силы прижима колес к пиле, мощности привода механизма подачи. Кроме того, необходимо знать условия эксплуатации станка: состояние поверхности пилы (влажность, чистота), высоту и ширину пропила, породу древесины и ее гидротермическое состояние, скорости подачи и резания, угловые параметры и степень затупления зубьев.

Максимальную касательную силу тяги, передаваемую пиле механизмом подачи, находим по формуле

$$T_{\max} = G\varphi n / K_3, \quad (1)$$

где G — сила прижима колес к пиле, Н;
 φ — коэффициент сцепления колес с поверхностью пилы;
 n — число приводных колес;
 K_3 — коэффициент запаса сцепления.

Для привода пилы рекомендуется использовать авиационные колеса диаметром $D_k = 310$ мм и шириной $B_k = 135$ мм модели 6 по ТУ 3800-440-77. В результате исследований [6], выполненных на установке с применением этих колес, был получен максимальный коэффициент сцепления ($\varphi = 0,73$) при сухой, чистой поверхности пилы, $G = 1, 2 \dots 1,6$ кН и давлении в камере шины колеса $p_k = 0,4$ МПа. Можно рекомендовать $\varphi = 0,7$; $G = 1,2$ кН и $p_k = 0,4$ МПа. Увеличение G не дает существенного повышения φ , но снижает долговечность колеса и усиливает его нагрев.

Коэффициент запаса сцепления, учитывающий состояние поверхности пилы, загрязненной влагой, маслом, опилками, принимаем равным $1,5 \dots 2,0$, а для чистой сухой — $1,5$.

Силу сопротивления резанию, численно равную силе разания, определяем по методике, разработанной проф. А. Л. Бершадским [1]:

$$R = Kbhv / (60v), \quad (2)$$

где K — удельная работа резания, МПа;
 b — ширина пропила, мм;
 h — высота пропила, мм;
 u — скорость подачи, м/мин;
 v — скорость резания, м/с.

Найдем удельную работу резания по формуле

$$K = k + \frac{\alpha_{\Delta} h}{b} + \frac{\alpha_p P}{U_z}$$

Здесь k — фиктивное давление на передней грани зуба, МПа;
 α_{Δ} — коэффициент интенсивности трения, $\alpha_{\Delta} = 0,2$ МПа;
 α_p — коэффициент затупления, $\alpha_p = 1 + 0,2 \Delta_p / \rho_0$;
 Δ_p — прирост радиуса закругления главной режущей кромки
 зуба, мм;
 ρ_0 — начальный радиус закругления главной режущей кромки
 зуба, мм;
 P — фиктивная сила на задней грани зуба, Н/мм;
 U_z — подача на зуб, мм, $U_z = tu / (60v)$;
 t — шаг зубьев пилы, мм.

По данным работы [1] имеем:

для сосны и ели

$$k = 0,56\delta + 0,20(90 - \nu) - 20,0; \quad P = 7,2 \text{ Н/мм};$$

для березы

$$k = 0,70\delta + 0,24(90 - \nu) - 23,2; \quad P = 8,1 \text{ Н/мм};$$

для дуба

$$k = 0,82\delta + 0,27(90 - \nu) - 25,6; \quad P = 9,1 \text{ Н/мм}.$$

где δ — угол резания, град.

Сила S , необходимая для перемещения пилы по направляющим, зависит от конструкции секций аэростатических опор, давления подводимого к опорам воздуха, соотношения толщины и радиуса направляющих. Проведенные исследования [5] показали, что для рекомендуемой конструкции направляющих, использованной в станках ЛСД 150 и ЛД 150-1Э, и давления подводимого воздуха $p_n > 0,5$ МПа значения S не превышают 100 Н (в расчетах можно принять $S = 100$ Н).

Необходимое число приводных колес механизма подачи может быть определено по формуле

$$n = \frac{K_z}{G\varphi} \left(\frac{Kbh u}{60v} + S \right) \quad (3)$$

с округлением полученного значения в большую сторону до целого.

Требуемая мощность механизма подачи

$$N = \left(\frac{Kbh u}{60} + Sv \right) \frac{1}{\eta_{пр}} \quad (4)$$

Здесь $\eta_{пр}$ — кпд механизма привода пилы,

$$\eta_{пр} = \eta_{\phi}^n \eta_{рем} \eta_{под}^n$$

где η_{ϕ}^n , $\eta_{рем}$, $\eta_{под}^n$ — кпд фрикционной, ременной передач и пары подшипников качения, $\eta_{\phi} = 0,95 \dots 0,96$; $\eta_{рем} = 0,94 \dots 0,96$; $\eta_{под} = 0,99$; n — число приводных колес.

Рассмотрим пример определения основных параметров механизма подачи ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими.

Пример. Распиливаются сосновые брусья высотой 200 мм со скоростью подачи 25 м/мин делительными ленточными пилами по ГОСТ 6532—77 (толщина 1,0 мм; уширение зубьев на сторону 0,6 мм; шаг зубьев 30 мм; угол резания 70°). Зубья затуплены до $\rho = 0,06$ мм

($\rho_0 = 0,01$ мм, $\Delta_p = 0,05$ мм), что соответствует $a_p = 2,2$. Скорость резания $v = 35$ м/с. Поверхность пилы чистая и сухая.

Необходимо выбрать тип фрикционных колес и их габаритные размеры, принять давление в камерах шин колес и силу прижима колес к пиле, определить необходимое число приводных колес и требуемую мощность механизма подачи.

Используем для привода авиационные колеса модели 6 по ТУ 3800-40—77 с $D_k = 310$ мм и $B_k = 135$ м. Давление $p_k = 0,4$ МПа и сила $G = 1,2$ кН обеспечивают (при чистой и сухой поверхности пилы) $\varphi = 0,7$. Коэффициент запаса сцепления принимаем $K_3 = 1,7$. При $\alpha_\Delta = 0,2$ МПа; $k = 30,2$ МПа; $a_p = 2,0$; $P = 7,2$ Н/мм и $U_z = 0,36$ мм удельная работа $K = 88,4$ МПа. Подставляя в формулу (3) значения $K_3, K, G, \varphi, b, h, u, v$ и S , имеем $n = 1,13$ (принимаем $n = 2,0$). Выбираем схему механизма привода с двумя приводными фрикционными колесами. При $\eta_\phi = 0,95$, $\eta_{рем} = 0,95$, $\eta_{под} = 0,99$ и $n = 2$ получаем $\eta_{пр} = 0,8$. Подставляя в формулу (4) значения K, b, h, u, S, v и $\eta_{пр}$, находим требуемую мощность механизма привода $N = 24,6$ кВт.

Полученные данные позволяют при заданных условиях пиления определять основные параметры механизма привода пилы ленточно-пильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими (проектный расчет), а также находить условия эффективной эксплуатации имеющегося ленточнопильного станка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины.— Минск: Вышэйш. шк., 1975.— 304 с. [2]. Прокофьев Г. Ф., Гриньков В. В. Ленточно-пильный станок ЛД 150-1Э // Лесн. пром-сть.— 1990.— № 10.— С. 16—17. [3]. Прокофьев Г. Ф., Гриньков В. В. Ленточнопильный станок с пилой, движущейся по криволинейным аэростатическим направляющим // Деревообраб. пром-сть.— 1988.— № 10.— С. 4—5. [4]. Прокофьев Г. Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточнопильными пилами.— М.: Лесн. пром-сть, 1990.— 240 с. [5]. Прокофьев Г. Ф., Ходерян Б. А. Исследование криволинейных аэростатических опор ленточнопильного станка конструкции ЦНИИМОДа / ЦНИИМОД.— Архангельск, 1985.— 9 с.— Деп. в ВНИИПИЭлеспром 23.01.85, № 1402 лб. [6]. Прокофьев Г. Ф., Ходерян Б. А. Привод пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими опорами // Проблемы интенсификации лесопильного производства: Науч. тр. / ЦНИИМОД.— 1984.— С. 130—137.

Поступила 1 октября 1990 г.

УДК 630*812

ЖЕСТКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ КАК ФУНКЦИЯ ЕЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

В. А. ШАМАЕВ, Г. К. ГАВРИЛОВ

Воронежский лесотехнический институт

Прессование древесины приводит к значительным изменениям состояния обрабатываемого материала. Важнейший показатель состояния древесины в процессе модифицирования — жесткость, характеризующая модулем условно-упругих деформаций (модулем упругости) E_y . Он, как известно [5, 15], является косвенным критерием прочностных свойств материала. По данным Тэйбора [20] и других авторов, между модулем упругости и прочностью при растяжении существует тесная связь. Влияние влажности и температуры на модуль упругости натуральной древесины изучали многие исследователи [4, 7, 10, 16, 18]. А. М. Боровиковым установлено, что с увеличением влажности от 0 до

30 % модуль упругости уменьшается в 2, а с увеличением температуры от -20°C до $+90^{\circ}\text{C}$ — в 1,5 раза [4]. О влиянии плотности материала на модуль упругости имеются противоречивые сведения. По данным Г. К. Гаврилова [6], аналогичный показатель жесткости для сжатой поперек волокон древесины составляет 1000 и 3000 МПа в первой и третьей фазах деформирования соответственно. При этом в направлении прессования модуль упругости остается практически неизменным, а в поперечном направлении, как указывают П. Н. Хухрянский и Б. И. Старков [9, 11, 17], увеличивается пропорционально степени сжатия. Для радиально прессованной древесины Н. А. Модиним [8] показано, что модуль упругости интенсивно возрастает при плотности до 1300 кг/м^3 , а в интервале $1300 \dots 1450\text{ кг/м}^3$ не изменяется. Соотношение значений E_y для натуральной и прессованной древесины в радиальном направлении составляет 42 и 79 МПа, а в аксиальном направлении 1425 и 2815 МПа [14]. Корреляция модуля упругости с плотностью для натуральной древесины различных пород установлена А. Д. Романовым [13].

Измерение модуля упругости древесины в процессе сжатия поперек волокон неdestructивными методами [2, 3, 12] показало, что E_y монотонно возрастает в направлении, перпендикулярном действию сжатия, и резко уменьшается, а затем увеличивается до исходных или больших значений в направлении сжатия.

Следовательно, по одним данным [5, 6, 8] модуль упругости при сжатии поперек волокон в направлении сжатия увеличивается, по другим остается постоянным [9, 11, 17] или уменьшается [2, 3, 12]. Этому кажущемуся противоречию есть объяснение. Образцы как исходной, так и прессованной древесины сложны по структуре. При сжатии в древесине, наряду с увеличением содержания древесного вещества и усилением прочностных свойств, происходит частичная перестройка структуры материала и появляются элементы разрушения. Последнее вызывает внутренние напряжения, тем большие, чем более неблагоприятным было гидротермическое состояние древесины в момент сжатия [19]. Очевидно, что увеличение плотности должно способствовать возрастанию E_y , а наличие деформаций разрушения при сжатии уменьшать E_y . Взаимное влияние этих двух противоположных процессов в зависимости от гидротермического состояния древесины в момент сжатия дает различные значения E_y . Поэтому необходимо было оценить влияние плотности ρ для материала, подвергнутого сжатию и возвращенного в исходное состояние путем распрессовки. Одновременно целесообразно было выяснить влияние температуры t и влажности W на величину E_y , как для натуральной, так и прессованной древесины. Сложность эксперимента заключалась в том, что испытания необходимо было проводить на одном и том же образце для каждого влияющего фактора, а также для сравнения других факторов на образцах с близкими свойствами, выпиленных по одной аксиальной направляющей (волокну).

Нами проведены испытания для определения изменения модуля упругости при сжатии поперек волокон в тангенциальном направлении натуральной и модифицированной, прессованной и пропитанной карбамидом, древесины в зависимости от t , W и ρ . Для исследований брали образцы древесины березы размерами $20 \times 20 \times 60$ мм (последний размер — в тангенциальном направлении), с плотностью от 600 до 1250 кг/м^3 . Температура испытаний $+10 \dots +135^{\circ}\text{C}$. Влажность исходного материала варьировали в зависимости от плотности: для натуральной древесины — от 0 до 48 %; для прессованной — от 0 до 15 %. Замеры производили при статическом нагружении на машине УМ-5а с применением тензометров Гугенбергера.

Все образцы натуральной и прессованной древесины содержали 15 % пластификатора — карбамида от массы абс. сухой древесины. Влияние добавок карбамида на E_y установлено ранее [19]. При испытаниях образцов из максимально уплотненной древесины получены начальные параметры и зависимости. Затем, посредством гидротермической обработки, образцы плавно распрессовывали и после приведения к исходной влажности и плотности испытывали в соответствии с ГОСТ 9629—81.

В ходе начальных испытаний было подтверждено, что E_y линейно снижается при повышении t (рис. 1), а угол наклона графиков изменяется с увеличением плотности древесины, что указывает на взаимное влияние ρ и t .

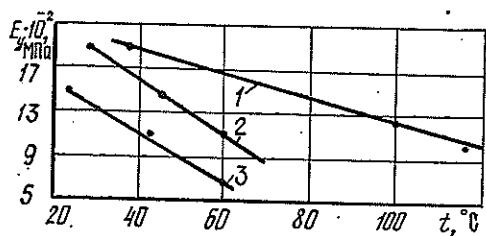


Рис. 1. Зависимость модуля упругости от температуры натуральной с плотностью 660 кг/м³ (кривые 1, 3) и прессованной с плотностью 1170 кг/м³ (кривая 2) древесины при влажности 0 % (кривые 1, 2) и 5 % (кривая 3).

Для натуральной древесины в интервале температур от 0 до +60 °С модуль упругости (в МПа) с доверительной вероятностью 67,2 % может быть рассчитан по следующим формулам:
при влажности 0 %

$$E_y = 2600 - 13t; \quad (1)$$

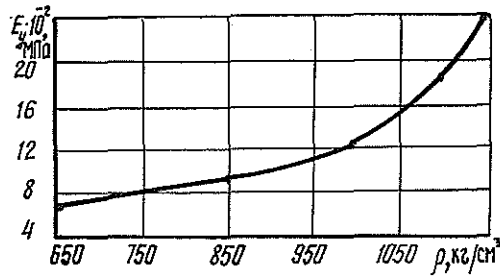
при влажности до 5 %

$$E_y = 1650 - 16t. \quad (2)$$

Наибольший интерес представляет зависимость модуля упругости от плотности (рис. 2). Согласно данным, приведенным в литературе, в направлении прессования E_y не возрастает, так как при прессовании происходят, главным образом, макроструктурные изменения (сплющивание полостей сосудов), не затрагивающие материал и основные связи. Влияние плотности может быть прослежено при обратном процессе — распрессовке. В качестве исходного материала брали прессованную древесину. Необходимые данные получали по мере распрессовки образцов при варьировании гидротермических условий с последующим кондиционированием.

В ходе обработки результатов, полученных при ступенчатой распрессовке древесины, было установлено, что для образцов с одинаковой влажностью имеет место определенная корреляция жесткости древесины со степенью ее распрессовки, т. е., в определенном смысле, с их плотностью. Значение E_y заметно изменяется при плотности 600... 1000 кг/м³, а свыше 1000 кг/м³ — еще более интенсивно, в целом повторяя характеристику третьей ветви диаграммы прессования. Для ориентировочных расчетов во всем исследуемом диапазоне можно считать, что E_y возрастает в зависимости от плотности по некоторой плавной кривой. С учетом собственного разброса показателей древесины при кусочно-линейной аппроксимации E_y может быть рассчитан по эмпирическому уравнению связи

Рис. 2. Зависимость модуля упругости от плотности натуральной и прессованной древесины при влажности 0 %



$$E_y = 800 + 44(\rho - 700). \quad (3)$$

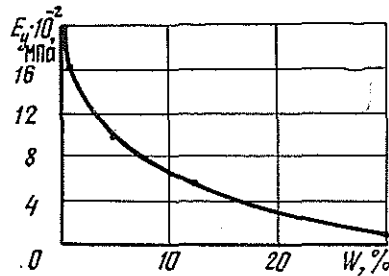
График зависимости E_y от влажности, описываемый параболой (рис. 3), при кусочно-линейной аппроксимации состоит из двух ветвей: для левой ветви при $W = 12\%$

$$E_y = 1700 - 100W, \quad (4)$$

для правой (более пологой) при $W > 12\%$

$$E_y = 800 - 15W. \quad (5)$$

Рис. 3. Зависимость модуля упругости от влажности натуральной древесины при плотности 660 кг/м^3



В целом все зависимости E_y от состояния древесины могут быть выражены уравнениями прямой линии, хотя и с большим приближением. Зато появляется возможность количественно оценить в установленных пределах взаимное и совместное влияние на жесткость и деформативность натуральной и прессованной древесины таких факторов, как влажность и плотность, влажность и температура. Воспользуемся для этого методикой планирования эксперимента [1], позволяющей получить общее уравнение связи для описания линии пересечения плоскости эксперимента с поверхностью отклика (фигура жесткости) исследуемого материала.

Приняты следующие интервалы варьирования: температура $t = +10 \dots +130 \text{ }^\circ\text{C}$; влажность $W = 0 \dots 48\%$; плотность $\rho = 600 \dots 1200 \text{ кг/м}^3$.

Формулы кодирования имеют вид:

$$X_t = \frac{t - 70}{60}; \quad X_w = \frac{W - 24}{24}; \quad X_\rho = \frac{\rho - 900}{300}.$$

Матрица планирования и результаты ее реализации представлены в табл. 1.

Основные расчеты выполнены для погрешности порядка 5%. Для исследованной древесины после распрессовки уравнение связи при кодированном значении переменных имеет следующий вид:

Таблица 1

Номер опыта	X_0^*	X_p	X_t	X_w	E_y , МПа
1	+	+	+	+	110
2	+	—	+	+	80
3	+	+	—	+	260
4	+	—	—	+	180
5	+	+	+	—	1500
6	+	—	+	—	1150
7	+	+	—	—	2600
8	+	—	—	—	1450

* X_0 характеризует нулевой или фоновый уровень, а математически — свободный член в уравнении связи.

$$E_y = 916,25 + 201,25X_p - 206,25X_t - 758,75X_w - 106,25X_pX_t - 143,75X_tX_w - 175,00X_pX_w. \quad (6)$$

Из приведенной формулы видно, что в целом зависимости E_y древесины от плотности и температуры близки, но противоположны по знаку. Влияние W на E_y в исследованном интервале почти в 4 раза больше. При одновременном воздействии факторов влажности и температуры их влияние не прослеживается или близко к действию других парных эффектов.

Для натуральных значений переменных подставляем в выражение (6) соответствующие формулы кодирования. После преобразования получаем формулу для E_y :

$$E_y = 247,29 + 1,6638p + 4,2625t - 2,745W - 0,0059pt - 0,1tW - 0,0243pW. \quad (7)$$

Следовательно, если по мере повышения степени уплотнения древесины в направлении прессования E_y практически не изменяется и имеет место значительное совместное влияние W и t , то при работе с древесиной, подвергнутой ступенчатой распрессовке, видно четкое влияние плотности, а взаимодействие парных факторов незначительно.

Как видно из табл. 2, если древесину подвергать совместному воздействию всех трех факторов, то их влияние на E_y несколько отличается от рассчитанного по уравнению (7) (случай сушки от влажности 60 до 0 % древесины березы, содержащей 15 % карбамида, с одновременным уплотнением от 600 до 1200 кг/м³ при сжатии поперек волокон в тангенциальном направлении).

Расхождение расчетных данных с экспериментальными произошло потому, что при длительной сушке под давлением пластификатор кар-

Таблица 2

Давление, МПа	Деформация, %	Продолжительность, ч	Температура, °С	Влажность, %	Плотность, кг/м ³	Модуль упругости, МПа		Примечание
						экспериментальный	расчетный по уравнению (7)	
0,0	0	0	100	60	666	8	18	Начало сушки
0,3	29	10	110	20	895	362	411	Середина сушки
0,7	50	20	120	3	1220	1190	1265	Конец сушки
0,0	48	22	20	3	1201	2450	2190	Охлаждение

бамид полимеризуется, увеличивая прочность и жесткость древесины. Таким образом, на всем протяжении этого процесса происходит непрерывное увеличение модуля Юнга, характеризующее формирование нового материала — модифицированной карбамидом прессованной древесины (дестама).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.—М.: Мир, 1971.—207 с. [2]. Берзиньш Г. В., Зиёмелс А. Э., Эглайс И. Я. Исследование скоростей распространения продольных импульсных ультразвуковых волн в лигнамоне // Современные проблемы древесиноведения.—Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981.—С. 212—214. [3]. Берзиньш Г. В., Эглайс И. Я. Исследование скорости распространения импульсных продольных ультразвуковых колебаний в зависимости от плотности пластифицированной древесины // Облагораживание древесины.—Рига: Зинатне, 1971.—С. 101—104. [4]. Боровиков А. М. Исследование влияния температуры и влажности на упругость, вязкость и пластичность древесины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.—Воронеж, 1969.—23 с. [5]. Волюнский В. Н. Определение реологических коэффициентов по диаграмме изгиба древесины // Лесн. журн.—1986.—№ 5.—С. 63—67.—(Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Гаврилов Г. К. Деформативные показатели и внутреннее трение древесины // Модифицированная древесина и ее использование в народном хозяйстве: Межвуз. сб.—Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1978.—С. 5—8. [7]. Макаревич С. С. Деформативные свойства структурных элементов древесины // Механ. технол. древесины.—1985.—№ 15.—С. 95—101. [8]. Модин Н. А. Уплотнение древесины методом радиального прессования // Получение и применение в народном хозяйстве пластифицированной древесины и изделий из нее.—Рига: Зинатне, 1963.—С. 39—40. [9]. Огарков Б. И., Апостол А. В. Теория и физическая сущность прессования древесины.—Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1980.—164 с. [10]. Огарков Б. И., Гаврилов Г. К. Влияние пропарки на реологические свойства древесины // Механизация сельскохозяйственного производства: Зап. Воронеж. СХИ.—Воронеж, 1972.—Т. 53.—С. 268—270. [11]. Огарков Б. И. Обоснование изменения механических свойств древесины в процессе прессования // Современные проблемы древесиноведения.—Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981.—С. 257—260. [12]. Ратеннекс Я. Я., Роценс К. А., Гулбис Я. К. Особенности поведения древесины в процессе увеличения ее плотности путем сжатия поперек волокон // Модифицирование свойств древесных материалов.—Рига: Зинатне, 1984.—С. 5—20. [13]. Романов А. Д. Взаимосвязь макроскопических, прочностных и деформативных характеристик древесины // Научно-технический прогресс в деревообрабатывающей промышленности.—Киев: УкрНИИМОД, 1980.—162 с. [14]. Сидоренко А. К. Детали машин из прессованной древесины.—М.: Машиностроение, 1982.—86 с. [15]. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения.—М.: Лесн. пром-сть, 1986.—С. 218—219. [16]. Уголев Б. Н., Лапшин Ю. Г., Кротов Е. В. Контроль напряжений при сушке древесины.—М.: Лесн. пром-сть, 1980.—205 с. [17]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины.—М.: Лесн. пром-сть, 1964.—С. 15—17. [18]. Чудинов Б. С. Вода в древесине.—Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984.—270 с. [19]. Shamaev V. A. Modyfikacja drewna mocznikiem // Modyfikacja drewna: Materiały na IV Sympozium naukowe.—Poznań: WRZES, 1983.—S. 26—59. [20]. Taubot S. E., Ben'der D. A. Simulating correlated lumber properties using a modified multivariate normal approach // Trans ASAE.—1988.—31, N 1.—P. 182—186.

УДК 674.093.6

ВОЗМОЖНОСТЬ УКРУПНЕННОЙ СОРТИРОВКИ БРЕВЕН ПО ДИАМЕТРАМ В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПОТОКЕ, ОСНАЩЕННОМ БАЗОФОРМИРУЮЩЕЙ ЛИНИЕЙ

Л. С. СУРОВЦЕВА, Л. И. БАХМЕТЬЕВА

Архангельский лесотехнический институт

Особенностью потоков, оснащенных базоформирующей линией (БФЛ), является получение пилозаготовок в результате ориентации бревен перед базоформированием, которая задана относительным смещением центров торцов бревен в горизонтальной и вертикальной

плоскостях и выражена в долях разности вершинного d и комлевого D диаметров по образующей. Для $d = 12 \dots 18$ см ориентация принята по относительному смещению $\Delta_r = 0$, $\Delta_b = -0,5 (D - d)$, а для $d > 18$ см — $\Delta_r = 0,35355 (D - d)$, $\Delta_b = -0,35355 (D - d)$ [1].

Установка БФЛ в технологическом потоке перед головным оборудованием позволяет изменять традиционно принятую схему раскря бревен симметричными поставами относительно его оси. Пилозаготовка раскраивается брусоразвальным способом несимметричными поставами на пиломатериалы целевого назначения.

В данной работе рассмотрена возможность укрупненной сортировки бревен по диаметрам при раскряе сырья несимметричными поставами, а также определены требования к средствам ориентации, базирования бревен и пилозаготовок в потоках, оснащенных БФЛ.

Теоретические исследования проводили по программе математического моделирования несимметричного раскря бревен и пилозаготовок [2], реализованной на IBM «Walters». При расчетах были приняты следующие основные положения:

- 1) плоскости бруса равноудалены от центра вершинного торца бревна;
- 2) диаметр бревен $12 \dots 41$ см с градацией через 1 см;
- 3) длина бревен 5,2 м;
- 4) сбежистость — средняя; устанавливаемая в зависимости от диаметра вершинного торца бревна;
- 5) толщина бруса 100, 125, 150, 175, 200, 225 мм;
- 6) толщина тонких пиломатериалов 19, 22, 25 мм; толстых — 32, 38, 44, 50, 75 мм;
- 7) ширина пропила 3,8 мм;
- 8) припуск на усушку принят согласно ГОСТ 6782.1—75;
- 9) минимальная ширина выпиливаемых досок 100 мм с градацией через 25 мм;
- 10) минимальная стандартная длина пиломатериалов 1,5 м с градацией через 0,3 м.

Выбор вариантов укрупненной сортировки бревен по диаметрам проводили с учетом следующих критериев:

в поставе выпиливают как толстые, так и тонкие доски только одной толщины. Число толстых досок, выпиливаемых из пласти бруса, принимается одинаковым, а разница в числе тонких колеблется в пределах двух;

поставы рассчитывают для заданного диапазона диаметров бревен и всех исследуемых толщин бруса, в свою очередь, для каждой толщины бруса производят перебор исследуемых толщин толстых и тонких досок;

из всей гаммы поставов выбирают тот, который при соответствующей ориентации (сдвиге) бруса дает наибольший объемный выход пилопродукции и не снижает производительность головного оборудования, не увеличивает загрузку станка для формирования ширины и длины полуфабрикатов.

Анализ 1425 решений [3] показал, что объемный выход пиломатериалов в заданном диапазоне диаметров бревен обуславливается главным образом за счет изменения числа выпиливаемых толстых досок. Толщина боковых досок не оказывает влияния на диапазон сортировки бревен по диаметрам. Разницу в числе тонких досок в группе диаметров можно компенсировать за счет установки дополнительных пил без снижения производительности головного оборудования и значительной загрузки станков для формирования ширины и длины полуфабрикатов.

От величины среза, получаемого на БФЛ, зависит ориентация пилозаготовок и бруса, а также число выпиливаемых толстых и тонких

досок. При одновременном раскрое бревен нескольких диаметров по одному и тому же поставу срез бревен колеблется от 0 до 18 мм, в среднем изменяясь на 10 мм. Перемещение бруса в горизонтальной плоскости зависит от толщины бруса и досок, выпиливаемых из него. При выпиливании бруса толщиной $a_{бр} = 100$ мм сдвиг для всех рассмотренных вариантов равен 0; при $a_{бр} = 125$ мм изменяется от 0 до 22 мм; при $a_{бр} = 150$ мм — от 0 до 18 мм и в отдельных случаях составляет 20, 22, 33, 41 мм; при $a_{бр} = 175$ мм — от 0 до 18 мм, для отдельных вариантов расчета — 24, 25, 27, 34 мм; при $a_{бр} = 200$ мм — от 0 до 17 мм, но не превышает 24 мм; при $a_{бр} = 225$ мм — от 0 до 19 мм.

Величина среза, ориентация пилозаготовки и сдвиг бруса взаимосвязаны, но реализуются на разном оборудовании технологического потока, поэтому для получения наибольшего выхода пиломатериалов необходима точная настройка механизмов ориентации головного оборудования с учетом диаметра вершинного торца бревна определенной группы сырья.

По принятым условиям раскроя пилозаготовок несимметричными поставками с предварительным формированием технологических баз на бревне возможна одновременная распиловка от 2 до 7 различных диаметров, причем при выпилке досок толщиной 32 и 38 мм число диаметров составляет от 2 до 4, а толщиной 44, 50, 75 мм — от 3 до 7.

В табл. 1 приведены общие рекомендации по укрупненной сортировке бревен по диаметрам для всех рассмотренных решений. При этом исключены диаметры, при которых выпиливается одна сердцевинная толстая доска (на предприятиях ее практически не выпиливают), а также поставки с разницей в числе тонких досок более двух штук. Средневзвешенный выход пиломатериалов дан при выпиливании досок толщиной 22 мм.

Как правило, лесопильно-деревообрабатывающие предприятия имеют более узкую специализацию по пиломатериалам и определенную спецификацию сырья. Используя данные теоретических исследований, можно выбрать для конкретных условий работы предприятия такой укрупненный диапазон сортировочных групп диаметров, который дает возможность выполнить спецификацию пиломатериалов, упростить работу систем ориентации пилозаготовок и бруса без значительного снижения выхода пилопродукции от оптимально установленного в наших разработках, а также реально учесть все трудозатраты на участках подготовки сырья к распиловке, раскроя и окончательной подготовки к отгрузке.

Полученные результаты показали, что укрупненная сортировка бревен на группы диаметров при раскрое несимметричными поставками возможна. Ее введение позволит сократить трудозатраты на подготовку сырья к распиловке, простои из-за несвоевременной подачи сырья в лесопильный цех и внеплановых перебивок головного оборудования за счет укрупненных партий одновременно распиливаемых бревен нескольких толщин, а также подачу бревен не по поставу.

Введение укрупненной сортировки потребует более жесткой системы обмера бревен по диаметрам через 1 см. Диапазон групп диаметров должен быть установлен с учетом спецификации сырья и пиломатериалов, условий работы каждого конкретного предприятия. Необходима взаимосвязанная поднастройка механизмов ориентации бревна, пилозаготовки и бруса. Только внедрение и соблюдение изложенных условий позволит раскроить бревно без дополнительных потерь древесины, получить наибольший возможный выход пиломатериалов без увеличения трудозатрат во всех звеньях технологического процесса.

Толщина бруса, мм	Число толстых досок, шт.	Рекомендуемые группы диаметров, см (числитель), и средний взвешенный выход пилопродукции, % (знаменатель), при толщине толстых досок, мм				
		32	38	44	50	75
100	2	$\frac{13 \dots 14}{41,6}$	$\frac{14 \dots 16}{46,6}$	$\frac{14 \dots 17}{47,8}$	$\frac{15 \dots 19}{51,5}$	$\frac{19 \dots 24}{58,1}$
	3	$\frac{15 \dots 17}{48,1}$	$\frac{17 \dots 19}{51,6}$	$\frac{18 \dots 21}{54,9}$	$\frac{20 \dots 24}{57,2}$	—
	4	$\frac{18 \dots 20}{53,8}$	—	—	—	—
125	2	$\frac{15 \dots 16}{48,8}$	$\frac{16 \dots 17}{51,2}$	$\frac{16 \dots 19}{51,3}$	$\frac{17 \dots 20}{53,1}$	$\frac{21 \dots 25}{58,9}$
	3	$\frac{17 \dots 19}{51,0}$	$\frac{18 \dots 21}{53,9}$	$\frac{20 \dots 23}{56,5}$	$\frac{21 \dots 23}{57,9}$	—
	4	$\frac{20 \dots 22}{55,3}$	$\frac{22 \dots 24}{56,5}$	—	—	—
150	2	—	$\frac{18 \dots 19}{55,4}$	$\frac{19 \dots 21}{55,8}$	$\frac{19 \dots 22}{56,8}$	$\frac{23 \dots 27}{60,7}$
	3	$\frac{19 \dots 21}{55,2}$	$\frac{20 \dots 22}{56,0}$	$\frac{22 \dots 24}{58,7}$	$\frac{23 \dots 26}{59,9}$	—
	4	$\frac{22 \dots 23}{57,4}$	$\frac{23 \dots 26}{58,7}$	—	—	—
175	2	—	$\frac{20 \dots 21}{57,0}$	$\frac{21 \dots 22}{57,9}$	$\frac{21 \dots 24}{57,8}$	$\frac{24 \dots 29}{61,8}$
	3	$\frac{21 \dots 22}{57,0}$	$\frac{22 \dots 24}{57,2}$	$\frac{23 \dots 26}{59,2}$	$\frac{25 \dots 28}{61,5}$	—
	4	$\frac{23 \dots 25}{57,5}$	$\frac{25 \dots 27}{60,7}$	$\frac{27 \dots 29}{61,4}$	—	—
	5	$\frac{26 \dots 28}{60,1}$	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—
200	2	—	—	—	$\frac{25 \dots 26}{59,4}$	$\frac{26 \dots 31}{62,6}$
	3	—	$\frac{25 \dots 26}{59,1}$	$\frac{26 \dots 28}{61,0}$	$\frac{27 \dots 29}{62,5}$	$\frac{26 \dots 31}{65,4}$
	4	$\frac{26 \dots 27}{59,4}$	$\frac{27 \dots 29}{61,4}$	$\frac{29 \dots 31}{62,3}$	$\frac{30 \dots 33}{63,8}$	—
	5	$\frac{28 \dots 29}{61,0}$	$\frac{30 \dots 32}{62,2}$	$\frac{32 \dots 34}{64,4}$	—	—
	6	$\frac{30 \dots 32}{61,8}$	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	—
225	2	—	—	—	$\frac{27 \dots 28}{60,4}$	$\frac{28 \dots 33}{63,8}$
	3	—	$\frac{27 \dots 28}{60,3}$	$\frac{28 \dots 30}{62,2}$	$\frac{29 \dots 31}{63,7}$	$\frac{34 \dots 39}{65,9}$
	4	$\frac{28 \dots 29}{60,6}$	$\frac{29 \dots 31}{62,8}$	$\frac{31 \dots 33}{63,2}$	$\frac{32 \dots 35}{64,5}$	$\frac{40 \dots 41}{66,3}$
	5	$\frac{30 \dots 31}{62,5}$	$\frac{32 \dots 34}{61,3}$	$\frac{34 \dots 36}{65,0}$	$\frac{36 \dots 40}{65,1}$	—
	6	$\frac{32 \dots 34}{62,4}$	$\frac{35 \dots 37}{64,6}$	$\frac{38 \dots 40}{64,8}$	—	—
	7	—	—	—	—	—

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Разработать и освоить малооперационную технологию производства пиломатериалов: Отчет (промежуточный) / ЦНИИМОД; Руководитель В. Г. Турушев.— № 133.— Архангельск, 1986.— 72 с. [2]. Разработать и освоить малооперационную технологию производства пиломатериалов; Отчет / ЦНИИМОД; Руководитель В. Г. Турушев.— № 133.— Архангельск, 1988.— 168 с. [3]. Совершенствование лесопильных потоков на основе базоформирования: Отчет / АЛТИ; Руководитель В. Г. Турушев.— № 404.— Архангельск, 1989.— 122 с.

Поступила 27 марта 1991 г.

УДК 674.053 : 621.935

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

С. К. ЮРЧЕНКО, А. В. БРЮКВИН

Московский лесотехнический институт

Исследования устойчивости полотен ленточных пил проводили ряд авторов [4, 5, 7]. В работе [1] высказана гипотеза, что «блуждание» пилы может являться следствием потери пилой устойчивости плоской формы изгиба. В этой, а также в ряде других работ [3, 6] получены формулы для определения критических нагрузок, но без учета инерционного нагружения.

Нами приняты следующие допущения по определению критических сил:

полотно представляет собой тонкостенный упругий стержень прямоугольного профиля, его поперечное сечение не деформируется;

стержень нагружен растягивающими усилиями N , действующими эксцентрично, и поперечной силой q_n , приложенной на расстоянии h (глубина зубной впадины) от передней кромки; влиянием касательной составляющей силы резания пренебрегаем [1, 3—7];

передняя кромка стержня имеет дополнительную распределенную массу плотностью ρ , имитирующую твердосплавные пластины по режущей кромке.

Схемы нагружения и перемещения сечения стержня, а также основные геометрические параметры показаны на рис. 1.

Деформированное состояние такого стержня описывается методами теории В. З. Власова [2]:

$$\begin{cases} EI_y \xi^{IV} - N \xi'' = q_x; \\ FI_x \eta^{IV} - N \eta'' - [(M_y(z) - Ne_x) \Theta]'' = q_y; \\ (M_y(z) - Ne_x) \eta'' - (GI_d + Nr^2) \Theta'' = \\ = q_n \left(\frac{d}{2} + h \right) \Theta + M_{инт}. \end{cases} \quad (1)$$

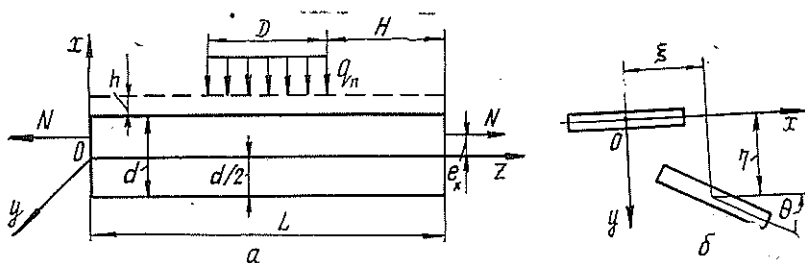


Рис. 1. Схемы нагружения (а) и перемещения (б) сечения стержня

Инерционные нагрузки $q_x, q_y, M_{\text{ин}}$ определяются с учетом переносного движения стержня вдоль оси OZ со скоростью V :

$$\left\{ \begin{array}{l} q_x = -\frac{\gamma F}{g} (\ddot{\xi} + 2V\dot{\xi}' + V^2\xi''); \\ q_y = -\frac{\gamma F}{g} (\ddot{\eta} + 2V\dot{\eta}' + V^2\eta'') + \rho \frac{d}{2} (\ddot{\Theta} + \\ \quad + 2V\dot{\Theta}' + V^2\Theta''); \\ M_{\text{ин}} = \rho \frac{d}{2} (\ddot{\eta} + 2V\dot{\eta}' + V^2\eta'') + \left(\frac{\gamma Fr^2}{g} + \right. \\ \quad \left. + \rho \frac{d^2}{4} \right) (\ddot{\Theta} + 2V\dot{\Theta}' + V^2\Theta''). \end{array} \right. \quad (2)$$

В формулах (1), (2) введены следующие обозначения:

- E — модуль Юнга;
- I_x, I_y, I_d — моменты поперечного сечения стержня соответственно относительно осей OY, OX и момент кручения;
- ξ, η — искомые перемещения стержня соответственно вдоль осей OX, OY ;
- Θ — угол поворота;
- $M_y(z)$ — изгибающий момент, вызванный поперечной нагрузкой $q_n(z)$;
- e_x — эксцентриситет приложения растягивающих сил N ;
- G — модуль сдвига для материала пилы;
- $r^2 = \frac{I_x + I_y}{F}$;
- F — площадь поперечного сечения стержня;
- d — ширина пилы;
- γ — объемный вес материала стержня;
- g — ускорение силы тяжести.

На искомые перемещения $\xi(t, z)$; $\eta(t, z)$; $\Theta(t, z)$ наложены граничные условия, которые в нашем случае имеют вид

$$\left. \begin{array}{l} \xi(t, 0) = \xi(t, L) = \xi'(t, 0) = \xi'(t, L) = 0; \\ \eta(t, 0) = \eta(t, L) = \eta''(t, 0) = \eta''(t, L) = 0; \\ \Theta(t, 0) = \Theta(t, L) = \Theta'(t, 0) = \Theta'(t, L) = 0. \end{array} \right\} \quad (3)$$

Эти условия соответствуют защемлению концов стержня относительно перемещения вдоль оси OX и углов поворота Θ и шарнирному закреплению относительно перемещения вдоль оси OY .

Уравнения (1), (2) с условиями (3) представляют собой систему трех дифференциальных уравнений в частных производных с тремя переменными коэффициентами. Для нахождения приближенного решения применим метод Галёркина и представим решение дифференциальных уравнений в виде

$$\xi = \Sigma \chi_n(z) X_n(t); \quad \eta = \Sigma \varphi_n(z) y_n(t); \quad \Theta = \Sigma \chi_n(t) Z_n t, \quad (4)$$

где $\chi_n(z)$ — функция Крылова, удовлетворяющая граничным условиям (3);

$$\varphi_n(z) = \sin \frac{\pi L}{n} (n=1, 2, 3, \dots);$$

X_n, Y_n, Z_n — функции, определяющие закон изменения форм колебаний во времени t .

Для численного решения задачи в выражениях (4) ограничимся тремя членами.

Применение процедуры Галеркина в уравнениях (1), (2) с учетом разложения (4) приводит к системе девяти обыкновенных дифференциальных уравнений, которые в матричной форме имеют следующий вид:

$$M\ddot{\psi}(t) + C\dot{\psi}(t) + K\psi(t) = 0. \quad (5)$$

Здесь $\psi(t)$ — матрица-столбец, составленная из искомых функций;

M, C, K — квадратные матрицы коэффициентов размерностью $9 \cdot 9$.

Введением новых переменных

$$P_{\xi_n} = \dot{\xi}_n; \quad P_{\eta_n} = \dot{\eta}_n; \quad P_{\theta_n} = \dot{\theta}_n \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

систему (5) можно свести к системе уравнений первого порядка вида

$$\dot{X} = AX, \quad (6)$$

где A — матрица коэффициентов (18 · 18);

X — вектор-столбец решений.

Представление системы (1) в виде (6) позволяет трактовать нахождение критических условий как задачу о собственных значениях и собственно функциях матричного уравнения (6), которая легко реализуется на ЭВМ.

Расчеты проводили для ленточного полотна станка ЛБ-150. Результаты расчетов представлены на рис. 2, 3, где $P_{кр} = q_{кр} D$ ($q_{кр}$ — максимально достижимая без потери устойчивости нагрузка q_n ; D — расстояние, на котором она прикладывается).

На рис. 2, а (кривые 1—4) показано влияние скорости движения полотна V и силы натяжения N на величину $P_{кр}$ для пилы толщиной $\delta = 1,5$ мм и шириной $d = 0,2$ м при $e_x = 0$. Из приведенных графиков видно, что рост скорости движения уменьшает значение критических сил, а силы натяжения увеличивает $P_{кр}$.

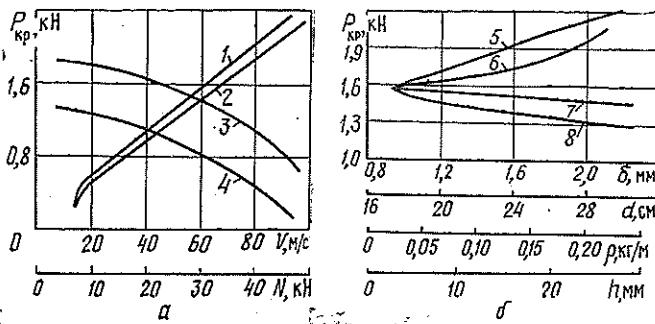


Рис. 2. Зависимость $P_{кр}$ от N при $V = 45$ м/с для $D = 0,8$ м (1) и $D = 0,4$ м (2); от V при $D = 0,4$ м для $N = 30$ кН (3) и $N = 20$ кН (4); при $\rho = h = 0$ от d для $\delta = 1,5$ мм (5); от δ для $d = 0,18$ м (6); при $\delta = 1,5$ мм и $d = 0,18$ м от ρ для $h = 0$ (7); от h для $\rho = 0$ (8)

На рис. 2, б (кривые 5—8) представлено влияние конструктивных параметров (толщина δ и ширина d пилы, плотность зубьев ρ , глубина зубной впадины h) на величину $P_{кр}$ при $N = 30$ кН и $V = 45$ м/с. Увеличение d и δ в два раза приводит соответственно к возрастанию $P_{кр}$ на 31 и 21 %. Однако зависимость $P_{кр}$ от δ носит нелинейный

характер и при значительных толщинах оказывает большее влияние, чем увеличение ρ и h , изменение которых в конструктивных пределах снижает $P_{кр}$ соответственно на 8 и 20 %.

Влияние длины свободного пролета (расстояние между точками схода пилы со шкивов) L на $P_{кр}$ при $V = 45$ м/с; $N = 30$ кН; $\delta = 1,5$ мм и $e_x = 0$ показано на рис. 3, а (кривые 1—3), из которого видно, что уменьшение L является эффективным способом увеличения $P_{кр}$.

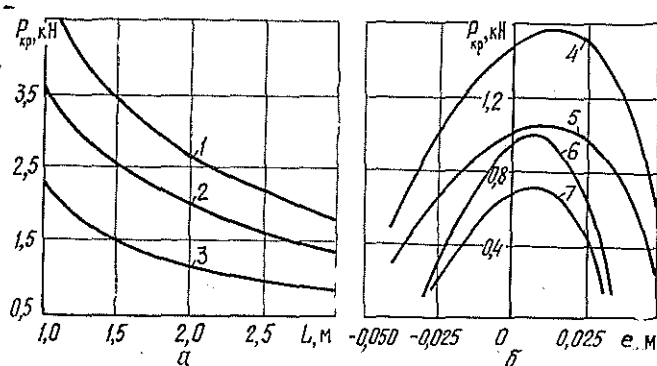


Рис. 3. Зависимость $P_{кр}$ от L для $d = 0,3$ м (1), $d = 0,2$ м (2) и $d = 0,1$ м (3); от e_x при $d = 0,2$ м для $N = 30$ кН (4) и $N = 20$ кН (5); при $d = 0,1$ м для $N = 30$ кН (6) и $N = 20$ кН (7)

Значительный интерес представляет исследование влияния эксцентриситета e_x приложения растягивающихся сил N на $P_{кр}$ при различных значениях параметров N , d , e_x и $V = 45$ м/с (рис. 3, б, кривые 4—7). (Аналогом эксцентриситета является коническая вальцовка полотна, форма шкивов.) В целом наличие эксцентриситета благоприятно влияет на устойчивость, повышая $P_{кр}$ на 7 %. При этом существует такое значение e_x , при котором критическая нагрузка максимальна. В конструктивных расчетах можно считать, что расстояние от оптимального e_x до середины полотна составляет 7,5 % его ширины.

Сравнение полученных нами результатов с данными других авторов [4, 5, 7] показывает, что нормальная нагрузка на пилу от сил резания считается не сосредоточенной, а распределенной, что более соответствует реальному нагружению. В отличие от работы [1] в наших исследованиях учитываются эксцентричность растягивающих усилий и возникающие инерционные нагрузки от массы пилы и зубьев.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что описанная методика представляет на сегодняшний день наиболее полную расчетную модель устойчивости ленточных пил. Созданная на основе расчетов программа для ЭВМ позволяет использовать эту модель в научных и конструкторских разработках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бернштейн М. С. Теорема о работе внешних сил на конечных перемещениях и ее применение к задачам об устойчивости упругого равновесия // Расчет пространственных конструкций.—1962.—Вып. 7.—С. 281—292. [2]. Власов В. З. Тонкостенные упругие стержни.—М.: Физматгиз, 1959.—С. 357—371; С. 448—479. [3]. Прокофьев Г. Ф. Некоторые вопросы точности рамного пиления // Совершенствование технологии и оборудования лесопильного производства: Науч. тр.—Архангельск: ЦНИИМОД.—191.—С. 69—75. [4]. Прокофьев Г. Ф. Устойчивость рамных пил // Лесн. журн.—1970.—№ 6.—С. 81—86.—(Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Феоктистов А. Е. Устойчивость пильной ленты при воздействии на нее

усилия подачи // Лесн. журн.—1960.—№ 3.—С. 95—106.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Филашов В. М. К расчету на поперечную устойчивость продольно-натянутых пластин // Лесн. журн.—1976.—№ 5.—С. 147.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Хасдан С. М. Устойчивость рамных пил.—М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960.—50 с.

Поступила 17 декабря 1990 г.

УДК 630*811 : 581.5

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ ИЗВИЛИСТОЙ (*Betula tortuosa* Ldb.)

М. У. УМАРОВ, Е. С. ЧАВЧАВАДЗЕ, И. В. ЗАБАБУРИНА

Чечено-Ингушский государственный университет
Ботанический институт АН СССР

Известно, что при сокращении ресурсов среды обитания древесных растений уменьшается их рост. Это обуславливает появление пороков ствола (многоствольность, извилистость и др.) [8]. Особенно типично такое явление для отличающихся низкой биологической продуктивностью экосистем Крайнего Севера, где любое нарушение функции системы, даже при малых выбросах загрязняющих веществ, вызывает необратимые процессы [7].

В настоящее время в литературе накоплены многочисленные данные о влиянии промышленных загрязнений на рост и развитие древесных растений [1—9, 15—18, 20, 22]. Они касаются прежде всего общих вопросов анатомо-морфологических и физиологических особенностей листа, отчасти стебля и корня. Влияние загрязнения среды на структуру древесины почти не изучено, за исключением радиального прироста древесных растений в местах промышленных выбросов [10—13, 19, 21].

Для правильного понимания механизма адаптации водопрводящих элементов к антропогенным факторам целесообразно более детальное исследование древесины, выполняющей проводящую, запасающую и механическую функции.

Объектом изучения служили деревья березы извилистой (*Betula tortuosa* Ldb. сем. *Betulaceae*), произрастающей на Кольском полуострове, вблизи комбината «Североникель». Многолетняя деятельность этого предприятия губительно сказывается на состоянии растительного покрова прилегающих территорий, особенно на фоне экстремальных условий Крайнего Севера, затрудняющих существование видов древесной флоры на пределе своего ареала.

Для детального изучения влияния антропогенного фактора на структуру древесины березы извилистой выбраны два участка с учетом линии господствующих ветров: условно чистый (удален на 80 км от источника загрязнения) и загрязненный (расположен в 8 км от комбината). На каждом из них взято по 3 свободно стоящих дерева высотой соответственно 7,3...7,8 м и 4,0...4,3 м (растения очень ослаблены). По высоте ствола каждого дерева выпилено три спила: на уровне почвы (0,0 м), высоте груди (1,3 м) и среди кроны на условно чистом (5,7 м) и загрязненном (2,3 м) участках.

На спиле каждого ствола по общепринятой методике [23] исследовали слой прироста 1982 г. формирования. Учитывались следующие ксилотомические признаки: ширина годичного кольца, число, диаметр и объем сосудов (на поперечных срезах); слойность, линейная высота, удельный объем и число лучей на 1 мм (на тангентальных срезах); длина членников сосудов и волокнистых трахенд (на мацерированном материале).

Показатели	Значения показателей в зависимости от расстояния до комбината, км, и высоты спила, м								Критерий Стьюдента
	8				80				
	0,0	1,3	2,3	Среднее	0,0	1,3	5,7	Среднее	
Ширина годичного кольца, мкм	344,88	269,42	560,78	391,69	1006,78	836,62	695,24	846,21	3,62
Густота сосудов (0,7 мм ²)									
Всего	27,44	41,30	75,09	47,94	18,00	30,15	64,10	37,42	-0,53
Одиночные	10,89	13,25	22,09	15,41	9,61	12,89	13,51	12,00	-0,94
Сгруппированные	16,55	28,05	53,00	32,53	8,39	17,26	50,59	25,41	-0,42
Диаметр сосудов, мкм									
Одиночные	50,76	46,26	48,42	48,48	54,36	47,88	38,16	46,80	-0,34
Сгруппированные	44,09	43,02	41,94	43,02	61,74	51,30	47,88	53,64	2,52
Объем сосудов, %									
Всего	18,76	20,48	25,48	21,57	27,60	21,08	30,92	26,53	1,41
Одиночные	14,44	12,32	16,96	14,57	18,08	6,29	11,36	11,91	-0,73
Сгруппированные	4,32	8,16	8,52	7,00	9,52	14,79	19,56	14,62	2,39
Длина, мкм									
Членики сосудов	588,24	789,48	788,40	722,04	594,36	664,42	573,84	610,87	-1,54
Волокнистые элементы	827,36	922,08	886,08	878,51	806,56	793,78	702,38	767,57	-2,59
Число лучей на 1 мм									
Всего	11,66	9,75	11,84	11,08	12,40	12,32	11,00	11,90	1,02
Однорядные	4,39	5,36	5,76	5,17	6,76	4,16	4,84	5,25	0,09
Многорядные	7,27	4,39	6,08	5,91	5,64	8,16	6,16	6,65	0,65
Слойность лучей									
Однорядные	8,16	6,24	6,32	6,91	8,16	10,05	9,92	9,38	2,82
Многорядные	17,02	14,24	14,46	15,24	16,58	15,05	16,65	16,09	0,83
Высота лучей, мкм									
Однорядные	270,54	177,48	205,38	217,79	206,64	187,38	185,38	193,14	-0,87
Многорядные	414,90	279,36	305,09	333,12	303,82	260,09	324,72	296,21	-0,81
Объем лучей, %									
Всего	13,63	13,40	15,04	14,02	13,28	13,28	17,92	14,83	0,42
Однорядные	3,31	4,64	5,48	4,48	3,80	4,76	6,39	4,98	0,51
Многорядные	10,32	8,76	9,56	9,54	9,48	8,52	11,53	9,85	0,30

Полученные материалы обработаны статистически на ЭВМ «Нан-ри-К». При анализе результатов использованы средние значения показателей, а для оценки количественных различий между произрастающими в разных условиях деревьями — критерий Стьюдента t с учетом 5 %-го уровня значимости [14] и при числе степеней свободы, равном 4 (табличный $t = 2,78$).

Изменение анатомических признаков древесины березы извилистой для всех изученных уровней ствола в условно чистом и загрязненном местах обитания иллюстрирует таблица.

Данные таблицы показывают, что вне загрязнения у основания ствола формируется наиболее широкое годичное кольцо (1982 г.) с преобладанием одиночных сосудов, постепенно сужающееся в направлении к вершине. Вверх по стволу общая густота сосудов увеличивается главным образом за счет сгруппированных сосудов, которых на уровне кроны в три с лишним раза больше, чем одиночных. Диаметры одиночных сосудов на всех трех уровнях ствола значительно меньше, чем сгруппированных, а в направлении к вершине они постепенно уменьшаются. Наблюдается следующее соотношение объемов сгруппированных и одиночных сосудов на последовательных уровнях ствола: 0,5; 2,3; 1,7. Общий объем сосудов до достижения уровня 1,3 м уменьшается, а в кроне существенно возрастает. Членики сосудов по всей длине ствола намного короче волокнистых трахеид, разница в длине сравниваемых элементов более значительна у основания ствола.

Общая густота лучей по оси дерева почти одинакова. Однако по высоте ствола увеличивается число более широких лучей. Слоистость (высота в клетках) однорядных лучей у основания ствола вдвое ниже, чем многорядных, а в направлении кроны эта разница сокращается. Линейная высота однорядных лучей на всех уровнях ствола значительно меньше, чем многорядных. Их лучевые клетки имеют наибольший вертикальный размер у корневой шейки дерева. В общем объеме лучевой ткани на всех уровнях ствола преобладают многорядные лучи, более высокой степенью витализации отличается древесина ствола в кроне.

Таким образом, вне загрязнения в дефинитивной древесине березы извилистой от основания ствола к вершине происходят следующие изменения: сужается годичное кольцо, уменьшаются диаметры одиночных и сгруппированных сосудов, укорачиваются волокнистые трахеиды, снижается густота сосудов, а в их объеме — доля сгруппированных, не прослеживается единой тенденции в изменении остальных ксилотомических признаков.

При сравнении анатомических показателей древесины березы из загрязненной и условно чистой зон следует отметить, что более половины из них имеют одинаковую тенденцию в изменении по оси дерева. Это говорит о значительной экологической устойчивости этих признаков.

Однако в ряде случаев наблюдается несовпадение в направленности ксилотомических показателей. Например, слоистость однорядных и число многорядных лучей изменяются в противоположных направлениях, диаметр одиночных сосудов, общее число лучей на 1 мм и линейная высота однорядных лучей до уровня кроны уменьшаются, а в кроне увеличиваются. Суммарный объем сосудов, длина волокнистых трахеид и густота однорядных лучей в верхней части ствола изменяются в одном, а в нижней — в противоположных направлениях.

Нами было проведено сопоставление средних значений показателей древесины из разных мест обитания. Их всех проверенных нами признаков достоверно уменьшаются под влиянием промышленных выбросов лишь ширина годичного кольца и слоистость однорядных лучей. Четко прослеживается тенденция к уменьшению общего объема сосудов и диаметра сгруппированных сосудов, увеличивается длина члеников сосудов и волокнистых элементов. Изменение остальных ксилотомических показателей древесины в зоне сильного промышленного загрязнения незначительно и проявляется с меньшей интенсивностью.

В экстремальных условиях Крайнего Севера под прессом промышленного загрязнения водопроводящий комплекс березы извилистой проявляет слабую пластичность, что указывает на небольшие адаптивные возможности этого вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антипов В. Г. Отношение древесных растений к промышленным газам: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук.—Л., 1975.—42 с. [2]. Гудерман Р. Загрязнение воздушной среды.—М.: Мир, 1979.—200 с. [3]. Дашкевич А. П., Рахимбаев И. Р. Количественные изменения морфологического строения листьев у деревьев и кустарников под воздействием промышленных газов на Рудном Алтае // Изв. АН КазССР. Сер. биол.—1978.—№ 5.—С. 18—21. [4]. Ермаков В. И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера.—Л.: Наука, 1986.—144 с. [5]. Илькун Г. М. Газоустойчивость растений.—Киев: Наук. думка, 1978.—146 с. [6]. Илькун Г. М., Мотрук В. В. Физиолого-биохимические нарушения в растениях, вызываемые атмосферным загрязнением // Растения и промышленная среда.—Киев: Наук. думка, 1968.—С. 54—68. [7]. Крючков В. В. Охрана природы Севера // Проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду / Под ред. Н. И. Пьявченко.—М.: Наука, 1985.—С. 124—131. [8]. Кулагин Ю. З. Водный режим и газоустойчивость древесных растений // Охрана природы на Урале.—Свердловск, Урал университет, 1966.—Вып. 5.—С. 49—51. [9]. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда.—М.: Наука, 1974.—125 с. [10]. Лайранд Н. И., Кондратов В. И., А. Мора С. Оценка антропогенных воздействий промышленных комплексов в районе города Братска на лес // Вопросы экологии растений: Сб. науч. тр.—Грозный, Чечено-Ингушский госуниверситет, 1980.—С. 67—71. [11]. Лайранд Н. И., Ловелиус Н. В., Яценко-Хмелевский А. А. Влияние пылевых выбросов цементных заводов на прирост дуба // Бот. журн.—1978.—Т. 63, № 5.—С. 721—729. [12]. Лайранд Н. И., Ловелиус Н. В., Яценко-Хмелевский А. А. Влияние антропогенных воздействий на прирост сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в районе города Братска // Бот. журн.—1979.—Т. 64, № 8.—С. 1187—1195. [13]. Ловелиус Н. В. Изменчивость прироста деревьев.—Л.: Наука, 1979.—231 с. [14]. Митропольский А. К. Элементы математической статистики.—Л.: ЛТА, 1965.—174 с. [15]. Нееруцкая Г. М. Анатомические изменения древесины сосны, поврежденной вредными газами // Тез. докл. Всесоюз. конф. по совр. пробл. древесиноведения.—Минск: Изд-во БелТИ, 1977.—С. 140—142. [6]. Николаевский В. С. Влияние сернистого ангидрида на древесные растения в условиях Свердловской области // Охрана природы на Урале.—Свердловск: Свердл. отд-е ВБО, 1964.—Вып. 4.—С. 123—132. [17]. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений.—Новосибирск: Наука, 1979.—275 с. [18]. Тарабрин В. П. Природа устойчивости растений к промышленным экскалатам // Адаптация древесины растений к экстремальным условиям среды.—Петрозаводск: Карел. филиал АН СССР, 1984.—С. 90—97. [19]. Умаров М. У. Влияние выбросов цементного завода на радиальный прирост древесины некоторых лесобразующих пород // Тез. докл. регион. конф. «Природно-ресурсный потенциал горных районов Кавказа», 19—24 авг. 1989 г.—Грозный: Чеч.-Инг. кн. изд-во, 1989.—С. 59—60. [20]. Умаров М. У., Шайкова Д. И. Морфолого-анатомические исследования побегов вишни обыкновенной в связи с загрязненностью атмосферы // Материалы по изучению Чечено-Ингушской АССР.—Грозный: Чеч.-Инг. кн. изд-во, 1988.—С. 112—118. [21]. Умаров М. У., Элиханов А. А. Радиальный прирост древесины бука восточного в условиях загрязнения атмосферы цементной пылью // Материалы по изучению Чечено-Ингушской АССР.—Грозный: Чеч.-Инг. кн. изд-во, 1987.—С. 66—70. [22]. Ярмишко В. Т., Демьянов В. А. Особенности строения корневых систем древесных пород в горах Крайнего Севера // Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды.—Петрозаводск: Карел. филиал АН СССР, 1984.—С. 100—117. [23]. Яценко-Хмелевский А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины.—М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954.—337 с.

Поступила 7 июня 1990 г.

УДК 674.053 : 621.93

К ВОПРОСУ СТАБИЛИЗАЦИИ УСИЛИЯ НАТЯЖЕНИЯ ПИЛЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА

Т. С. ИСУПОВА

Архангельский лесотехнический институт

В последнее время все более широкое применение в станкостроении находят пневмогидравлические аккумуляторы. Известны попытки использовать их в системе натяжения пилы вертикального ленточно-

пильного станка в целях стабилизации усилия натяжения инструмента. Для того чтобы пневмогидравлический аккумулятор выполнял поставленные перед ним задачи, должны соблюдаться некоторые условия.

Динамически узел резания ленточнопильного станка, имеющего пневмогидравлический механизм натяжения, с определенной степенью точности можно рассматривать как двухмассовую систему с двумя степенями свободы. В этом случае пневмогидравлический аккумулятор выполняет функции динамического гасителя колебаний*, т. е. частота собственных колебаний аккумулятора равна частоте колебаний давления в системе. Исходя из этого условия, должны определяться параметры пневмогидравлического аккумулятора и место его установки.

Известно, что частоту собственных колебаний системы находят из выражения

$$K = \sqrt{C/m}, \quad (1)$$

где C — приведенная жесткость;
 m — масса подвижных частей.

Отсюда частоту собственных колебаний пневмогидравлического аккумулятора определяют по уравнению

$$K = \sqrt{\frac{n p F^2}{V m}}. \quad (2)$$

Здесь n — показатель политропы;
 p — давление в системе;
 F — площадь поршня пневмогидравлического аккумулятора;
 V — объем газа в аккумуляторе.

Таким образом, частота собственных колебаний пневмогидравлического аккумулятора зависит от его диаметра D и объема, рабочего давления в системе, давления зарядки аккумулятора p_3 , регулирующего V , а также от длины l и диаметра соединительной магистрали, влияющих на величину m .

В связи с этим необходимо оценить характер влияния некоторых из указанных факторов на частоту собственных колебаний пневмогидравлического аккумулятора. В таблице приведены значения K для аккумулятора с диаметром $D = 15 \cdot 10^{-2}$ м и общим объемом $V_0 = 8 \cdot 10^{-3}$ м³.

Показатели	Значения показателей	Частота собственных колебаний аккумулятора, с ⁻¹
Давление в системе*, МПа	1,6	6,97
	2,0	8,44
	2,4	9,87
Давление зарядки**, МПа	1,0	9,01
	1,2	8,43
	1,5	7,79
Длина соединительной магистрали, м	0,60	10,15
	0,85	8,55
	1,00	7,88

* При $p_3 = 1,2$ МПа, $n = 1,4$.

** При $p = 2,0$ МПа.

Представленные в таблице данные показывают, что увеличение рабочего давления в системе или давление зарядки приводит к значительному изменению собственных колебаний пневмогидравлического аккумулятора: в первом случае они возрастают, во втором — уменьшаются. С ростом длины магистрали, соединяющей гидроцилиндр и аккумулятор, частота собственных колебаний последнего снижается. Проведенные расчеты говорят о том, что в реальных условиях длина соединительной магистрали должна быть минимальной, т. е. $l \rightarrow 0$.

Отечественная промышленность выпускает пневмогидравлические аккумуляторы нескольких типоразмеров, для которых основными параметрами являются максимальное рабочее давление и объем. Рабочее давление в системе механизма натяжения вертикального ленточнопильного станка практически всегда ниже максимального рабочего давления пневмогидравлического аккумулятора. Таким образом, главным показателем, по которому производят выбор аккумулятора, служит его объем.

Учитывая сказанное выше, частоту собственных колебаний пневмогидравлического аккумулятора можно считать величиной заданной.

Преобразуя выражение (2), получаем следующую формулу:

$$F = \left(\frac{np}{K^2 V \Sigma m_i} - \frac{\rho l}{f \Sigma m_i} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где Σm_i — масса подвижных частей системы натяжения пилы;
 ρ — плотность рабочей жидкости гидросистемы;
 f — площадь сечения трубопровода.

Таким образом, при использовании пневмогидравлического аккумулятора в системе натяжения пилы вертикального ленточнопильного станка в целях стабилизации усилия натяжения инструмента необходимо учитывать полученную нами зависимость (3).

Поступила 16 мая 1991 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.815-41

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ
ПОВЫШЕННОЙ ВОДОСТОЙКОСТИ***А. А. ЭЛЬБЕРТ, Л. П. КОВРИЖНЫХ, И. Ф. КОЗЛОВСКИЙ*

Ленинградская лесотехническая академия

Увеличение выпуска древесностружечных плит (ДСП) для строительства и изготовления мебели потребует в самое ближайшее время расширения сырьевой базы связующих веществ, поскольку объем выпускаемых карбамидных смол меньше потребности в них.

В течение ряда лет на кафедре древесных пластиков и плит ЛТА ведутся исследования по использованию лигносульфонатов (ЛС) в качестве компонентов связующих для древесных плит [7]. В частности, была разработана технология замещения 20...30 % карбамидных смол ЛС различного варочного основания после их обработки небольшими количествами персульфата аммония [1, 2]. Лабораторные и промышленные испытания данной технологии показали, что полученные ДСП имеют необходимую прочность и более устойчивы к воздействию воды, чем контрольные образцы без добавок ЛС [4]. Это дало основание использовать окисленные персульфатом аммония ЛС в производстве ДСП повышенной водостойкости. Хотя многолетний опыт их применения показал, что при увеличении срока использования плит их водостойкость снижается.

Было установлено, что обработка персульфатом аммония увеличивает в ЛС содержание гидроксильных групп, в первую очередь фенольных, а также карбонильных и карбоксильных групп. Одновременно с окислением проходят процессы радикальной полимеризации окисленных фрагментов с образованием нерастворимых соединений [4].

Из химии лигнина известно [3, 8], что ионы поливалентных металлов могут окислять молекулы лигнина и образовывать ионные и координационные связи с его реакционными группами. В целях повышения водостойкости связующего в окисленные персульфатом аммония ЛС вводили соли поливалентных металлов: меди, цинка, алюминия и железа. Выбор солей металлов определялся их хорошей растворимостью в воде и доступностью.

При проведении эксперимента использовали карбамидоформальдегидную смолу марки КФ-МТ-15, ЛС на Са—Na основании Сяского ЦБК. Персульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_5$ применяли в виде 20 %-го водного раствора в количестве 5,0 % от массы абс. сухих ЛС. Для увеличения жизнеспособности связующего раствор ЛС перед окислением нейтрализовали гидроксидом натрия до pH 6,5...7,0. Соли металлов вводили в виде 15...20 %-го водного раствора. В ЛС вначале добавляли персульфат аммония, затем раствор соли металла и смешивали с карбамидной смолой. Свойства отвержденного связующего изучали химическими и физико-химическими методами анализа.

Из данных табл. 1 видно, что введение в раствор ЛС небольших количеств солей металлов уменьшает не только время отверждения при

Таблица 1

Композиция связующего	Вводимые соли металлов	Массовая доля добавок, % от абс. сухих ЛС	Продолжительность желатинизации		Содержание водорастворимых веществ**, %
			при 100 °С, с	при 20 °С, ч	
80 % КФ-МТ + 20 % ЛС*	—	—	82	16	19,1
	CuSO ₄	0,2	82	16	14,5
		0,5	78	13	14,4
		1,0	74	10	14,3
		2,0	60	7	14,2
	ZnSO ₄	0,2	86	15	15,3
		0,5	84	12	15,1
		1,0	80	12	15,0
		2,0	72	7	14,9
	Al ₂ (SO ₄) ₃	0,2	85	12	15,7
		0,5	81	10	15,5
		1,0	75	8	15,3
		2,0	68	7	15,2
	FeSO ₄	0,1	79	6	17,3
0,2		70	3	16,9	
100 % КФ-МТ + 1 % NH ₄ Cl	—	—	67	12	18,0

*Использовали ЛС_{Ca-Na}, обработанные 5 % (NH₄)₂S₂O₈.

** Образцы связующего отверждены при 100 °С в течение 5 мин.

температуре 100 °С и растворимость отвержденного связующего в воде, но одновременно сокращает жизнеспособность связующего при 20 °С, особенно с добавкой солей Fe²⁺. Сравнение результатов отверждения показало, что соли меди придают связующему, содержащему 20 % ЛС, наибольшую водостойкость, а введение 0,5 % сульфата меди сохраняет необходимую жизнеспособность композиции. Непосредственное участие ионов Cu²⁺ в структурировании связующего определяли методом атомно-абсорбционного анализа на спектрофотометре Atomspek-1550 [5] по их концентрации в воде после выдержки отвержденного и измельченного образца в течение 24 ч.

Таблица 2

Продолжительность обработки, мин	Степень удержания ионов Cu ²⁺ связующим*, %, в зависимости от температуры обработки, °С	
	100	140
1,5	84,5	89,2
2,0	88,1	93,4
3,0	88,0	93,8
5,0	96,0	96,0
10,0	96,0	96,0

* Композиция связующего: 20 % [ЛС_{Ca-Na} + 5 % (NH₄)₂S₂O₈ + 0,5 % CuSO₄] + + 80 % КФ-МТ.

Как видно из табл. 2, после 5 мин термообработки при 100 °С или 2 мин при 140 °С в связующем удерживается более 90 % введенного количества ионов Cu²⁺, что подтверждает участие этих ионов в структурировании связующего.

С помощью спектрометра ИР-20 были сняты ИК-спектры при следующих условиях: скорость регистрации 160 см⁻¹/мин; масштаб 10 мм/100 см⁻¹; интервалы записи 600...2000 см⁻¹ и 2700...3600 см⁻¹; запрессовка с КВг.

При анализе ИК-спектров ЛС, обработанных персульфатом аммония, установлено (рис. 1), что добавка 0,5 % CuSO₄ приводит к заметному уменьшению интенсивности поглощения карбоксильных групп

(1720...1725 см⁻¹), а также групп $\text{—C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{||} \\ \text{O—} \end{array}$ (1420 см⁻¹). Видно,

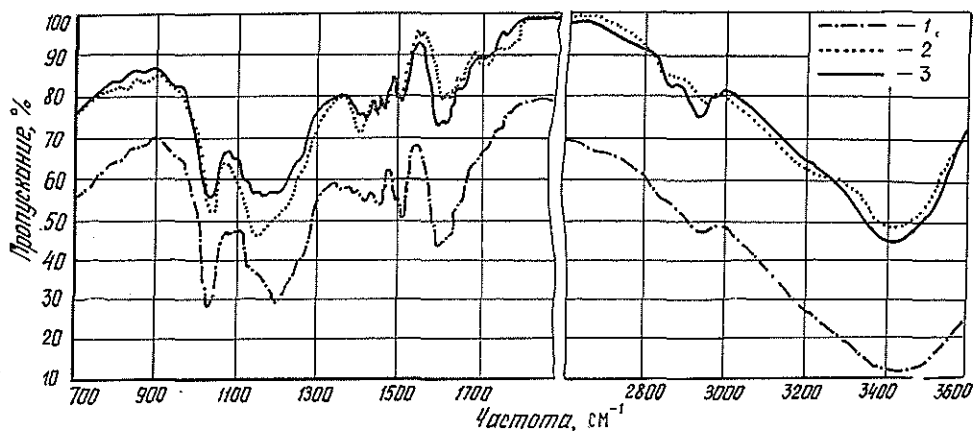
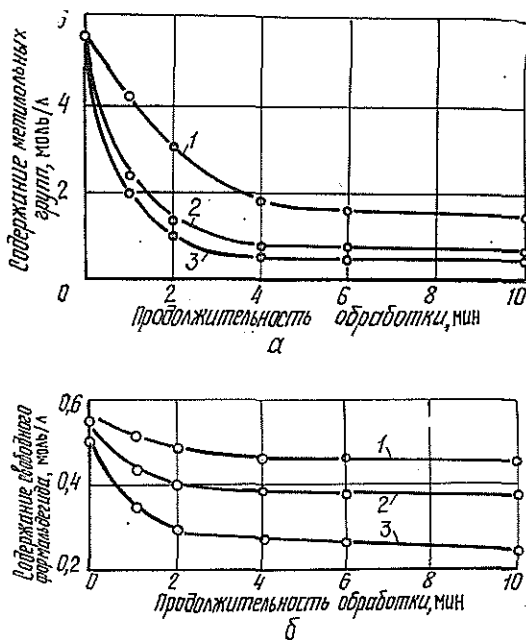


Рис. 1. ИК-спектры обработанных при температуре 105 °С в течение 10 мин лигносульфонатов: 1 — ЛС_{Ca-Na}; 2 — ЛС_{Ca-Na} + 5 % (NH₄)₂S₂O₈; 3 — ЛС_{Ca-Na} + 5 % (NH₄)₂S₂O₈ + 0,5 % CuSO₄

ионы Cu²⁺ в первую очередь реагируют с карбоксильными группами ЛС. Отмечено также значительное увеличение числа метиленовых связей (2986 и 2859 см⁻¹). Основные изменения в спектрах окисленных лигносульфонатов (ОЛС) с ионами меди и ЛС с персульфатом аммония отмечены в области 1140...1228 см⁻¹. Полоса поглощения 1221 см⁻¹ соответствует валентным колебаниям ОН-групп фенолов; ее интенсивность резко возрастает за счет увеличения числа фенольных гидроксильных групп в окисленном лигносульфонате [4, 7]. В композиции с ионами меди отмечено изменение формы и интенсивности пика поглощения в области 1221 см⁻¹, что объясняется образованием координационных связей ионов Cu²⁺ с фенольными ОН-группами. Таким образом, ионы меди способствуют структурированию ОЛС уже при температуре 100 °С.

Рис. 2. Зависимость содержания метилольных групп (а) и свободного формальдегида (б) от продолжительности обработки при температуре 105 °С и композиции связующего: 1 — КФ-МТ; 2 — 80 % КФ-МТ + 20 % [ЛС_{Ca-Na} + 5 % (NH₄)₂S₂O₈]; 3 — 80 % КФ-МТ + 20 % [ЛС_{Ca-Na} + 5 % (NH₄)₂S₂O₈ + 0,5 % CuSO₄]



Исследования показали, что в присутствии ионов Cu^{2+} скорость отверждения совмещенного связующего с 20 % ЛС, окисленных персульфатом аммония, возрастает. Увеличивается скорость связывания метилольных групп и свободного формальдегида (рис. 2).

Были получены кинетические характеристики процесса отверждения (табл. 3). Константы скорости реакции, рассчитанные по изменению метилольных групп, при введении 0,5 % CuSO_4 в связующее с содержанием 20 % ОЛС возрастают при 100 °С практически вдвое, а рассчитанные по изменению свободного формальдегида — в 6 раз.

Таблица 3

Композиция связующего	Константа скорости $K \cdot 10^2$, л/(моль · с), рассчитанная по изменению		Энергия активации E_a , кДж/моль, рассчитанная по изменению	
	— CH_2OH	CH_2O	— CH_2OH	CH_2O
20 % ОЛС* + 80 % КФ-МТ	0,36	0,20	31	46
20 % [ОЛС + 0,5 % CuSO_4] + 80 % КФ-МТ	0,63	1,29	23	22

* ОЛС — $\text{LC}_{\text{Ca-Na}} + 5\% (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном увеличении степени отверждения связующего с окисленными лигносульфонатами в присутствии небольших количеств меди.

На основе разработанной композиции совмещенного связующего изготовлены ДСП с содержанием его в наружных и внутреннем слоях 15 и 12 % соответственно. Условия прессования: температура 165... 170 °С, продолжительность 0,3 мин на 1 мм, максимальное давление 2,2 МПа.

Показатели физико-механических свойств полученных ДСП представлены в табл. 4.

Таблица 4

Композиция ЛС и связующего	Концентрация ЛС в связующем наружных (числитель) и внутреннего (знаменатель) слоев, %	Плотность плит, кг/м ³	Предел прочности, МПа		Набухание, % за время, сут		Эмиссия формальдегида по методу WKF, мг/100 г
			при статическом изгибе	при растяжении перпендикулярно поверхности	1	20	
$\text{LC}_{\text{Ca-Na}} + 5\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 +$ $+ 0,5\% \text{CuSO}_4$	15/20	760	31,7	0,62	4,5	14,6	14,3
$\text{LC}_{\text{Ca-Na}} + 5\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	15/20	755	28,1	0,60	8,6	20,1	15,0
Контроль (100 % КФ-МТ + 1 % NH_4Cl)	—	750	24,8	0,58	10,6	24,3	20,4

Результаты испытаний показали, что водостойкость ДСП возрастает в 2 раза при добавке сульфата меди в ОЛС. Устойчивость этих плит к длительному воздействию воды также заметно выше, чем у контрольных образцов. ДСП с добавлением ЛС проверены дополнительно на ускоренное старение по следующему режиму [6]: вымачивание в воде при температуре 20 °С — 3 ч; замораживание при —12 °С —

1 ч; высушивание при 70 °С — 3 ч. Данные о влиянии ускоренного старения на свойства ДСП представлены в табл. 5.

Таблица 5

Композиция ЛС и связующего	Плотность плит, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе образцов, МПа		Остаточная прочность, %	Набухание, %, после повторяющихся циклов	
		исходных	после 3 циклов		1	3
ЛС _{Ca-Na} + 5 % (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ + 0,5 % CuSO ₄	760	31,7	26,5	84,0	2,6	7,5
ЛС _{Ca-Na} + 5 % (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	755	28,1	18,6	70,1	4,2	8,2
Контроль (100 % КФ-МТ + 1 % NH ₄ Cl)	750	24,8	16,2	65,6	4,3	10,4

ДСП на основе разработанного связующего с добавкой солей меди после трех циклов испытаний снижают не более чем на 20 % первоначальную прочность на статический изгиб, в то время как контрольные плиты в этих условиях — на 35 %. Формоустойчивость ДСП с ЛС в 1,3—1,5 раза выше, чем контрольных образцов.

Опытно-промышленные испытания подтвердили эти выводы.

Таким образом, применение в композиции совмещенного связующего окисленных персульфатом аммония ЛС с добавкой ионов меди позволяет при сокращенном расходе карбамидоформальдегидной смолы получать водостойкие ДСП. Эти плиты, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к плитам для полов гражданских и промышленных зданий, отличаются прочностью, устойчивостью к ускоренному старению, а также имеют меньшую токсичность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1219614 СССР, МКИ С 08L 61/24. Композиция для древесностружечных плит / А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, В. В. Васильев и др. (СССР).— № 36641000/23—05; Заявл. 17.11.83; Оpubл. 23.03.86 // Открытия. Изобретения.— 1986.— № 11. [2]. А. с. 1237433 СССР, МКИ В 27N 3/02. Способ получения древесностружечных плит / А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, Б. В. Рошмаков, А. П. Штембах и др. (СССР).— № 3759738/29—15; Заявл. 26.06.84; Оpubл. 15.06.86 // Открытия. Изобретения.— 1986.— № 22. [3]. Браунс Ф. Э., Браунс Д. А. Химия лигнина.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 864 с. [4]. Исследование замещения карбамидных смол техническими лигносульфонатами в древесностружечных плитах / Л. П. Коврижных, А. П. Штембах, И. Ф. Козловский, А. А. Эльберт // Лесн. журн.— 1987.— № 6.— С. 75—79.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия.— М.: Мир, 1976.— 250 с. [6]. Хрулев В. М., Мартынов К. Я. Долговечность древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 168 с. [7]. Эльберт А. А., Коврижных Л. П., Хотимович П. А. Использование лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит // Лесн. журн.— 1990.— № 3.— С. 89—95.— (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Smith P. K., Mc Donough T. J. Transition metal ion catalysis of the reaction of a residual lignin-related compound with alkaline hydrogen peroxide // Svensk papperstidning.— 1985.— N 12.— С. 106—112.

Поступила 6 мая 1991 г.

УДК 676.017

ВЛИЯНИЕ СИНУСОИДАЛЬНЫХ СДВИГОВЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА СТРУКТУРУ БУМАГИ

Т. П. ГРУЗДЕВА, Б. П. ЕРЬХОВ, А. Н. НАУМОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Как было показано ранее [2], на установке типа УРОМС [3] можно не только измерять вязкоупругие характеристики целлюлозно-бумажных материалов, но и изменять их структуру, увеличивая сдвиговое воздействие на образец.

Если в предыдущей разработке [1] эффективность сдвигового воздействия варьировали изменением либо расстояния между возбуждающей катушкой и коромыслом, либо синусоидального напряжения, подаваемого на нее, то в предлагаемой работе уже учитывали конкретные значения сдвиговых напряжений на внутреннем контуре радиуса активного захвата в установке УРОМС.

Максимальное касательное напряжение на границе контура определится по формуле [1, формула (2, 51)]

$$\tau_0 = \frac{2G\theta_0}{1 - a^2/b^2}, \quad (1)$$

где G — модуль сдвига образца;
 θ_0 — амплитуда гармонической деформации внутреннего контура образца;
 a — внутренний (малый) радиус кольцевого образца;
 b — радиус неподвижного захвата.

Значение θ_0 можно вычислить через амплитуду колебаний A любой произвольной точки коромысла и расстояние r от этой точки до оси вращения коромысла:

$$\theta_0 = A/r, \quad (2)$$

где A и r можно найти методом «песчинки».

Суть его заключается в следующем. Пусть пластина 1 расположена горизонтально, совершает колебательное движение относительно фиксированной горизонтальной оси вращения, проходящей через точку O (рис. 1). Если на эту пластину поместить песчинку 2 на расстоянии r от оси, то при определенных значениях частоты и амплитуды колебаний она начнет отрываться от пластины. Это означает равенство веса песчинки и силы инерции:

$$mg = 4\pi^2 v^2 Am, \quad (3)$$

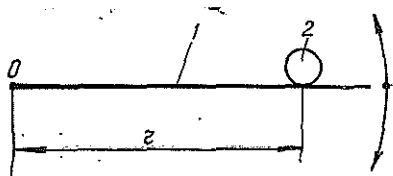


Рис. 1. Схема расположения песчинки на горизонтальной колеблющейся пластине

где m — масса песчинки;
 g — ускорение свободного падения;
 $4\pi^2\nu^2 A$ — ускорение колеблющейся пластины (за счет сил инерции);
 ν — частота колебаний, при которой происходит отрыв песчинки.

Из уравнения (3) получим формулу для определения амплитуды колебаний песчинки:

$$A = g / (4\pi^2\nu^2). \quad (4)$$

Для проведения эксперимента установку типа УРОМС фиксируют на подставке в таком положении, чтобы боковая поверхность коромысла с миллиметровой линейкой располагалась горизонтально. Исследуемый образец закрепляют в приборе, а на горизонтальную поверхность коромысла насыпают тонкий слой песка. После подачи на катушку возбуждения напряжения от звукового генератора и настройки системы в резонанс на коромысле найдем некоторую точку на расстоянии r от оси вращения. Песчинки, расположенные между этой точкой и осью вращения, будут неподвижны. Именно это расстояние надо отметить на шкале.

Подставив в уравнение (1) выражения для Θ_0 и A из формул (2) и (4), а также формулу для модуля сдвига $G = \frac{\pi(1 - a^2/b^2)}{a^2d} I\nu_p^2$ [1], получим:

$$\tau_0 = \frac{I g}{2\pi a^2 d r}, \quad (5)$$

где ν — резонансная частота крутильных колебаний;
 I — момент инерции колеблющейся системы;
 d — толщина образца.

При испытании образцов одной толщины все величины в формуле (5), кроме r , остаются постоянными:

$$\frac{I g}{2\pi a^2 d} = B = \text{const.}$$

Формула (5) при этом примет вид

$$\tau_0 = B/r. \quad (6)$$

Значит, напряжение на границе активного захвата обратно пропорционально расстоянию. Значение напряжения τ_0 можно задавать заранее и вычислять соответствующие ему значения r . Увеличивая постепенно (от нуля) напряжение, подаваемое на катушку возбуждения (при этом «прыгающие» песчинки перемещаются от периферии к центру коромысла), определяем расстояние r , а следовательно, и напряжение сдвига.

Описанный метод был использован для лабораторных исследований динамического воздействия на структуру типографской бумаги № 2 бумажной фабрики им. М. Горького. Для выявления связи между структурой образца и временем динамического воздействия при различных касательных напряжениях всегда брали «свежий» образец.

На рис. 2 показан характер изменения модуля сдвига от времени t . По платовым значениям G , согласно (рис. 2), построен график относительного изменения этого показателя с ростом τ_0 (рис. 3).

По результатам эксперимента можно сделать следующие выводы:

1) сдвигающие синусоидальные напряжения, способные изменять структуру целлюлозно-бумажных материалов, достаточно малы (на два-три порядка меньше атмосферного давления), т. е. управлять

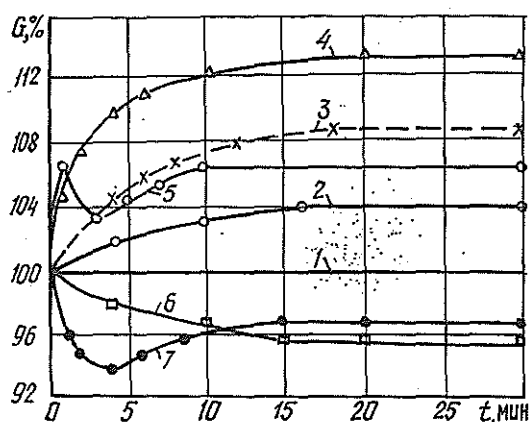


Рис. 2. Зависимость модуля сдвига от времени динамического воздействия при различных касательных сдвиговых напряжениях: 1—560; 2—600; 3—670; 4—740; 5—930; 6—1120; 7—1140 (при $\tau_0 = 560$ Па структура образца не подвергается изменению)

структурой уже сформированного бумажного полотна можно без значительных энергетических затрат;

2) вероятно, для некоторых видов целлюлозно-бумажных материалов существует оптимум динамического воздействия (кривая 4 на рис. 2 и верхняя точка на рис. 3), при котором достигается максимально плотная упаковка структурных элементов;

3) необходимое время динамического воздействия для получения окончательного результата переупаковки структурных элементов составляет порядка 10 мин;

4) как и в предыдущих работах [1, 3], анализ полученных результатов необходимо проводить на основе явления тиксотропии в воздушно-сухих целлюлозно-бумажных материалах;

5) конкурирующие процессы тиксотропии (самопроизвольное восстановление структуры) и динамического воздействия, приводящего к расшатыванию структурных элементов, полностью объясняют кривые на рис. 2, 3; локальные флуктуации на рис. 2 (кривые 5, 7) требуют дополнительной проверки и детального анализа.

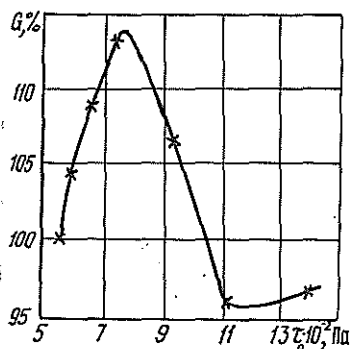


Рис. 3. Относительное приращение модуля сдвига при увеличении сдвигового напряжения

Таким образом, процессами тиксотропии и переупаковкой структурных элементов в бумажных материалах можно разумно управлять, используя механическое поле напряжений. При этом необходимо иметь в виду, что при проведении широких исследований не существует альтернативы неразрушающим методам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ерыхов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— С. 141—161. [2]. Ерыхов Б. П., Плотников А. П., Сырников Ю. П. Об эффекте упрочнения бумаги при динамическом воздействии // Лесн. журн.— 1987.— № 4.— С. 89—92.— (Изв.

вышш. учеб. заведений). [3]. ОСТ 13-163—83. Полуфабрикаты целлюлозно-бумажных производств. Бумага. Картон. Резонансный метод определения модуля сдвига и добротности. Введ. 01.01.84.

Поступила 3 апреля 1991 г.

УДК 676.1.014.8

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ ВОЛОКОН НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СУСПЕНЗИЙ

О. А. ТЕРЕНТЬЕВ, С. Г. ВАСИЛЬЕВА, Ю. А. ТОТУХОВ

Ленинградский технологический институт ЦБП

Известно, что производство бумаги представляет собой сложный непрерывный технологический процесс, состоящий из отдельных операций (варка, облагораживание, размол, массоподача, напуск, формование). Каждая из них так или иначе влияет на внутреннее структурообразование волокнистых суспензий. Напряжения, возникающие в структуре и характеризующие ее прочность, являются результатом взаимодействия сил между волокнами. Очевидно, характер и величина этих сил зависят от состояния и свойств поверхности волокон, наиболее сильно взаимодействующих в зонах контактов.

Цель настоящей работы — продолжить и развить исследования в области реологии волокнистых суспензий.

На начальном этапе работы рассмотрены варка и отбелка, открывающие технологический процесс и видоизменяющие не только поверхность природного волокна, но и его морфологию (внутреннее строение) и химический состав. Контроль за состоянием древесных волокон после обработки осуществляли методами микроскопии, ИК-спектрометрии и вискозиметрии.

Для испытаний использовали образцы целлюлоз из хвойной древесины со степенью помола 14...15 °ШР: сульфатной беленой (СФАБ), сульфитной беленой (СФИБ) и сульфатной небеленой (СФАНБ).

Исследования субмикроструктуры поверхности волокон проводили с помощью просвечивающего (Tesla-500) и сканирующего (РЭМ 100-У) микроскопов.

Полученные реплики поверхности СФАБ показали, что строение внешних слоев просматривается слабо, так как они покрыты аморфными веществами матрикса, сквозь который видны структурные протяженные элементы слоя S_1 . На поверхности волокон СФИБ сохраняются слои клеточной стенки: наблюдаются остатки первичной оболочки P , состоящие из беспорядочно переплетенных микрофибрилл, и ламеллы наружного слоя вторичной оболочки S_1 с поперечным расположением микрофибрилл по отношению к оси волокна.

На основании сопоставления реплик поверхностей волокон установлено, что поверхность СФАБ имеет более сомкнутую и плотную структуру, чем СФИБ, поскольку гораздо меньше набухает под действием варочных растворов.

Сравнение микрофотографий поверхностей волокон СФАБ и СФАНБ подтверждает, что отбелка удаляет в основном лигнин и гемицеллюлозы, тем самым частично очищая поверхность волокна. Наряду с этим, у СФАНБ наблюдаются остатки торусов и обилие гранулированного лигнина на поверхности волокна, а также просматриваются остатки срединной пластинки.

Для получения более полной картины был использован также метод ультратонких поперечных срезов единичных волокон при увеличе-

нии в 1400 раз. Согласно микрофотографиям срезов в образцах СФАБ отсутствует срединная пластинка и сохранена первичная оболочка; у образцов СФАНБ выявлено наличие срединной пластинки, которая сомкнута с первичной оболочкой; у СФИБ наблюдается слой *P* значительных размеров, нарушение клеточной стенки, хорошее разрыхление поверхности.

В исследуемых образцах количественно определяли лигнин с помощью ИК-спектрометрии на наиболее удобной для этого полосе поглощения при $1510 \dots 1500 \text{ см}^{-1}$. Инфракрасные спектры и эмпирическая корреляция интенсивности поглощения с результатами химического анализа лигнина показали, что массовая доля лигнина составила в образцах СФАБ, СФИБ и СФАНБ соответственно 0,6; 0,4; 5,0 %.

Приведенные данные по микроскопии и ИК-спектрометрии свидетельствуют о том, что от типа варки и отбелки зависят свойства поверхности волокон и содержание в них лигнина, придающего волокнам жесткость.

Предположим, что вид поверхности, наличие на ней лигнина и присутствие воды во взаимодействиях между волокнами будут определять прочность структуры водно-волокнутой суспензии. Для обоснования данного предположения рассмотрим взаимодействия типа волокно — вода для СФАБ и СФИБ; волокно — волокно в суспензии; лигнин — вода для СФАНБ.

Гидроксильные группы на поверхности целлюлоз, погруженных в воду (волокнустая суспензия), притягивают молекулы воды*. Поверхность волокон адсорбирует молекулы воды с образованием водородных связей. После присоединения к первому слою молекул воды ОН-группы этого слоя притягивают второй слой и т. д., причем каждый последующий слой будет менее упорядоченным, чем предыдущий. В итоге последний слой будет незаметно сливаться с окружающей водой. В нашем случае при взаимодействии типа волокно — вода в суспензиях СФАБ и СФИБ волокна покрыты своеобразной водяной «шубой», т. е. большим количеством сольватных оболочек, которые удерживаются на поверхности волокон водородными связями. Причем прочность водяной шубы обратно пропорциональна ее толщине.

При взаимодействии типа волокно — волокно в суспензии связь между волокнами происходит через воду. Наличие водяной шубы в этом случае должно играть роль экрана и препятствовать взаимодействию. Следовательно, связь должна быть слабой.

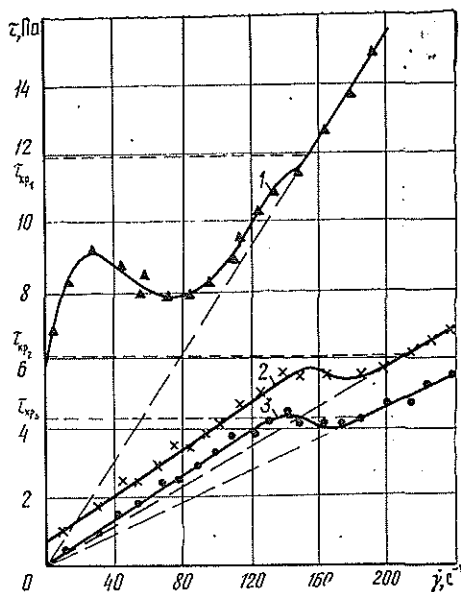
При взаимодействии типа лигнин — вода лигнин, находящийся на поверхности волокон СФАНБ и являющийся веществом гидрофобным, в воде не растворим, поэтому доступ воды к поверхности волокон, в отличие от СФАБ и СФИБ, затруднен. В этом случае связь между волокнами должна быть более прочной и наличие ее можно объяснить, по-видимому, отсутствием экранирующего воздействия воды.

Опираясь на проведенные дополнительные исследования, можно достаточно убедительно обосновать различия реологических характеристик суспензий образцов целлюлоз концентрацией 1,1 %, представленных на рисунке.

Сравнение реологических кривых в координатах напряжение сдвига τ — градиент сдвига $\dot{\gamma}$ по параметру $\tau_{кр}$, характеризующему прочность структуры, показало, что волокнустая суспензия из СФИБ обладает наименее прочной структурой: несмотря на то, что волокна ее набухшие, их поверхность более разрыхлена, почти не содержит лигнина, высвобождены микрофибриллы, а значит точек соприкосновения между

* Кларк Дж. Технология целлюлозы. — М.: Лесн. пром-сть, 1983. — 456 с.

Реологические характеристики волокнистых суспензий: 1 — СФИБ; 2 — СФАБ; 3 — СФАНБ



волокнами много. Наиболее прочную структуру имеет суспензия из СФАНБ, волокна которой менее повреждены (не были подвержены химическому воздействию — отбелке), вследствие чего, на поверхности волокна лигнина присутствует в большом количестве. Реологическая характеристика

СФАНБ отличается от двух других по виду. Кривая имеет две точки перегиба, которые свидетельствуют о наличии в суспензии первичной структуры при низких значениях градиентов сдвига и вторичной — при более высоких. Это указывает на большую прочность структуры суспензии СФАНБ.

Из сказанного выше следует, что на прочность структуры волокнистой суспензии из прошедшей варку и отбелку целлюлозы влияет не только количество, но и «качество» контактов между волокнами. Присутствие лигнина в зоне контакта обуславливает более прочное взаимодействие между волокнами суспензии.

Проведенные на данном этапе исследования с точки зрения оценки воздействия вида технологического процесса на внутреннее структурообразование волокнистых суспензий свидетельствует, что прочность структуры определяется не столько типом варки целлюлозы, сколько химическим воздействием.

Поступила 12 июня 1990 г.

УДК 667.645 : 543.87

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИЭФИРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Я. В. ДУДА, Л. А. ЯРЕМЧУК, В. В. ХОХРЯКОВА

Львовский лесотехнический институт

В течение двух последних десятилетий большое внимание уделяется разработке лакокрасочных материалов с высоким содержанием сухого остатка. В настоящее время при проведении отделочных работ широко используются полиэфирные, полиуретановые, мочевино- и мел-аминоформальдегидные и другие виды лаков. Отдельное место занимают полиэфирные лакокрасочные материалы, особенности химического строения которых обуславливают возможность их отверждения ускоренными способами (фотохимический, радиационно-химический).

Однако формирование (например фотоотверждение) лаковой пленки за десятки секунд ведет к снижению качества нанесенных покрытий, а именно: эластичности (ГОСТ 25601—80), водостойкости (ГОСТ 21065—75) и адгезионной прочности (ГОСТ 27325—87). Основная причина указанных недостатков — различие в скоростях «сшивки» линейных макромолекул полиэфирной смолы молекулами растворителя-мономера по толщине покрытия [3]. При этом в реакцию полимеризации вступает только часть активных двойных связей, причем наиболее низкая степень превращения компонентов наблюдается у самой подложки.

Решение вопросов интенсификации технологии отделки и повышения качества продукции в мебельном производстве во многом зависит от точности и надежности применяемых методов анализа. Ранее для контроля состава и чистоты лакокрасочных материалов использовали в основном химические способы: определение кислотного и бромного чисел, молекулярной массы растворимой основы лака [4]. Отверждение покрытия оценивали по внешнему виду, поверхностной твердости (ГОСТ 5233—67, ГОСТ 16838—71), выходу гель-фракции [2] и стойкости покрытий к воздействию переменных температур (ГОСТ 19720—74).

Представляет интерес исследовать структуру отвержденных полиэфирных покрытий, наличие непрореагировавших двойных связей и остаточного мономера методами газожидкостной хроматографии, полярографии и ИК-спектроскопии [5].

В качестве объекта исследования выбраны фотоотверждаемые полиэфирные композиции, состоящие из стиролсодержащего лака ПЭ-265 (ТУ 6-10-1445—80) и фотоинициатора 2,2-диметокси-2-фенилацетофенона (ТУ 6-09-14-2424—83).

Фотополимеризующиеся полиэфирные компоненты наносили аппликатором на предметное стекло (толщина слоя 200 ± 10 мкм) и отверждали под ртутно-кварцевой лампой высокого давления ДРТ-1000 в течение 60...90 с. Твердые пленки измельчали и взвешивали на аналитических весах. Подготовленные образцы использовали в одной серии опытов для получения ацетоновых экстрактов, в другой — для определения выхода гель-фракции. Параллельно снимали ИК-спектры лаковых пленок на спектрофотометре ИКС-29. Качественный и количественный анализ ацетоновых экстрактов проводили параллельно на хроматографе ЛХМ-80 и полярографе М7-2000. Методики анализов описаны в работах [1, 6].

Массовую долю свободного стирола в ацетоновом экстракте определяли по калибровочному графику, полученному с помощью полярографии, поскольку стирол восстанавливался на ртутном капельном электроде, образуя на фоне 0,175 н. раствора C_4H_9I в 75 %-м диоксане полярографические волны с потенциалом полувысокой $E_{1/2} \approx 2,4$ В.

Хроматографически массовую долю свободного стирола в отвержденной пленке находили методом внутреннего стандарта (толуол) с применением пламенно-ионизационного детектора. Для разделения компонентов экстракта в качестве неподвижной фазы использовали 1, 2, 3-триэ-(бета-цианэтокси)-пропан на хроматоне N-AW, массовая доля которого составляла 10 % от массы твердого носителя. Длина хроматографической колонки 3 м, применяемая температура разделения 120 °С.

Выход гель-фракции определяли в серии параллельных опытов после экстракции ацетоном в аппарате Сокслета в течение 10 ч.

Полученные данные о выходе гель-фракции и свободного стирола в отвержденной пленке в зависимости от массовой доли фотоинициатора представлены в таблице.

Из таблицы видно, что расхождения в результатах анализов, полученных методами полярографии и газожидкостной хроматографии, находятся в пределах ошибки опыта (15...20 %). Область минимального содержания непрореагировавшего стирола при продолжительности облучения под лампой 90 с находится в пределах 2...3 %. Больше всего нерастворимых в ацетоне продуктов (гель-фракция) находится в композициях с массовой долей фотоинициатора около 0,3 %.

Для проведения ИК-спектроскопических исследований использовали отвержденные пленки лака ПЭ-265 толщиной 100, 150, 200, 250, 300 мкм. Спектры лаковых композиций и соответствующих отвержденных образцов снимали в области пропускания $4000...400$ см⁻¹. Контроль за структурными изменениями в полиэфирных составах

Массовая доля фотоинициатора, %	Выход гелевой фракции, %	Массовая доля свободного стирола, %, в полиэфирных покрытиях фотохимического отверждения, найденная методом		
		газо-жидкостной хроматографии	полярографии	МК-спектроскопии
0,2	77,0	7,4	6,3	7,6
0,3	97,2	2,4	2,9	3,5
0,4	88,5	3,0	3,3	4,1
0,5	83,8	5,1	5,4	5,8

осуществляли по следующим полосам поглощения: при $1650 \dots 1615 \text{ см}^{-1}$ — для валентных колебаний двойной углеродной связи; 980 см^{-1} для неплоских колебаний СН-группы в транс- $\text{RCH}=\text{CHR}'$; при $3450 \dots 3400 \text{ см}^{-1}$ для гидроксильной группы.

При расшифровке ИК-спектров установлено наличие в отвержденной полиэфирной пленке свободной стирольной ненасыщенности в пределах $3 \dots 7 \%$ (в зависимости от массовой доли инициатора и времени облучения). При этом в реакцию сополимеризации вступает не менее 95% двойных фумаратных связей, что подтверждает оптимальный состав реакционной смолы и стирола в исходном лаке.

На основе математической обработки данных ИК-спектроскопии и технологического регламента смолы ПЭ-265 вычислена средняя длина поперечных связей между линейными полиэфирмаленнатыми макромолекулами в сетчатой структуре, составившая $1,25 \pm 0,20$ длины стирольного звена.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что применение физико-химических методов анализа, особенно газожидкостной хроматографии, позволяет быстро оценивать степень превращения исходных компонентов в полиэфирных лаках. Поскольку время удержания стирола на хроматографической колонке невелико и в зависимости от ее длины может составлять $2 \dots 5$ мин, метод газовой хроматографии является наиболее приемлемым для заводских лабораторий.

Разработанные методики можно использовать для контроля технологических процессов ускоренной сушки стиролсодержащих полиэфирных композиций в мебельном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дуда Я. В., Яремчук Л. А., Черняков Э. А. Определение свободного стирола в лаковых покрытиях фотохимического отверждения // Лесн. хоз-во, лесн., бумаж. и деревообраб. пром-сть, — 1987. — Вып. 18. — С. 91—93. [2]. Карякина М. И. Лабораторный практикум по испытанию лакокрасочных материалов и покрытий. — М.: Химия, 1977. — 239 с. [3]. К л а б а н И. Степень отверждения ненасыщенных смол и слоистых стеклопластиков на их основе // Тез. докл. конф. «Армированные пластмассы-71», 18—20 мая 1971 г. — Карловы Вары, 1971. — С. 48—49. [4]. Лаки, краски и вспомогательные материалы. Ч. 1. — М.: Изд-во стандартов, 1974. — С. 127—142. [5]. Лялик в Ю. С. Физико-химические методы анализа. — М.: Химия, 1964. — 557 с. [6]. Раздельное определение стирола и α -метилстирола в смесях: (Заключение отчета о НИР) ВНИИ монокристаллов. — № 62—45. — 1962. — 28 с.

Поступила 28 ноября 1990 г.

УДК 676.084.2 : 678.04

**ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ
В ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРОВ***А. Я. БОРЗЕНКОВА, Р. И. ДАШЕВСКАЯ, Г. К. ТРЕННИКОВА,
И. В. ЕЛЬКАНОВИЧ*

Белорусский технологический институт

В современной технологии переработки эластомеров широко применяют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ) по одному из двух направлений: как антиадгезионные агенты для каучуков и невулканизированных резиновых смесей, предупреждающие их самослипание и прилипание к другим материалам за счет образования поверхностного адсорбционного слоя [2, 8], и как добавки, улучшающие перерабатываемость и технические свойства эластомерных композиций [6]. Однако характерный для последних лет острый дефицит и недостаточная, с точки зрения прогрессивного производства, эффективность многих синтетических ПАВ обуславливают актуальность их замены на более доступные продукты, по своим свойствам соответствующие требованиям отрасли.

Доступность и поверхностная активность лигносульфонатов (ЛСТ) послужили основанием для оценки их применимости в технологических процессах изготовления и переработки резиновых смесей. Ранее была установлена [4, 9] и подтверждена в производственных условиях перспективность использования ЛСТ с целью частичной замены вторичных алкилсульфатов натрия C_{8-16} (товарная форма — моющие вещества «Прогресс», «Типол»), представляющих собой основной компонент антиадгезивов для шинных резиновых смесей. В то же время механизм совместного действия ЛСТ и алкилсульфатов до настоящего времени не выяснен, не выявлены свойства комбинаций ЛСТ с другими ПАВ, совершенно не исследована возможность модификации с помощью ЛСТ свойств резиновых смесей и вулканизаторов.

В данной работе проведено сопоставление антиадгезионного действия ЛСТ, алкилсульфатов и бинарных комбинаций этих ПАВ с параметрами, характеризующими адсорбцию из соответствующих водных растворов, оценена целесообразность сочетания ЛСТ с алкил- и алкилбензолсульфонатами, используемыми для предупреждения слипания резиновых смесей [7], а также изучено влияние добавок твердых ЛСТ на различные показатели физико-механических свойств эластомерных композиций.

Антиадгезионные свойства исследуемых ПАВ оценивали по сопротивлению расслаиванию σ_p резиновой смеси на основе цис-1,4-полиизопрена СКИ-3. Образцы в виде полос предварительно обрабатывали растворами ПАВ, высушивали на воздухе, дублировали и термостатировали под нагрузкой. Об адсорбции на границе резиновая смесь — раствор судили по значениям косинуса краевого угла смачивания $\cos \theta$, на границе раствор — воздух заключали по значениям поверхностного натяжения жидкости $\sigma_{ж.г}$. Методики определения σ_p и $\cos \theta$ соответствовали опубликованным ранее [8], $\sigma_{ж.г}$ измеряли по методу Ребиндера [10].

Изучение ЛСТ в качестве ингредиента эластомерных композиций проводили в рецептуре двух резиновых смесей: № 1 — модельной на основе натурального каучука; № 2 — протекторной на основе бутадиен-стирольного сополимера СКС-30 АРКМ-15. Показатели физико-механических свойств резиновых смесей и вулканизаторов определяли с помощью стандартных методов.

На рис. 1 представлена зависимость σ_p от массовой доли ЛСТ (ω_1) и алкилсульфатов (ω_2) в растворах, содержащих одно из этих ПАВ или их комбинации. Кривая $\sigma_p = f(\omega_1)$ не приведена в связи с тем, что растворы ЛСТ не проявляют сколько-нибудь заметного адгезионного действия; граница между контактирующими поверхностями образцов, обработанных этими растворами, в процессе подготовки к испытаниям полностью исчезает, при их разделении происходит не отслаивание по площади контакта, а разрыв резиновой смеси в массе. Поэтому значения σ_p в данном случае характеризуют не аутогезию, а когезионные свойства материала. Вместе с тем можно видеть, что ЛСТ образуют с алкилсульфатами синергические бинарные комбинации, обеспечивающие высокий уровень защиты резиновой смеси от слипания. Варьирование соотношений компонентов этих комбинаций в пределах постоянной суммарной концентрации позволяет установить, что наилучшие результаты достигаются в присутствии 1,5...2,0 % алкилсульфатов. Такие системы по эффективности примерно в два раза превосходят растворы алкилсульфатов с массовой долей 4...5 %, соответствующей рецептурам производственных антиадгезивов [8].

Ранее показано [7], что эффективность анионных ПАВ в качестве антиадгезионных агентов коррелирует с их адсорбционной активностью на межфазных границах резиновая смесь — раствор и раствор — воздух. Сопоставление данных (рис. 1 и 2) свидетельствует о справедливости этой закономерности для тестируемых систем. Так, растворы ЛСТ, не проявляющие антиадгезионного действия, характеризуются значительно худшим, по сравнению с растворами алкилсульфатов, смачиванием резиновой смеси и повышенным поверхностным натяжением. Эффективные комбинации ЛСТ и алкилсульфатов обладают хорошими адсорбционными свойствами, при этом минимуму на концентрационной зависимости σ_p соответствуют максимальные значения $\cos \Theta$ и минимальные — $\sigma_{ж.г.}$. Однако обращает на себя внимание, что при значительном снижении σ_p различие в адсорбционной способности бинарных комбинаций и алкилсульфатов невелико. Эта особенность подтверждает высказанное в работах [4, 9] предположение, что основной причиной синергического усиления антиадгезионного эффекта в комбинациях ЛСТ — алкилсульфаты является не повышение интенсивности адсорбции

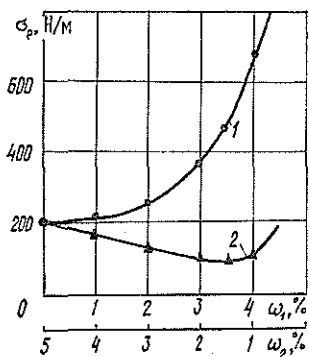


Рис. 1. Антиадгезионное действие водных растворов алкилсульфатов (1) и их бинарных композиций с ЛСТ (2)

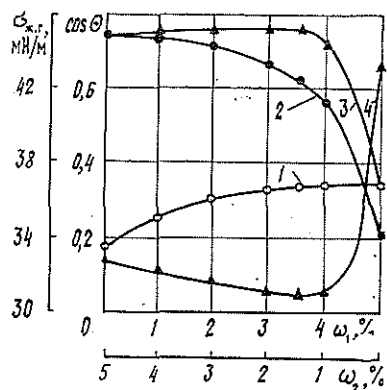


Рис. 2. Адсорбционные свойства ЛСТ (кривая 1), алкилсульфатов (кривая 2) и их бинарных композиций (кривые 3, 4): 1, 2, 3 — смачивающая способность, 4 — поверхностное натяжение

на поверхности резиновой смеси, а изменение принципа формирования и строения адсорбционного слоя.

Можно полагать, что в соответствии с закономерностями, проявляющимися при совместном применении низко- и высокомолекулярных ПАВ [10], низкомолекулярные алкилсульфаты адсорбируются из раствора, сильно снижая поверхностное натяжение резиновой смеси и создавая тем самым условия для адсорбции ЛСТ, которые, подобно другим высокомолекулярным ПАВ [1], формируют прочный структурированный слой повышенной толщины. Такой механизм согласуется с современными представлениями о природе истинного синергизма в смесях ПАВ [10], согласно которым взаимодействие компонентов системы должно приводить к структурам, качественно отличающимся от образуемых каждым из них по отдельности.

В отличие от алкилсульфатов, ПАВ группы органосульфонов не дают с ЛСТ комбинаций, характеризующихся усилением антиадгезионной защиты резиновых смесей и адсорбции на межфазных границах (табл. 1). В связи с недостаточной изученностью явления синергизма для систем на основе ПАВ интерпретация этого факта затруднена, однако можно предположить, что в случае одинакового строения полярной гидрофильной части молекул ЛСТ и второго ПАВ условия для реализации обсуждавшегося выше механизма не выполняются.

Таблица 1

Свойства растворов органосульфонов
и их комбинаций с ЛСТ

Массовая концентрация компонентов, %, в растворе			σ_p , Н/м	cos θ	$\sigma_{ж.г}$, мН/м
Алкил- суль- фонаты натрия C ₁₁₋₁₇	Алкил- бензол- сульфо- наты натрия C ₁₀₋₁₂	ЛСТ			
1	—	—	512	0,54	—
3	—	—	236	0,71	30,9
4	—	—	182	0,78	30,8
5	—	—	180	0,79	—
1	—	4	506	0,53	—
3	—	2	248	0,73	30,6
4	—	1	186	0,76	—
—	1	—	375	0,75	—
—	3	—	140	0,83	29,7
—	4	—	140	0,84	29,5
—	5	—	145	0,81	—
—	1	4	390	0,56	—
—	3	2	150	0,80	29,6
—	4	1	147	0,84	—

Возможность повышения антиадгезионного действия и сокращения дозировок алкилсульфатов путем их частичной замены на ЛСТ определяла целесообразность разработки практических рецептур антиадгезивов, включающих, помимо указанных компонентов, пеногасящие и модифицирующие добавки. Использование этих антиадгезивов в массовом производстве шин, начатое в 1987 г., обеспечивает стабильную работу оборудования, создание значительных технологических запасов гранулированных и листованных резиновых смесей, отсутствие отрицательного влияния на качество готовой продукции, экономию дефицитного поверхностно-активного продукта.

Интересные данные получены в исследовании действия твердых ЛСТ в составе эластомерных композиций. Результаты комплекса испы-

таний позволяют установить, что добавки ЛСТ не изменяют пластоэластические характеристики резиновых смесей и такие свойства резин как прочность, эластичность, твердость, сопротивление раздиру, стойкость к тепловому старению, но улучшают два различных по физическому смыслу показателя — стойкость смесей к преждевременной вулканизации и выносливость вулканизатов при многократных динамических деформациях.

Из табл. 2 следует, что способность ЛСТ к замедлению преждевременной вулканизации проявляется, начиная с дозировки 1 часть на 100 частей каучука; применение ЛСТ в количестве 3 части и выше нецелесообразно в связи с уменьшением скорости вулканизации, сказывающимся в возрастании оптимальной продолжительности этого процесса. По эффективности ЛСТ не уступают такому известному ингибитору преждевременной вулканизации как фталевый ангидрид, но в отличие от этой высокоплавкой добавки, плохо распределяющейся в резиновых смесях [11], ЛСТ, обладающие относительно низкой температурой размягчения, без затруднений диспергируются в массе каучуков и не мигрируют на поверхность образцов в течение длительного времени. Факт замедления преждевременной вулканизации в присутствии ЛСТ согласуется с литературными сведениями [3] о применении с такой же целью их синтетических аналогов — солей алканбензолсульфокислот.

Таблица 2

Влияние ЛСТ на свойства резиновых смесей и резин, приготовленных по рецептурам № 1 (числитель) и № 2 (знаменатель)

Показатели	Без добавки	С добавками				фталевого* ангидрида
		ЛСТ, части на 100 частей каучука				
		0,5	1,0	2,0	3,0	
Время до начала подвулканизации при 120 °С, мин	82	81	91	92	90	92
	11	12	15	15	16	14
Время достижения оптимума вулканизации при 143 °С, мин	70	70	70	70	80	70
	50	50	50	50	60	50
Усталостная выносливость при многократном растяжении, тыс. циклов	184,2	204,5	225,0	225,0	225,0	181,1
	32,8	36,4	48,7	61,2	70,4	38,3

* Дозировка фталевых ангидрида (0,5 части на 100 частей) соответствует производственным рецептурам резиновых смесей и ограничена его плохим распределением в массе каучуков.

Существенное повышение динамической выносливости образцов с добавками ЛСТ имеет, по-видимому, те же причины, что и аналогичный эффект, наблюдавшийся для резин с гранулированным наполнителем, при получении которого связующим были ЛСТ [5]. Вследствие проявления поверхностной активности ЛСТ, во-первых, повышается степень межфазного взаимодействия в наполненной эластомерной системе за счет лучшего диспергирования наполнителя и других ингредиентов в полимерной матрице, во-вторых, облегчается и ускоряется ориентация макромолекул в направлении действия нагрузки и соответственно снижается скорость механохимической деструкции напряженных связей.

Таким образом, ЛСТ можно использовать при переработке эластомеров как компонент, повышающий эффективность и экономичность антиадгезионных составов, и как бифункциональный ингредиент резиновых смесей, улучшающий их технологичность и обеспечивающий воз-

растание динамических свойств вулканизаторов. Широкое внедрение полученных результатов в производственную практику способствовало бы совершенствованию технологии резиновой промышленности, достижению высокой работоспособности изделий, эксплуатирующихся в условиях многократных деформаций, сокращению расхода синтетического сырья, а также более полному вовлечению ЛСТ в народнохозяйственный оборот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение.— Л.: Химия, 1975.— 248 с. [2]. Антиадгезивы на основе поверхностно-активных веществ / И. А. Осошник, Е. Е. Крутских, М. Ф. Чурилов и др. // Каучук и резина.— 1989.— Вып. 9.— С. 35—44. [3]. Блох Г. А. Органические ускорители вулканизации каучуков.— Л.: Химия, 1972.— 560 с. [4]. Борзенкова А. Я., Дашевская Р. И., Третьяникова Г. К. Использование отходов целлюлозно-бумажной промышленности для антиадгезионной обработки резиновых смесей // Каучук и резина.— 1989.— Вып. 2.— С. 29—30. [5]. Влияние добавок при грануляции технического углерода на свойства наполненных резин / С. В. Орехов, Л. А. Ризаева, В. М. Гончаров и др. // Каучук и резина.— 1983.— Вып. 10.— С. 19—22. [6]. Гришин Б. С., Ельшевская Е. А., Писаренко Т. И. Применение поверхностно-активных веществ для улучшения перерабатываемости резиновых смесей.— М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987.— 55 с. [7]. Исследование эффективности анионных ПАВ при предохранении резиновых смесей от слипания / А. Я. Борзенкова, Е. И. Щербина, Р. И. Дашевская и др. // Каучук и резина.— 1988.— Вып. 5.— С. 28—29. [8]. Некоторые аспекты антиадгезионного действия водных растворов ПАВ «Прогресс» / А. Я. Борзенкова, Р. И. Дашевская, Г. К. Третьяникова и др. // Каучук и резина.— 1986.— Вып. 8.— С. 26—29. [9]. Новое направление использования лигносульфонатов и сульфатного мыла / Р. И. Дашевская, А. Я. Борзенкова, Г. К. Третьяникова и др. // Пути повышения эффективности целлюлозно-бумажной промышленности: Сб. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.— Коряжма, 1988.— С. 94—98. [10]. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества. Справочник / Под ред. А. А. Абрамзона и Е. Д. Щукина.— Л.: Химия, 1984.— 392 с. [11]. Федюкин Д. П., Махлис Ф. А. Технические и технологические свойства резин.— М.: Химия, 1982.— 240 с.

Поступила 14 августа 1990 г.

УДК 630*864.66.081

ОБ АДСОРБЦИОННОЙ СУШКЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В БАРАБАННОЙ СУШИЛКЕ

В. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Настоящая работа является продолжением исследований сушки гидролизного лигнина сорбирующими телами [1].

Эксперименты проводили в аппарате барабанного типа, подачу материала (в среднем начальная относительная влажность составляла 63,2 %) и зерен поглотителя (силикагель марки КСМГ ГОСТ 3956—76) осуществляли через секторный и ленточный питатели. Барабан оснащался подъемно-лопастной насадкой. Высота каждой из 4-х лопастей равна 0,1 диаметра аппарата.

Опыты* осуществляли по плану ПФЭ-2³ [2]. В качестве независимых переменных использовали средний диаметр гранул силикагеля X_1 (диапазон изменения 3...5 мм), массовый расход влажного лигнина X_2 ($1,1 \cdot 10^{-3}$... $2,2 \cdot 10^{-3}$ кг/с) и диаметр сушильного барабана X_3 (100...150 мм). Выходными факторами были выбраны Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 — влажности гидролизного лигнина в сечении l/l_6 , равном соответственно 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (l — расстояние от входа в барабан до точки отбора пробы, мм; l_6 — длина барабана, мм; Y_4 — конечная влажность

* В работе участвовала Т. И. Чеканова.

материала); Y_5 — производительность барабана по испаренной влаге, кг/ч; Y_6 — напряжение барабана по влаге, кг/(м³ · ч); Y_7 — продолжительность пребывания материала в барабане, с.

Значения факторов Y_5 и Y_6 в опытах определялись расчетным путем.

Условия проведения опытов и полученные результаты сорбционной сушки гидролизного лигнина представлены в табл. 1. Здесь для обозначения мест расположения точек отбора проб использовано отношение l/d (d — внутренний диаметр барабана, мм).

Таблица 1

Но- мер опыта	Ди- метр бара- бана, мм	Расход, 10 ³ кг/с		Сред- ний ди- метр гра- ду, мм	Влажность лигнина, % по длине барабана при l/d							Продолжи- тельность пребывания лигнина в барабане, с		
		лиг- ни- на	сли- ка геля		0	2	3	4	6	8	9		12	
1	150	2,2	6,6	5	62,1	44,2	—	40,1	32,7	33,3	—	—	—	202
2				3	63,8	37,7	—	11,0	6,6	16,3	—	—	—	143
3		1,1	3,3	5	63,7	48,2	—	47,7	43,0	35,5	—	—	—	126
4				3	62,5	31,4	—	30,7	16,3	9,4	—	—	—	91
5	100	2,2	6,6	5	63,7	—	56,3	—	30,8	—	30,5	13,3	—	410
6				3	63,7	—	35,3	—	19,0	—	18,9	8,6	—	266
7		1,1	3,3	5	62,7	—	38,1	—	33,6	—	24,4	17,9	—	252
8	150	2,2	6,6	3	64,3	—	19,7	—	15,9	—	14,8	5,3	—	211
9				5	62,7	50,4	—	48,3	40,5	33,7	—	—	—	248
10				3	63,7	41,9	—	13,1	10,0	10,5	—	—	—	157
11		1,1	3,3	5	62,1	57,2	—	38,4	44,8	44,9	—	—	—	154
12				3	62,5	39,8	—	16,9	8,7	8,8	—	—	—	179
13	100	2,2	6,6	5	63,7	—	50,6	—	37,8	—	28,5	23,0	—	444
14				3	62,7	—	36,4	—	14,1	—	7,7	9,9	—	300
15		1,1	3,3	5	62,5	—	46,8	—	26,0	—	28,6	10,3	—	270
16				3	63,8	—	12,4	—	9,2	—	6,5	8,5	—	269

Матрица планирования экспериментов и ее реализации сведены в табл. 2.

Путем обработки опытных данных получены следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 40,4 + 8,6X_1 + 3,4X_3 + 3,7X_2 - 4,0X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y_2 = 27,1 + 10,8X_1 + 3,7X_3; \quad (2)$$

Таблица 2

Но- мер опыта	X ₁		X ₂		X ₃		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
	код	мм	код	10 ³ кг/с	код	мм							
1	+	5	+	2,2	+	150	44,2 50,4	40,1 48,3	32,7 40,5	33,3 33,7	3,45 3,50	163 165	202 248
2	-	3	+	2,2	+	150	37,7 41,9	11,0 13,1	6,6 10,0	16,3 10,5	4,54 4,76	214 225	143 153
3	+	5	-	1,1	+	150	48,2 57,2	47,7 38,4	43,0 44,8	35,5 44,9	1,75 1,25	88 59	126 154
4	-	3	-	1,1	+	150	31,4 39,8	30,7 16,9	16,3 8,7	9,4 8,8	2,34 2,36	111 111	91 179
5	+	5	+	2,2	-	100	56,3 50,6	30,8 37,8	30,5 28,5	13,3 23,0	4,65 4,25	495 450	410 444
6	-	3	+	2,2	-	100	35,3 36,4	19,0 14,1	18,9 7,7	8,6 9,9	4,82 4,69	513 499	286 300
7	+	5	-	1,1	-	100	38,1 46,8	33,6 26,0	24,4 28,6	17,9 10,3	2,18 2,33	232 248	252 270
8	-	3	-	1,1	-	100	19,7 12,4	15,9 9,2	14,8 6,5	5,3 8,5	2,49 2,42	265 257	211 269

Примечание. В числителе приведены средние опытные данные, в знаменателе — расчетные.

$$Y_3 = 22,7 + 11,5X_1 + 3,5X_1X_3; \quad (3)$$

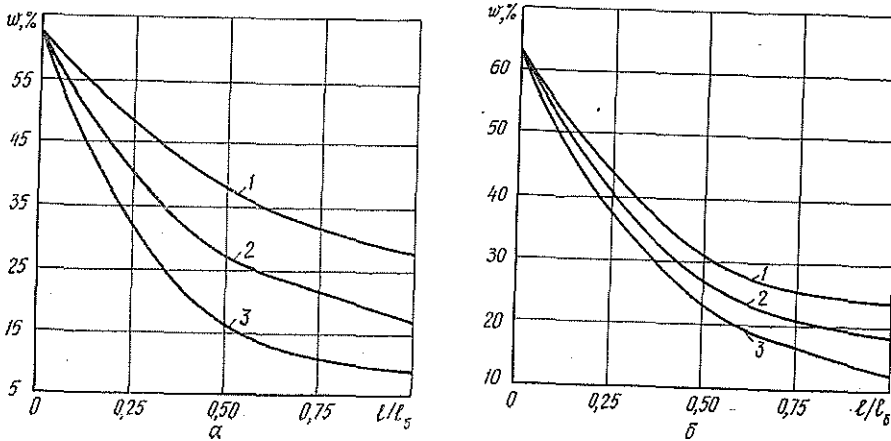
$$Y_4 = 18,1 + 8,4X_1 + 6,0X_3 + 4,4X_1X_3. \quad (4)$$

Как видно из уравнений, конечная влажность материала Y_4 является функцией двух переменных — размера гранул поглотителя и диаметра барабана — и не зависит от производительности сушилки. Наиболее действенный фактор — X_1 . При $X_3 = 0$ изменение X_1 от +1 до -1 позволяет снизить Y_4 от 26,5 до 9,7 %, т. е. в 2,73 раза. В опытах по плану Бокса-3 [1] наибольшее влияние на конечную влажность материала оказывало соотношение по массе «силикагель: лигнин»; наблюдаемый результат объяснялся тем, что с ростом расхода поглотителя увеличивалась поверхность контакта взаимодействующих сред. Это же обстоятельство приводит к повышению массопереноса и в данном случае. Если считать, что гранулы силикагеля имеют форму шара, то, при одном и том же массовом расходе, уменьшение диаметра от 5 до 3 мм приводит к возрастанию поверхности в 1,67 раза.

Влияние диаметра аппарата на Y_4 аналогично. При неизменной производительности сушилки по влажному материалу целесообразно ис-

пользовать барабан меньшего диаметра, так как в этих условиях слой массы, располагающийся в нижней полуокружности аппарата, более компактен, имеет большую высоту и плотность, т. е. возникают условия более тесного контакта фаз, способствующие росту скорости переноса влаги. Изменение внутреннего диаметра барабана X_3 от $+1$ до -1 (от 150 до 100 мм) сопровождается уменьшением Y_4 от 24,1 до 12,1 %. Согласно влиянию факторов X_1 , X_2 , X_3 на конечную влажность гидролизного лигнина, можно считать, что параметрами, лимитирующими скорость процесса в проведенных экспериментах, оказались условия контакта частиц влажного материала с силикагелем при постоянстве массового соотношения расходов контактирующих фаз, а не масса сорбируемой влаги. Очевидно, что определяющими являются суммарная величина поверхности зерен поглотителя и условия перемешивания среды.

Графически динамика влажности материала w по длине барабана представлена на рисунке. Зависимости, полученные по уравнениям



Изменение влажности гидролизного лигнина по длине барабана при различных значениях диаметра зерен поглотителя (a): 1—3; 2—4; 3—5 мм и диаметра барабана (b): 1—100; 2—125; 3—150 мм

(1)—(4) при X_2 и X_3 , равных нулю, имеют криволинейный характер (рис. a). Наиболее энергично снижается влажность материала в первой половине барабана, причем тангенс угла наклона кривых в этой области растет при снижении размера гранул сорбента. Во второй половине барабана кривые становятся практически параллельными и наклон их к оси абсцисс заметно уменьшается.

Путем расчета по уравнениям (1)—(4) построены зависимости $w = f(l/l_0)$ для различных значений диаметра барабана при равных нулю X_1 и X_2 (рис. b). Их характер аналогичен кривым на рис. a . Наглядно видно, что большее снижение влажности имеет место при уменьшении диаметра аппарата. Сравнение семейства кривых на рис. a и b показывает, что размер гранул влияет на массоперенос сильнее, чем X_3 .

Связь производительности по испаренной влаге и напряжения барабана по влаге с выбранными переменными выражается уравнениями

$$Y_5 = 3,2 - 0,3X_1 + 1,1X_2 - 0,2X_3 - 0,2X_1X_3; \quad (5)$$

$$Y_6 = 255,8 - 18,8X_1 + 85,0X_2 - 114,3X_3 - 34,5X_2X_3. \quad (6)$$

Таким образом, показатели интенсивности сушки зависят от всех переменных. Выходные параметры Y_5 и Y_6 возрастают с увеличением расхода влажного материала и снижаются при повышении как размера

зерен сорбента, так и диаметра барабана. Кроме того, они изменяются по длине сушильного тракта (табл. 3).

Приведенные в таблице данные четко отражают условия сушки гидролизного лигнина в барабане. В среднем по данным восьми опытов в первой четверти аппарата удаляется 64 %, а в первой его половине 89 % от общей массы удаляемой влаги. Соответственно изменяется по длине сушилки и напряжение по влаге. В первой четверти оно в 2,54 раза, а в первой половине в 1,77 раза выше среднего по барабану.

Таблица 3

Номер опыта	Производительность барабана по испаренной влаге, кг/ч			Напряжение барабана по влаге, кг/м ³ · ч		
	в первой четверти	в первой половине	средняя	в первой четверти	в первой половине	среднее
1	2,28	2,58	3,48	430	243	164
2	3,18	4,70	4,65	600	443	220
3	0,83	1,38	1,50	157	130	71
4	1,66	2,02	2,35	313	191	111
5	1,74	3,57	4,44	740	760	473
6	3,41	4,47	4,76	1451	951	506
7	1,39	1,86	2,26	591	396	240
8	2,16	2,35	2,46	919	500	261

Проследим влияние режимных факторов на результат обезвоживания. Максимальное различие показателей интенсивности сушки имеет место при сравнении их численных значений, относящихся к третьему и шестому опытам, которые проведены в противоположных условиях. Видно, что изменение условий обезвоживания сопровождается изменением производительности по испаренной влаге в первой четверти барабана от 3,41 до 0,83 кг/ч, т. е. в 4,1 раза, а в среднем по длине барабана от 4,76 до 1,5 кг/ч, т. е. в 3,2 раза. Напряжение по влаге в первой четверти барабана падает с 1451 до 157 кг/(м³ · ч), или в 9,2 раза, а в среднем по барабану с 506 до 71 кг/(м³ · ч), или в 7,1 раза. Анализ значений Y_5 и Y_6 еще раз подтверждает воздействие независимых переменных на характер и результаты обезвоживания гидролизного лигнина.

Наконец, установлена зависимость продолжительности пребывания материала в зоне сушки Y_7 от X_1 , X_2 и X_3 . Путем математической обработки результатов получено уравнение

$$Y_7 = 233,9 + 29,4X_1 + 39,9X_2 - 71,4X_3 + 22,9X_1X_2, \quad (7)$$

из которого видно, что Y_7 является функцией всех трех переменных, причем наиболее весомой оказалась X_3 . При X_1 и X_2 , равных нулю, увеличение диаметра барабана от 100 до 150 мм сопровождается сокращением длительности пребывания материала в сушилке от 305,3 до 162,5 с, т. е. почти вдвое. Действительно, при увеличении X_3 путь, проходимый материалом за один оборот барабана, возрастает, а значение Y_7 снижается.

Влияние X_1 и X_2 на Y_7 оказалось меньшим по величине и противоположным по знаку: увеличение диаметра гранул силикагеля и расхода лигнина привело к росту продолжительности пребывания материала в барабане. Связь Y_7 с X_1 объясняется тем, что при использовании гранул поглотителя большего диаметра глубина обезвоживания лигнина снижается, сыпучесть частиц уменьшается. При этом Y_7 растет.

Влияние X_2 на Y_7 проявляется в том, что с увеличением расхода влажного материала слой его в барабане растет и транспортирующая роль насадки снижается.

Данные табл. 1, а также уравнение (2) свидетельствуют, что большая часть испаряемой влаги извлекается из частиц гидролизованного лигнина в первой половине барабана.

Влажность материала в сечении $U/U_0 = 0,5$ в определенных диапазонах значений переменных составляет меньше 20 %, продолжительность пребывания в барабане — 150...250 с. Значит, реальная продолжительность сушки не превышает 75...125 с.

Суммируя изложенное выше, можно считать, что дополнительно к установленному ранее [1], показатели адсорбционной сушки лигнина зависят от размера гранул сорбента, расхода влажного материала и диаметра барабана. Следовательно, в результате проведенной работы расширен круг параметров управления процессом и еще раз подтверждена перспективность способа обезвоживания дисперсных материалов с сорбирующими телами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Левин Б. Д., Романченко П. Г. О сушке лигнина сорбирующими телами // Лесн. журн.,—1990.—№ 4.—С. 86—88.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве.—М.: Леспромиздат, 1973.—120 с.

Поступила 11 декабря 1990 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*67

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ЛЕСОВЫРАЩИВАНИИ

И. М. СИНЯКЕВИЧ

Львовский лесотехнический институт

С переходом в СССР к рыночной экономике сложились объективные предпосылки для коренных изменений экономических отношений в лесовыращивании. Бюджетно-сметная форма финансирования давно исчерпала себя. В нашей стране и в странах Восточной Европы идет поиск приемлемых методов решения этой проблемы.

В настоящее время на комплексных предприятиях Украинской ССР отрабатывается система экономических отношений на основе сметных цен на отдельные виды лесохозяйственных работ или фазы лесовыращивания. По экономической сущности это затратная концепция, которая не согласуется с основными принципами рыночной экономики.

Модели экономических отношений, базирующиеся на сметных ценах на лесохозяйственные работы, направлены на стимулирование наращивания их объемов, т. е. увеличение материальных и трудовых затрат на лесовыращивание. При этом не принимается во внимание состояние использования основных объектов природы (лесные насаждения, лесные и нелесные земли, водные бассейны и др.). Эти модели не ориентируют лесные предприятия на выращивание высокопродуктивных насаждений с минимальными затратами живого и овеществленного труда, следовательно, не являются перспективными.

Перечисленные недостатки в меньшей мере присущи моделям экономических отношений, в основу которых положены сметные цены на сомкнутые лесные культуры и другие фазы и объекты лесовыращивания, но и эти модели не ориентируют производственно-хозяйственную деятельность на улучшение использования лесных земель и сельскохозяйственных угодий. Поскольку для создания сомкнутых высококачественных лесных культур из наиболее ценных древесных пород требуется длительный период времени (около 10 лет), то стимулирующее воздействие экономических рычагов существенно ослабляется. Экономическая заинтересованность в ускоренном переводе лесных культур в покрытую лесом площадь может привести к вводу низкопродуктивных древесных пород, что повлечет за собой нежелательные экологические изменения.

Рассмотренные модели бесперспективны, поскольку не содействуют существенному улучшению лесопользования и экономному использованию средств на воспроизводство лесов, особенно в тех районах, где преобладают леса I и II групп (с высокой интенсивностью лесопользования). Эти подходы не связаны с мерами по совершенствованию экономических отношений в области природопользования в целом.

Лесные ресурсы — неотъемлемая часть природных ресурсов, важный стабилизирующий фактор окружающей среды. Следовательно, механизм лесопользования должен предусматривать меры по совершенствованию экономических отношений в области природопользования в целом [1—3]. Стимулирующие функции экономических категорий необходимо направлять на сохранение и приумножение природного потенциала, а в лесном хозяйстве на защиту, охрану и повышение продук-

тивности лесов, лесных земель и водных бассейнов. Система экономического стимулирования предполагает не увеличение объемов лесохозяйственного производства, а улучшение лесопользования, повышение качественных характеристик лесных ресурсов и других объектов природы на территории лесного фонда.

В условиях рыночной экономики отношения в лесовыращивании следует совершенствовать на основе платности лесных ресурсов. Плата за них, штрафы за лесонарушения и загрязнение территории лесного фонда становятся основными источниками средств для производственно-хозяйственной деятельности, направленной на повышение продуктивности лесов и улучшение состояния других объектов природы.

Средства на лесовыращивание, техническое и социальное развитие предприятий лесного хозяйства предлагается аккумулировать за счет следующих источников: попенной платы за древесину, живицу и другие растительные ресурсы; выручки от реализации лесоматериалов, заготовленных в порядке рубок ухода; дотаций на лесовыращивание из местных, республиканских и общесоюзного государственного фондов охраны природы (выделяются предприятиям лесного хозяйства в целях компенсации упущенных выгод в связи с установлением особого режима лесопользования в лесах I и приравненной к ним II группы [1]); доходов от лесовосстановительных работ на землях колхозов, совхозов и других организаций; средств (в том числе штрафов), взыскиваемых с нарушителей лесного законодательства; средств от реализации лицензий на отстрел диких животных; средств, образующихся в результате передачи в аренду объектов природы (лесных и нелесных земель, водных бассейнов и др.), выпаса скота и размещения пасек на территории лесного фонда; временных дотаций из местных, республиканских и общесоюзного фондов охраны природы в случаях загрязнения лесов и земель лесного фонда предприятиями и организациями; временных дотаций из государственного бюджета предприятиям лесного хозяйства, в которых доля спелых и перестойных древостоев меньше, чем в нормальном лесном фонде; валового дохода от промышленной и другой деятельности. Перечисленные средства, в пределах планового норматива, должны направляться на лесовыращивание и поддержание природных объектов на территории лесного фонда в состоянии, соответствующем требованиям ГОСТ; использовать для формирования фондов оплаты труда, социального развития, развития производства, науки и техники.

Необходимо ввести государственные стандарты на состояние объектов природы, определяющие предельно допустимые количественные и качественные изменения их параметров. К этим параметрам относятся: минимально допустимое число деревьев основных лесобразующих пород на 1 га и их размещение в несомкнувшихся лесных культурах; перечень и минимально необходимая доля основных лесобразующих пород в культурах и естественных насаждениях; предельные сроки перевода лесных культур и естественного возобновления в покрытую лесом площадь; минимально допустимая полнота насаждений; возраст рубок спелых насаждений; состояние лесосек после рубок; предельно допустимые уровни повреждения насаждений и почв энтомо- и фитовредителями, лесной фауной; предельно допустимые уровни загрязнения лесных почв, водных бассейнов и источников; основные требования к обустройству территории лесного фонда.

За отклонение параметров от требований государственных стандартов следует применять экономические санкции (штрафы). Они определяются наличием лесных земель, не покрытых лесом (вырубки, гари, несомкнувшиеся культуры и др.); лесных насаждений, подлежащих реконструкции или требующих срочных мер ухода, поскольку основные лесобразующие породы вытесняются (угнетаются) второстепенными;

перестойных насаждений в составе лесов I и II групп; территорий лесного фонда, не обустроенных в соответствии с требованиями стандартов; уничтоженных почв и загрязненных водных источников, что вызвано деструктивной производственно-хозяйственной деятельностью предприятия лесного хозяйства. Средства, взимаемые с них за нарушение требований, следует направлять в местные фонды охраны природы.

Изложенные условия поступления средств на лесовыращивание и применения экономических санкций за неудовлетворительное состояние объектов природы в основном определяют порядок формирования валового дохода предприятий лесного хозяйства.

Предлагаемую систему экономических отношений в области лесовыращивания следует рассматривать в тесной взаимосвязи с мерами, направленными на совершенствование лесоустроительных работ, организацию действенного мониторинга за окружающей средой и коренную перестройку организационной структуры управления предприятиями лесного хозяйства. Основным звеном в системе управления следует признать лесничества, которые должны стать самостоятельными производственно-хозяйственными единицами. Вопросы иерархии органов управления и делегирования функций и прав вышестоящим органам необходимо рассматривать на съездах ассоциации лесничих. Действующие отделы лесного хозяйства при специализированных и комплексных лесохозяйственных предприятиях следует трансформировать в органы, обеспечивающие непрерывную таксацию лесного фонда, контроль за лесопользованием и платные консультации и услуги лесничествам.

Реализацию изложенной концепции следует начинать с инвентаризации лесов и выдачи государственных заказов на выполнение комплекса работ по приведению расстроенных лесов к состоянию, обусловленному требованиями стандартов. При этом необходимо утвердить порядок формирования средств на лесовыращивание и сроки выполнения государственных заказов. Лесные насаждения и другие объекты природы, подлежащие коренному улучшению, на период выполнения государственного заказа надо исключить из числа тех, неудовлетворительное состояние которых влечет применение экономических санкций.

Документы, регулирующие экономические отношения в области лесовыращивания, следует разрабатывать дифференцированно для отдельных районов страны, учитывать фазы лесопользования (пассивная, активная, интенсивная) и тесную взаимосвязь с мерами по совершенствованию планирования и экономического стимулирования комплексного использования лесных ресурсов в целом [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Временное типовое положение об образовании и использовании фондов охраны природы / Госкомприрода СССР, Госплан СССР, Минфин СССР.— М., 1989.— 8 с. [2]. Временные методические рекомендации по определению платежей за загрязнение природной среды / Госкомприрода СССР.— М., 1989.— 11 с. [3]. Порядок определения и применения нормативов платы за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в природную среду / Госкомприрода СССР, Госплан СССР, Госкомцен СССР, Минфин СССР.— М., 1989.— 3 с. [4]. Сиякевич И. М. Стимулирование экологичности лесопользования / Львов. лесотехн. ин-т.— Львов, 1986.— 357 с.— Деп. в ВНИПИЭИлеспротом 10.10.86, № 1835 — лб.

Поступила 5 декабря 1990 г.

От редакции. В последнее время на всех уровнях — союзном, республиканском, местном — активно обсуждаются вопросы разгосударствления, приватизации, создания акционерных обществ и др.

Редакция приглашает ученых и специалистов высказать на страницах «Лесного журнала» свою точку зрения о путях совершенствования экономических отношений в лесном комплексе.

УДК 630*786

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПОСТАВОК ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И ЗАКРЕПЛЕНИИ ЧАСТИ РЕСУРСОВ ЗА ОПРЕДЕЛЕННЫМ ПОТРЕБИТЕЛЕМ

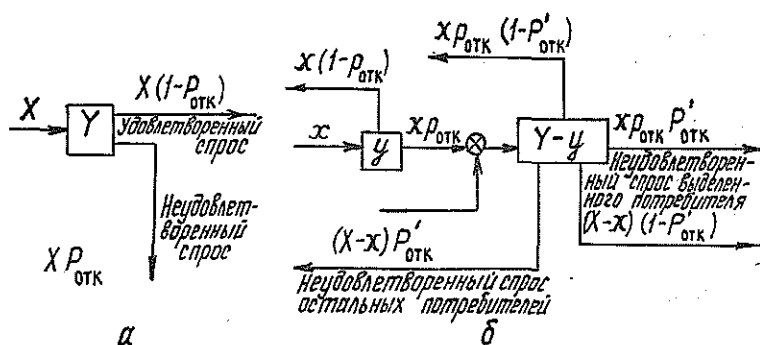
Г. Е. ДАВЫДОВ

Московский лесотехнический институт

Закрепление ресурсов за определенным потребителем является мерой, направленной на упорядочение лесоснабжения и повышение его надежности. Оно осуществляется в различных формах: перехода на прямые длительные хозяйственные связи (например на крупных предприятиях ЦБП) или создания лесопромышленных комплексов (например на базе Братского ЛПК).

В ближайшее время специализация поставщиков сырья и закрепление их за отдельными потребителями может получить дополнительный импульс при создании новых рыночных структур управления лесным комплексом (концерны, корпорации и др.). Совокупность всех факторов, формирующих эффективность такой специализации, весьма широка и поэтому не является объектом рассмотрения в данной статье. Здесь ставится достаточно узкий вопрос о надежности сырьевого обеспечения предприятия, за которым закрепляют ресурсы, и о надежности лесоснабжения остальных потребителей.

Сущность закрепления ресурсов состоит в переходе от снабжения на общих основаниях к комбинированной схеме, при которой часть потребности выделенного потребителя удовлетворяется из закрепленных за ним ресурсов. При этом, естественно, доступ выделенного потребителя к ресурсам облегчается, а остальных потребителей — затрудняется (см. рисунок).



Схемы снабжения предприятия до (а) и после (б) закрепления поставщиков

На рисунке приняты следующие обозначения:

X, Y — общий размер соответственно негарантированной части спроса (потребности) и предложения (ресурсов) взаимозаменяемой древесины, м³;

- x, y — негарантированная часть спроса (потребности) выделенного потребителя и предложение (ресурсы) взаимозаменяемой древесины закрепляемых предприятий, м³;
- $P_{отк}$ — вероятность срыва поставки негарантированной части фондов (в дальнейшем называемой переменным потоком) в системе лесоснабжения до выделения закрепляемой зоны;
- $P'_{отк}$ — вероятность срыва поставки переменного потока для всех потребителей, включая выделенного, после закрепления за ним ряда лесозаготовительных предприятий;
- $P_{отк}$ — то же для выделенного потребителя из закрепляемых ресурсов.

Из приведенных схем видно, что вероятность отказа в предъявлении ресурсов до закрепления для выделенного потребителя (как и для остальных) составляла $P_{отк}$, после закрепления $P'_{отк} P_{отк}$.

Спрос и предложение ресурсов в обоих случаях взаимодействуют в динамике ежесуточно, ежемесячно и т. д. Однако фактор надежности поставок можно установить только по окончании срока договора (квартала, года). В ходе реализации конкретного договора могут возникать отклонения от договорной дисциплины снабжения (партий, интервалов поставки). Однако в большинстве своем это явления неравномерности снабжения, которые взаимно компенсируют друг друга.

При анализе временных характеристик взаимодействия спроса и предложения необходимо рассматривать их параметры в увязке с договорным периодом, который применительно к древесному сырью составляет обычно квартал или год. Следовательно, интенсивность потока заявок (спроса) на древесину и предъявления ее ресурсов (предложения) измеряется в кубометрах за квартал (год).

Сходство с техническими системами обслуживания чисто условное. Так, в системах телефонной связи интенсивность потоков событий, измеряемая в секундах в минус первой степени, дает возможность обобщать параметры успешной работы именно в этих микроинтервалах. В системах снабжения должна быть обеспечена надежность поставок в достаточно длительных (договорных) интервалах.

По нашему мнению, разумной границей оправданного применения аналогий с системами массового обслуживания является переход от рассмотрения «договорного взаимодействия» сторон (в котором, собственно, и проявляется фактор надежности) к изучению физического процесса поставок и перевозок, взятого со всеми его техническими подробностями в соответствующих временных интервалах погрузки, перевозки, выгрузки, хранения и т. п. Применительно к закономерностям договорного взаимодействия допустимо рассматривать сбалансированные между собой ресурсы (предложения) и потребности (спрос) как интенсивности своеобразных потоков обслуживания и заявок. Применительно к закономерностям эксплуатации нижнесплошного и лесобиржевого оборудования, вагонного парка и т. п. такая аналогия недопустима: необходимо выявлять микроинтенсивности производства, отгрузки, перевозки, выгрузки и хранения древесины.

Для анализа потоков спроса и предложения ограничимся наиболее очевидными их характеристиками. Так, можно констатировать, что интенсивности обоих потоков являются случайными величинами, распределенными по пуассоновскому или близкому к нему закону: чем короче договорной период, тем выше вероятность обращения за сырьем, и наоборот. А чем меньше договорной объем поставки, тем больше таких заявок.

С известными оговорками потоки спроса и предложения отвечают свойствам «простейшего» потока. Последствие отсутствует, так как

год на год не приходится (тем более квартал на квартал). Ординарность видится в том, что потоки заявок на ресурсы (заявок на выполнение договоров) и потоки предъявления ресурсов (выполнения договоров) рассредоточиваются во времени в процессе развернутого месячного и декадного планирования перевозок.

Стационарность потоков — заведомая, но в то же время привычная условность. В практике договорной работы постоянно оперируют понятиями среднесуточной (среднемесячной, декадной и т. п.) отгрузки, как чем-то реальным, хотя эти показатели сильно варьируют. Тем больше оснований применять среднеквартальные, среднегодовые и другие «большеразмерные» измерители.

Таким образом, если в системе лесоснабжения сделать ряд упрощений (принять, что потоки X и Y , x и y — простейшие и что Y и y представляют собой единые интегрированные системы массового обслуживания, а X и x — интегрированные потоки заявок), то величины $P_{\text{отк}}$, $P'_{\text{отк}}$ и $p_{\text{отк}}$ можно выразить через X , Y , x и y по формулам вероятности отказа в одноканальной системе массового обслуживания с отказами:

$$P_{\text{отк}} = \frac{X}{X + Y}; \quad (1)$$

$$p_{\text{отк}} = \frac{x}{x + y}; \quad (2)$$

$$P'_{\text{отк}} = \frac{X - \frac{xy}{x + y}}{X - \frac{xy}{x + y} + Y - y}. \quad (3)$$

Тогда изменение вероятности отказа для рассматриваемого потребителя

$$\Delta P = P_{\text{отк}} - p_{\text{отк}} P'_{\text{отк}} = \frac{X}{X + Y} - \frac{\left(X - \frac{xy}{x + y}\right) \left(\frac{x}{x + y}\right)}{X - \frac{xy}{x + y} - Y - y}. \quad (4)$$

В данном случае имеет место снижение вероятности отказа, т. е. $\Delta P > 0$. Это означает, что

$$\frac{X}{X + Y} - \frac{x}{x + y} \frac{X - \frac{xy}{x + y}}{X - \frac{xy}{x + y} + Y - y} > 0. \quad (5)$$

Пробразовав левую часть неравенства, получаем

$$X(X + Y) + Y \frac{x^2}{x + y} - X(x + y) - X \frac{xy}{x + y} > 0.$$

Далее находим

$$\frac{1}{x + y} [X(x + y)(X + Y) + Yx^2] - \frac{X}{x + y} [(x + y)^2 + xy] > 0;$$

$$[X(x + y)(X + Y) + Yx^2] - X[(x + y)^2 + xy] > 0,$$

откуда

$$[Y - (x + y)] + \left(X + \frac{Y}{X} \frac{x^2}{x + y} - \frac{xy}{x + y}\right) > 0.$$

Величина $Y - (x + y)$ в левой части неравенства положительна, так как вся сумма ресурсов Y существенно больше не только закрепляемой части y , но и всей потребности любого предприятия. Прибавление величины x не меняет положения, так как разность $Y - y$, которая представляет собой ресурсы для прочих потребителей, заведомо больше переменного потока какого-то одного из них. Поскольку $Y - (x + y) > 0$, другое слагаемое в определенных пределах может быть и отрицательной величиной. Однако в данном случае можно доказать более сильное неравенство

$$X + \frac{Y}{X} \frac{x^2}{x+y} - \frac{xy}{x+y} > 0.$$

Выполним следующие преобразования:

$$X + \frac{x}{x+y} \left(\frac{Y}{X} x - y \right) > 0;$$

$$X \frac{x+y}{x} + \left(\frac{Y}{X} x - y \right) > 0;$$

$$X + y \frac{X}{x} + \frac{Y}{X} x - y > 0.$$

Здесь

$$X + \frac{Y}{X} x > 0.$$

Поэтому $y \frac{X}{x} - y > 0$ или

$$\frac{X}{x} - 1 > 0. \quad (6)$$

Так как x по определению является частью X ($x < X$), то неравенства (6) и (5) можно считать доказанными.

Размер достигаемого резервирования поставок V_r находим по формуле

$$V_r = \Delta P x. \quad (7)$$

Для остальных потребителей изменение вероятности отказа

$$\Delta P' = P'_{\text{отк}} - P_{\text{отк}} = \frac{X - \frac{xy}{x+y}}{X - \frac{xy}{x+y} + Y - y} - \frac{X}{X+Y}. \quad (8)$$

Направленность этого изменения зависит от соотношения величин Y, y, X, x . Покажем, при каком условии $\Delta P < 0$, т. е. при каком сочетании Y, y, X, x надежность поставки древесины прочим потребителям повышается:

$$\frac{X - \frac{xy}{x+y}}{X - \frac{xy}{x+y} + Y - y} - \frac{X}{X+Y} < 0. \quad (9)$$

Преобразуем левую часть неравенства:

$$X(X+Y) - X \frac{xy}{x+y} - Y \frac{xy}{x+y} - X(X+Y) + X \frac{xy}{x+y} + Xy < 0;$$

$$Xy - Y \frac{xy}{x+y} < 0,$$

откуда

$$\frac{X}{Y} < \frac{x}{x+y}. \quad (10)$$

Таким образом, если переменный поток в целом составляет меньшую часть от общих ресурсов, чем переменный поток выделенного потребителя от суммы закрепленных за ним ресурсов и самого потока, то прочие потребители выигрывают от того, что от них отделили такого потребителя. Если же отношение переменного потока выделенного потребителя к закрепляемым ресурсам в сумме с этим потоком меньше доли общего переменного потока от общих ресурсов, т. е.

$$\frac{X}{Y} > \frac{x}{x+y}, \quad (11)$$

то прочие потребители проигрывают. В этом случае из общих ресурсов отводится для закрепления относительно большая доля, чем объем недопоставки выделенного потребителя в общей ее сумме. Из сказанного можно сделать вывод, что если выполняется условие (10), то затраты на повышение надежности поставок древесины выделенному потребителю путем закрепления лесосырьевых ресурсов равны нулю. С другой стороны, при выполнении условия (11) снабжение прочих потребителей ухудшается. Естественно, что без специального анализа нельзя утверждать допустимость снижения надежности обеспечения этих потребителей. Поэтому в общем случае для поддержания сложившейся надежности поставок необходимо увеличить ресурсы древесины в местах, приближенных к этим потребителям.

Указанное снижение надежности определяется возрастанием вероятности отказа $\Delta P' > 0$, рассчитываемой согласно формуле (9). Размер необходимой компенсации V_k находят как произведение соответствующего переменного потока (для остальных потребителей) на $\Delta P'$:

$$V_k = V^* \Delta P',$$

где V^* — размер переменного потока для прочих потребителей, $V^* = X - x$.

Таким образом, затраты на резервное предъявление древесины путем закрепления поставщиков являются затратами на компенсацию снижения надежности поставок потребителям, ранее пользовавшимся закрепленными ресурсами (если такое снижение имеет место).

Поступила 27 марта 1991 г.

УДК 658.155.003.13

О МЕТОДИКЕ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ

А. В. ПЛАСТИНИН, Г. Г. СУХАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

В ходе радикальной экономической реформы критерием оценки деятельности предприятий должна стать не степень выполнения и перевыполнения плановых заданий, устанавливаемых часто субъективно, а уровень экономической эффективности производства, например при подведении итогов работы за год. Методы оценки уровня и динамики эффективности, особенно обобщающей оценки, экономической наукой разработаны слабо.

На практике эту задачу приходится решать на основе частных показателей эффективности, что бывает не просто. В статье использованы показатели производственных объединений Архангельсклеспрома за 1984 г. в связи с тем, что в то время применялся показатель нормативной чистой продукции. В табл. 1 показана типичная для подобных задач ситуация. Как видим, по уровню производительности труда первое место занимает ПО Архангельсклес, по фондоотдаче и нормативной чистой продукции на 1 р. текущих затрат — Котласлес, по затратам на 1 р. товарной продукции — Плесецклес. Как же расставить анализируемые предприятия по критерию «эффективности производства»?

Таблица 1
Частные показатели эффективности производства (данные 1984 г.)

Объединение	Производительность труда по товарной продукции П		Затраты на 1 р. товарной продукции З		Фондоотдача по товарной продукции Ф		Нормативная чистая продукция на 1 р. затрат Ч	
	р.	Место	к.	Место	к.	Место	к.	Место
Котласлес	7699	5	98,70	3	91,6	1	49,60	1
Вельсклес	8257	2	96,12	2	87,2	3	48,40	2
Плесецклес	8227	3	94,51	1	90,3	2	47,40	3
Архангельсклес	8529	1	103,98	4	60,5	5	42,91	5
Карпогорлес	7991	4	105,87	5	67,8	4	42,94	4

На наш взгляд, одним из продуктивных методов решения таких задач может быть построение комплексного показателя экономической эффективности производства (КПЭ) на основе методов многомерного анализа, экспертных оценок и расстановки приоритетов.

Рассмотрим совокупность этих методов применительно к решению поставленной нами задачи. Основной идеей многомерного анализа является представление частных показателей в виде не абсолютных, а нормализованных величин. За единицу принимают показатель, имеющий максимальное значение, а остальные рассчитывают в долях от него. Имеется мнение [3], что нормализованные значения разных частных показателей H_i можно суммировать. При этом мы как бы признаем, что все частные показатели одинаково адекватно отражают эффективность производства, что, конечно, не соответствует реалиям экономики. С этих позиций формулу комплексного показателя эффективности для нашего случая нужно представить в виде

$$КПЭ = P_n H_n + P_z H_z + P_\phi H_\phi + P_\chi H_\chi, \quad (1)$$

где P_n, P_z, P_ϕ, P_χ — коэффициенты значимости соответственно производительности труда, затрат на 1 р. товарной продукции, фондоотдачи и нормативной чистой продукции на 1 р. затрат;

H_n, H_z, H_ϕ, H_χ — нормализованные значения частных показателей эффективности.

Коэффициенты значимости можно рассчитать по экспертным оценкам. В нашем случае группа экспертов включала 9 человек, в том числе 6 кандидатов экономических наук. Экспертизу проводили методом парных сравнений. Эксперт, сравнивая попарно частные показатели эффективности, оценивал их с точки зрения способности (силы) отражать эффективность производства. Здесь возможны три случая:

1) эксперт, сравнивая показатели x_i и x_j , ставит знак $>$, если считает, что x_i лучше и полнее отражает эффективность производства ($x_i > x_j$);

2) выражение $x_i < x_j$ соответствует обратному суждению, т. е. лучше показатель x_j ;

3) выражение $x_i = x_j$ означает, что эксперт не видит существенного различия в силе оцениваемых показателей.

На основе данных последней графы матрицы парных сравнений (табл. 2) строят так называемую матрицу смежности (табл. 3). Ее элементами являются условные баллы (от 0,5 до 1,5): при $x_i > x_j$ в матрицу вносится балл 1,5; при $x_i = x_j$ — балл 1; при $x_i < x_j$ — балл 0,5 [1, 2].

Таблица 2

Нетранзитивная матрица парных сравнений

Пары сравниваемых показателей	Эксперты									Принято к расчетам
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
П и З	>	>	=	=	<	>	<	>	>	>
П и Ф	>>	<<	>>	<<	<<	>>	<<	>>	<<	>>
П и Ч	>	>	>>	>	>>	>>	>	>	>	>>
З и Ф	>	<	>>	<<	<<	<<	>>	=	=	>>
З и Ч	=	=	>>	>	>>	>>	>	=	>	>>
Ф и Ч	<	>	>	>	>	>	>	>	=	>

Таблица 3

Матрица смежности для расчета коэффициентов значимости

Показатель	Условные баллы				Сумма баллов	Абсолютный приоритет	Коэффициент значимости
	П	З	Ф	Ч			
П	1,0	1,5	1,5	1,5	5,5	21,25	0,370
З	0,5	1,0	0,5	1,5	3,5	12,25	0,213
Ф	0,5	1,5	1,0	1,5	4,5	16,25	0,283
Ч	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5	7,75	0,134
Итого	—	—	—	—	—	57,5	1,000

Сложением по строкам в табл. 3 подсчитывают сумму баллов. Для расчета абсолютного приоритета значимости P^a каждый элемент строки умножают на вектор-столбец суммы баллов. В нашем случае

$$P_p^a = 1,0 \cdot 5,5 + 1,5 \cdot 3,5 + 1,5 \cdot 4,5 + 1,5 \cdot 2,5 = 21,25;$$

$$P_z^a = 0,5 \cdot 5,5 + 1,0 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 4,5 + 1,5 \cdot 2,5 = 12,25;$$

$$P_f^a = 0,5 \cdot 5,5 + 1,5 \cdot 3,5 + 1,0 \cdot 4,5 + 1,5 \cdot 2,5 = 16,25;$$

$$P_c^a = 0,5 \cdot 5,5 + 0,5 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 4,5 + 1,0 \cdot 2,5 = 7,75.$$

Коэффициенты значимости рассчитывают, принимая сумму абсолютных приоритетов за единицу:

$$P_p = \frac{21,25}{57,5} = 0,370; \quad P_z = \frac{12,25}{57,5} = 0,213;$$

$$P_f = \frac{16,25}{57,5} = 0,283; \quad P_c = \frac{7,75}{57,5} = 0,134.$$

В целях лучшего восприятия значения коэффициентов значимости умножают на 10, по формуле (1) находят комплексный показатель эф-

Таблица 4

Комплексный показатель экономической эффективности производства

Объединение	<i>П</i>	<i>З*</i>	<i>Ф</i>	<i>Ч</i>	<i>КПЭ</i>	Место предприятия по уровню <i>КПЭ</i>
Котласлес	0,815	0,917	1,000	1,000	9138	3
Вельсклес	0,937	0,967	0,906	0,952	9368	2
Плесецклес	0,930	1,000	0,972	0,913	9547	1
Архангельсклес	1,000	0,826	0,436	0,748	7698	4
Карпогорлес	0,878	0,797	0,548	0,749	7499	5

*Здесь дается обратная величина, чтобы обеспечить единство в динамике всех показателей.

эффективности для каждого объединения (табл. 4). Значения *КПЭ* умножают на 1000 (также в целях лучшего восприятия). Например, для ПО Котласлес

$$КПЭ = (3,70 \cdot 0,815 + 2,13 \cdot 0,917 + 2,83 \cdot 1,000 + \\ + 1,34 \cdot 1,000) \cdot 1000 = 9138.$$

Подобный расчет комплексных показателей эффективности для остальных объединений позволяет сделать сравнительный анализ уровня эффективности производства. Выше всех уровень у ПО Плесецклес, далее идут Вельсклес и Котласлес (табл. 4).

Выводы

1. Экспертные оценки в сочетании с расстановкой приоритетов служат действенным способом построения комплексного показателя эффективности производства.

2. Комплексный показатель эффективности позволяет «расставить» предприятия отрасли по уровню эффективности производства при сравнительном межзаводском анализе или однозначно оценить динамику эффективности производства на одном предприятии за ряд лет [2].

3. Предложенная методика может быть реализована на предприятиях лесного комплекса, в цехах и других подразделениях для решения других сходных задач. При этом в соответствии с поставленными целями можно изменять состав частных показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Блюмберг В. А., Глущенко В. Ф. Какое решение лучше.—Л.: Ленгиздат, 1982.—160 с. [2]. Пластинин А. В., Михайлов К. Л. Метод построения комплексного показателя экономической эффективности производства на предприятии // Гидролизн. и лесохим. пром-сть.—1986.—№ 5.—С. 26—28. [3]. Шеремет А. Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятия.—М.: Экономика, 1974.—208 с.

Поступила 5 марта 1991 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*187

ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ
СОСНЯКА ЯГОДНИКОВО-ЗЕЛЕНОМОШНОГО
В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОСТИ
И ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА

В. С. ПИСАНОВ

Дарвинский государственный заповедник

К числу мощных антропогенных факторов, влияющих на природу, относятся водохранилища, существенно изменившие веками складывавшиеся связи в прибрежных лесах.

Цель нашей работы — показать изменения, которые произошли за многолетний период в одном из типов леса зеленомошной группы сосняков Вологодской области.

Исследования проводили на одном из стационаров Дарвинского заповедника, в сосняке ягодниково-зеленомошном (площадь 0,5 га). Рельеф участка — «грива» среди заболоченных лесов и болот (довольно распространенный на территории заповедника элемент ландшафта). Высотная отметка поверхности выше 104 м над у. м. (нормальный подпорный уровень водохранилища 102 м над у. м.). По удаленности от водохранилища пробная площадь находилась в зоне его косвенного влияния [1], так как расположена далее 200 м — границы зоны прямого влияния.

В год заложения стационара (1946 г.) сделано описание почвы и фитоценоза. В последующие годы сохранялись преемственность и единство методики исследований [6]. Анализ строился на принципах динамической типологии [5], учитывавших изменения за относительно короткие периоды жизни леса в связи с быстротечностью протекающих в современных лесах процессов. Накоплен разнообразный фактический материал, позволивший проследить динамику составляющих лесного биогеоценоза в изучаемом типе леса под влиянием водохранилища.

Режим грунтовых вод прибрежных территорий изучали К. А. Кудинов [3] и А. М. Леонтьев [4] в середине 60-х гг. В отношении зоны прямого влияния водохранилища выводы обоих авторов были сходными. В зоне косвенного влияния, по данным А. М. Леонтьева, режим грунтовых вод не зависит от уровня водохранилища. Это заключение он сделал на основании трехлетних (1962—1964 гг.) наблюдений, в том числе и на изучаемом стационаре.

Нами были проанализированы результаты исследований гидрологического режима почвы на стационаре за период более 20 лет. Из серии наблюдений выбраны для сравнения данные за два года (1973 и 1985) с аналогичными характеристиками вегетационного периода (сумма осадков около 300 мм, сумма плюсовых температур более 2000°), но с разными уровнями режимами водохранилища. В 1973 г. при очень низком уровне практически отсутствовало влияние водохранилища на прибрежные, а тем более удаленные участки. В 1985 г. при высоком уровне грунтовые воды вследствие подпора поднимаются на 0,5...1,0 м выше.

Почва при первом описании была торфянистой слабоподзолистой слабооглеенной пылевато-песчаной. Торфянистый горизонт A_0 из полуразложившихся мхов и опада имел мощность более 10 см. Пятна оглеения отмечались с глубины 60 см. Второе описание почвы выполнено в августе 1959 г. [8]. Торфянистый горизонт почти исчез, а слабое оглеение прослеживалось начиная с глубины 80 см. В 1977 г. было сделано еще одно описание почвы. К этому времени горизонт A_0 достиг первоначальной мощности 10 см, оглеение прослеживалось на глубине от 0,5 до 1,3 м, причем в верхних горизонтах процесс был более выраженным.

Причиной снижения мощности торфяного горизонта A_0 в первом десятилетии и нарастания в дальнейшем могло стать усиление освещенности поверхности почвы в связи с резким усыханием многочисленных кустов можжевельника в первые годы влияния водохранилища. При этом улучшилась прогреваемость почвы и усилилась активность почвенной флоры и фауны.

В последующие годы произошло некоторое затенение почвы вследствие разрастания елового подроста. Кроме того, под влиянием водохранилища усилился промывной режим увлажнения почвы на изучаемом участке, что установлено исследованиями кафедры почвоведения ТСХА в 1980—1983 гг. По данным Ф. Р. Зайдельмана [2], это способствует формированию элювиальных горизонтов в условиях избыточного увлаж-

нения. Промывной характер увлажнения почвы способствует созданию дефицита закисного железа, что сдерживает развитие процессов оглеения и последующего заболачивания почвы.

Интересна динамика компонентов фитоценоза. По данным первого (1946 г.) перечета древостой пробной площади имел состав 10С, возраст 77 лет, класс бонитета 1,7. Повторный пересчет проведен через 35 лет. Изменения основных таксационных показателей приведены в таблице.

Год учета	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га	Абсолютная полнота, м ² /га	Запас на 1 га, м ³	Текущий годичный прирост на 1 га, м ³
1946	22,8	24,5	678	32,0	339	3,9
1981	25,6	31,6	454	35,5	402	
Изменение за 35 лет, %:						
на пробной площади	+12	+29	-33	+11	+19	—
в нормальном древостое	+23	+26	-27	+19	+43	—
за счет подтопления	-11	+3	-6	-8	-24	-38

Для наглядности представления о происшедших изменениях проведено сравнение с соответствующими показателями таблицы хода роста «нормального» насаждения [7, табл. 114]. Проведены расчеты и сравнения полного текущего прироста древостой пробной площади и нормального насаждения.

Приведенные в таблице данные показывают снижение средней высоты, числа стволов, суммы площадей сечений, запаса и особенно текущего прироста. Это свидетельствует о довольно ощутимом влиянии водохранилища, даже на значительном его удалении (стационар находится на расстоянии 0,4 км от мелководного залива), на процессы в древостое. За прошедший период увеличилась доля ели в составе древостоя.

Подрост и его динамика. При описании в 1946 г. было учтено более 1 тыс. елочек разной высоты на 1 га. Преобладал мелкий (до 1 м) и крупный (выше 3 м) подрост. Через 40 лет часть подроста перешла во второй ярус древостоя, это деревья высотой до 15 м и численностью более 0,7 тыс. шт. на 1 га. Собственно еловый подрост высотой от 0,5 до 5,0 м (с преобладанием деревьев выше 1,0 м) составил 0,8 тыс. экземпляров на 1 га. Состояние его от удовлетворительного до хорошего.

Подлесок и его динамика. При учете в 1946 г. этот ярус был представлен многочисленными (более 5 тыс. шт. на 1 га) кустами можжевельника. Преобладали кусты до 1,5 м, но немало было и высоких (выше 3 м). Но уже в конце 50-х гг. началось усыхание можжевельника, и к настоящему времени этот ярус почти исчез.

Живой напочвенный покров и его динамика. При первом описании в год заложения стационара этот индикаторный компонент был типичным для ягодниково-зеленомошного типа. Травяно-кустарничковый ярус покрывал 70 % площади, а фон создавали черника и брусника как содоминанты, причем оба вида хорошо плодоносили. Среди других видов в небольшом количестве встречались майник двулиственный, седмичник европейский, линнея северная, еще реже марьяник луговой, плаун сплюснутый и годовалый, орляк, гудайера ползучая, ожика волосистая, вереск, овсяница красная, ястребинка зонтичная.

Моховой ковер был хорошо развит и сплошь покрывал почву. Преобладал плеурозий Шребера (60 %) и гилокомий блестящий (30 %). Из других видов были обильны пятна птилия гребенчатого, реже встречались дикран волнистый, политрих обыкновенный и совсем редко сфаги Гиргензона.

Анализ изменений за 40-летний период показал, что в связи с повышением влажности почвы в травяном ярусе создались условия, благоприятные для черники, и в настоящее время она покрывает почти половину площади стационара. Брусника перешла в подчиненный ярус, перестала плодоносить, а проективное покрытие сократилось до 10 %. Можно отметить сокращение обилия майника, седмичника и марьяника. Обилие линнеи сохранилось, а орляк, гудайера и ожика стали встречаться чаще. Появились новые виды: щитовник игольчатый и вейник лесной.

Изменился моховой покров. Меньше стало плеурозия Шребера (40 %) и гилокомия (20 %), почти исчез птилия гребенчатый, зато разрослись дикран волнистый (30 %) и политрих обыкновенный, сохранились небольшие пятна сфаги Гиргензона.

Итак, анализ изменений основных компонентов сосняка ягодниково-зеленомошного в условиях заповедности и влияния водохранилища позволяет, используя принципы динамической типологии, отметить этап ускоренного формирования нового типа — сосняка-черничника свежего с тенденцией увеличения доли ели в составе древостоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дьяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны.— Л.: Гидрометиздат, 1975.— 127 с. [2]. Зайдельман Ф. Р. Подзоло- и глееобразование.— М.: Наука, 1974.— 208 с. [3]. Кудинков К. А. Влияние Рыбинского водохранилища на уровень почвенно-грунтовых вод // Тр. / Дарвинск. заповедник.— Вологда, 1971.— Вып. 10.— С. 67—100. [4]. Леонтьев А. М. Из материалов изучения режима почвенно-грунтовых вод в характерных типах леса Дарвинского заповедника // Тр. / Дарвинск. заповедник.— Вологда, 1968.— Вып. 9.— С. 5—42. [5]. Мелехов И. С. Лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 406 с. [6]. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к изучению типов леса.— М.: Наука, 1961.— 143 с. [7]. Тюрин А. В., Науменко И. М., Воропанов П. В. Лесная вспомогательная книжка.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1956.— 532 с. [8]. Успенская А. А. Материалы к изучению почвенного покрова основных типов леса Дарвинского заповедника // Тр. / Дарвинск. заповедник.— Вологда, 1968.— Вып. 9.— С. 123—181.

УДК 581.116 : 630*232

ТРАНСПИРАЦИЯ ДУБА И СОПУТСТВУЮЩИХ ПОРОД В КУЛЬТУРАХ ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ

В. И. ЕРУСАЛИМСКИЙ

Союзгипролесхоз

Влагообеспеченность — один из основных факторов, определяющих жизнестойкость и долговечность лесонасаждений в степной зоне. Исследования показывают, что главной составляющей расходной части водного баланса этих насаждений является транспирация. Так, в дубравах черноземной степи юго-востока Украины на долю транспирации приходится 65...80 % суммарного испарения [2]. По нашим данным, в насаждениях дуба на темно-каштановых тяжелых почвах юга Ростовской области на транспирацию расходуется 70...75 % влаги.

Поэтому одним из критериев теоретического обоснования типов культур дуба в аридной зоне должна быть интенсивность транспирационного процесса отдельных компонентов насаждения. Такие исследования проведены нами в массивных культурах дуба черешчатого на плакоре засушливой степи в южной части Ростовской области.

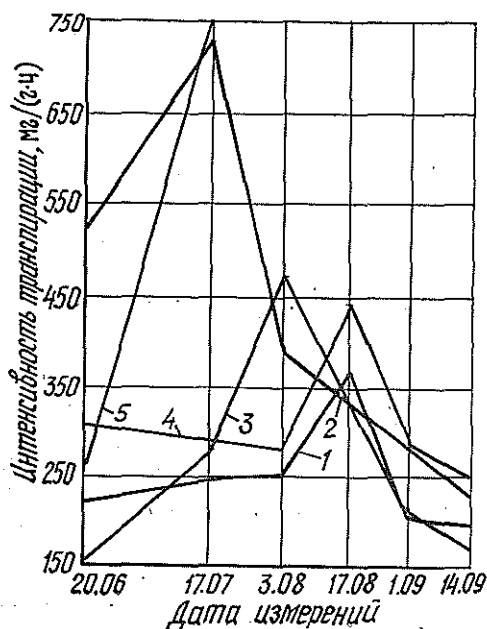
Первый участок расположен в Сальском лесхозе, в 19-летних насаждениях, созданных чистыми рядами по схеме: дуб — кустарник — сопутствующая древесная порода — кустарник — дуб. Сопутствующая древесная порода — ясень ланцетный, кустарники — скумпия, клен татарский, акация желтая. Почва — темно-каштановая тяжелосуглинистая на лессовидном тяжелом суглинке. В возрасте насаждения 13 лет проведено осветление дуба сплошной рубкой рядов кустарников.

Второй участок находился в соседнем Мартыновском лесхозе. Лесорастительные условия здесь менее благоприятны, почва темно-каштановая легкоглинистая со слабым засолением солями хлора с глубины 150 см. Возраст насаждения — 23 года. Схема смешения и размещения та же, что на первом участке, но состав сопутствующих пород иной: на одной части участка клен остролистный, на другой — клен полевой, в рядах кустарника — клен татарский. Осветление проводили сплошной рубкой рядов сопутствующих пород (один раз) и кустарника (3 раза). Таким образом, сопутствующие древесные породы и кустарники представлены порослевым поколением.

Интенсивность транспирации определяли общепринятым методом быстрого взвешивания [1]. Исследования проводили трехдневными циклами: на первом участке шесть циклов, на втором — три (в начале, середине и конце вегетационного периода). Интенсивность транспира-

ции измеряли ежедневно с 7 до 19 ч с трехчасовыми интервалами, в шестикратной повторности. Для расчета транспирационного расхода на втором участке дважды определяли массу листвы на средних модельных деревьях каждой породы.

Результаты исследований на первом участке (см. рисунок) показали синхронность динамики транспирационного процесса дуба и ясеня с пиком влагопотребления в середине августа и несколько большей интенсивностью транспирации у ясеня. Но у дуба несколько больше масса листвы среднего дерева (5,0 кг против 4,7 кг у ясеня). Поэтому в транспирационном расходе этих пород нет существенных различий. Скумпия по интенсивности транспирации близка к ясеню, однако листовая масса ее в 2,5—3,0 раза меньше. Интенсивность транспирации клена татарского и акации желтой значительно выше, чем у дуба и ясеня, а пиковые значения наступают на месяц раньше, и, кроме того, они в 1,6—1,7 раза больше, чем у дуба.



Динамика интенсивности транспирации дуба черешчатого (1), клена татарского (2), скумпии (3), ясеня ланцетного (4) и акации желтой (5) на темно-каштановой тяжелой суглинистой почве

После достижения пика интенсивность транспирации клена татарского резко падает, а у акации желтой, благодаря сбрасыванию листвы во второй половине июля — начале августа, практически полностью прекращается. Вслед за этим происходит увеличение интенсивности транспирации дуба и ясеня.

В насаждении, где проводились исследования, участие акации составило около 20 % по числу растений. Если доля акации превышает 30...40 %, то сбрасывание листвы приводит к противоположному эффекту: вследствие резкого увеличения освещенности под пологом развивается мощный травяной покров, интенсивно расходующий влагу.

Результаты исследований на втором участке показали, что клены остролистный и полевой уступают дубу как по интенсивности транспирации, так и по расходу влаги (см. таблицу, данные за вегетационный период). Как и на первом участке, интенсивность транспирации клена татарского значительно выше, чем у дуба. Несмотря на это, расход влаги одним экземпляром клена в несколько раз меньше, что объясняется большей разницей в возрасте и, соответственно, массе листвы. В пересчете же на единицу массы листвы этот показатель у клена татарского оказывается значительно выше, чем у дуба. Поэтому по мере увеличения листовой массы с возрастом клен татарский, если не контролировать его рост, становится опасным конкурентом дуба в борьбе за влагу, особенно при близком расстоянии от него.

Вариант	Порода	Возраст, лет	Масса листьев среднего дерева, кг	Средняя интенсивность транспирации, мг/(г·ч)	Расход влаги одним растением, м ³	
					всего	в пересчете на 1 кг сырой массы листьев
1	Дуб черешчатый	23	5,20	481	1,80	0,35
	Клен остролистный	17	3,95	453	1,28	0,33
	Клен татарский	3	0,70	719	0,35	0,50
2	Дуб черешчатый	23	5,10	449	1,65	0,32
	Клен полевой	17	3,80	414	1,13	0,30
	Клен татарский	5	0,78	660	0,37	0,47

Изучение транспирационного процесса в культурах дуба в засушливой степи позволяет сделать следующие выводы.

Из рассмотренного ассортимента в качестве примеси к дубу можно использовать породы, у которых интенсивность транспирации и транспирационный расход меньше (клены остролистный и полевой) или интенсивность транспирации несколько выше, а транспирационный расход примерно такой же (ясень ланцетный) и меньше (скуппия).

Клен татарский уже с первых лет жизни отличается быстрым ростом и очень высокой интенсивностью транспирации. Но благодаря плотной кроне он является хорошим почвоотенителем, препятствует сильному развитию травяного покрова. Поэтому его можно применять в качестве спутника дуба при условии размещения не ближе 2,5 м и периодической посадке «на пень» до выхода дуба в верхний полог насаждения.

Акация желтая не уступает клену татарскому по интенсивности транспирации и имеет ажурную крону, слабо отеняющую почву. После раннего сбрасывания листьев поверхность почвы под кустарником быстро задерневает. При участии акации в составе более 1/3 почвенный запас влаги интенсивно расходуется на транспирацию травяным покровом. В связи с этим акация желтая является нежелательным компонентом в культурах дуба в засушливой степи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Иванов Л. А., Силина А. А., Целъникер Ю. А. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Ботан. журн.— 1950.— Т. 35.— С. 171—185. [2]. Коцюбинская Н. П. Водный обмен дуба и сопутствующих пород в пристенных и пойменных лесных биогеоценозах юго-востока Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Днепрпетровск, 1978.— 21 с.

УДК 630*232

ЦЕЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ УСКОРЕННОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ

Б. П. СОЛОВЬЕВ, А. Я. ВЕДЕРНИКОВА, Л. А. ЦВЕТКОВ

Нижегородское управление лесного хозяйства

Необходимость ускоренного выращивания древесины хвойных пород с заданным диаметром среднего дерева вызвана несоответствием лесосечного фонда плановой структуре заготавливаемых сортиментов. В настоящей работе сделана попытка найти одно из решений задачи.

Известно, что при прочих равных условиях запасы крупномерной древесины больше в древостое, который смолоду был редким и у которого диаметр среднего дерева выше. Это положение было учтено при

создании лесных культур вахтанскими клумбами, технология которых разработана в Вахтанском ЛПХ Нижегородской области.

Согласно этой технологии на 1 га высаживают 1600 сеянцев вместо принятых 4...6 тыс. В 15-летних культурах оставляют на корню число деревьев, равное числу стволов господствующей части «нормального» насаждения соответствующего класса бонитета при заданном диаметре среднего дерева в возрасте технической спелости (возрасте рубки). Например, в таблице хода роста нормального 110-летнего насаждения сосны III класса бонитета при заданном диаметре среднего дерева 28 см число стволов в господствующей части равно 585. Технология культур клумбами предполагает получение деревьев диаметром 28 см не в 110, а максимум в 90 лет при меньших затратах на лесоводственный уход.

В технологии культур клумбами идея лучшего светового довольствия деревьев, выращиваемых группами, соединена с возможностью увеличения плодородия почвы. Подготовка почвы бульдозером Д-271 на тракторе Т-100М заключается в создании системы крупных микроповышений высотой около 0,8 м, площадью $3,0 \times 1,5$ м в количестве до 200 шт. на 1 га и микропонижений-водоприемников глубиной до 0,6 м. С одной позиции бульдозерист готовит группу из 3-4 микроповышений с микропонижением-водоприемником посередине (рис. 1, 2). Микропонижения-водоприемники предназначаются для сбора поверхностных вод с посадочных мест, прилегающих участков вырубki и последующего перевода их в нижележащие горизонты грунта минуя фильтрацию через корнеобитаемый слой почвы. Микроповышения располагаются между кучами порубочных остатков, группами толстых пней и подростом ценных пород, вписываясь в сеть существующих дорог.

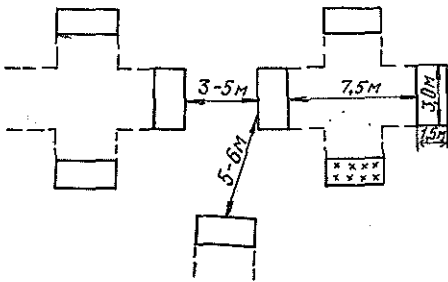


Рис. 1. Схема размещения клумб

Особые приемы работы заключаются в том, что при подготовке каждого микроповышения бульдозер делает три челночных движения. При этом вторая и третья «стружки» почвы не придвигаются к

первой из верхнего горизонта почвы, перемещенного с напочвенной подстилкой (дерниной) и порубочными остатками, а грунт выносится наверх и прикрывает (мульчирует) первую почвой, не содержащей семян и корневищ сорняков. Этим достигается защита посадочных мест (клуб) от быстрого зарастания сорняками.

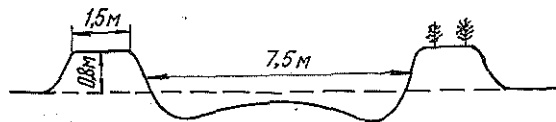


Рис. 2. Профиль поверхности почвы между двумя противоположными клумбами в «звездочке»

За рабочую 8-часовую смену тракторист делает 200 хорошо замульчированных микроповышений. Лесничий может снижать эту норму

на 10 % в случаях, когда на 1 га нельзя или нецелесообразно иметь более 150 клумб (заболочена площадь или много жизнеспособного подроста).

На каждом микроповышении высаживают 8 сеянцев. Рабочее звено состоит из трех человек, один из них выравнивает поверхность посадочных мест граблями, двое сажают под меч Колесова. Норма выработки на каждого работающего — 71 клумба за смену.

Большая высота клумб из рыхлой почвы способствует предохранению лесных культур от вымокания весной, обеспечивает их высокую приживаемость, сохранность и ускоренный рост в последующие годы. Это позволяет обходиться без дополнений (ремонта) культур. Прополка необходима лишь местами в июне на второй год после посадки, при этом уничтожают и единичный самосев лиственных деревьев. Затраты — 1 чел.-дн. на 1 га.

Минерализация почвы полосами при подготовке микроповышений способствует сохранению культур от пожаров. Минерализованные места и водоприемники в каждой группе клумб не зарастают деревьями лиственных пород, чем обеспечивается постоянное освещение культур. Скот, проходя через участки культур, редко поднимается на клумбы. В покрытую лесом площадь культуры переводят после смыкания крон саженцев в клумбах (4-5 лет).

Способ производства культур клумбами дифференцирован. На влажных участках, где до рубки господствовал сосновый древостой, допускаются культуры посевом семян сосны; на площадях, где сосна была, но не господствовала, производят посадку сеянцев сосны. На участках, где сосна не росла, ее молодые культуры нередко повреждаются сосновым вертуном и снежным шютте. Поэтому на таких вырубках может быть допущена посадка сеянцев сосны в смеси с елью или лиственницей; в местах с гумусированной почвой из-за типа леса ель-ник-лог (приручейниковый ельник) должна производиться посадка сеянцев (саженцев) ели в смеси с сеянцами лиственницы или чистых культур этих пород. При смешении в каждой клумбе должно быть по 4 сеянца каждой из двух пород, с расстоянием между ними $0,5 \times 0,5$ м.

Технология культур клумбами позволяет использовать упрощенный способ лесоводственного ухода. Необходимость первого ухода (прочистки) возникает только в возрасте культур 11 лет и только в местах, где около клумб разрослись лиственные деревья. Их вырубают на расстоянии до 3 м от клумб, оставляя древесину у пня. В 14...16 лет, когда дифференциация деревьев по высоте становится выраженной, убирают лишние деревья уже на клумбах, оставляя три лучших на каждой. В этом случае культуры начинают расти по типу редких смолоду, с возрастанием годовых приростов.

В местах, где нет лиственных пород вблизи 14—16-летних культур, также намечают три лучших дерева в каждой клумбе для дальнейшего выращиваия. У остальных обрубуют вершины, создавая «шубу» — подгон для лучших деревьев и осветляя их кроны.

Культуры на клумбах растут ускоренно. Производственная проверка показала, что после прочисток 11-летних культур сосны клумбами кроны их деревьев заняли господствующее положение в общем пологе крон деревьев на вырубке. Средняя высота 14-летних культур равна 6,57 м, средний диаметр 100,3 мм. Согласно таблице «Хода роста нормальных насаждений» такой средний диаметр имеют насаждения сосны 1а класса бонитета лишь в 20 лет. За два года прирост по высоте составил 1,57 м, по диаметру 18,7 мм. Бонитет этих культур на два класса выше, чем на контрольном участке по пластам от плуга. Внесение минеральных удобрений в 200 клумб на 1 га представляет собой дополнительный, неиспользуемый пока резерв.

Технология культур клумбами рекомендуется для климатической зоны избыточного увлажнения на всех почвах кроме торфяных, каменистых и тяжелых суглинков.

Прямые затраты на создание и выращивание до 6-летнего возраста 100 га культур клумбами составляют 5060 р. и 533 чел.-дн. Это на 1253...3399 р. и на 365...878 чел.-дн. меньше, чем при других существующих технологиях*.

В Вахтанском ЛПХ создано 2316 га культур клумбами, старшим из них 25 лет.

УДК 533.6.011 : 533.527

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛОННЫХ АППАРАТОВ

С. В. КАРПОВ, Э. Н. САБУРОВ

Архангельский лесотехнический институт

Совершенствование конструкций циклонных аппаратов деревообрабатывающего и целлюлозно-бумажного производства и повышение эффективности их работы в значительной мере зависят от изученности характера движения потока в выходном канале устройств и способов управления их аэродинамикой путем изменения условий вывода газов [14, 15].

Известно, что закрутка циклонного потока приводит к появлению в приосевой области возвратного течения, зарождающегося вне циклонного аппарата и называемого осевым обратным током. В циклонных топках он играет роль своеобразного стабилизатора горения [5, 21]. В других устройствах, например, в нагревательных печах и циклонных сепараторах, влияние приосевого течения может быть отрицательным из-за снижения температуры греющих газов и эффективности пылеулавливания при подсосе воздуха через выходное или пылевыпускное отверстие [17]. Расходные характеристики циклонных аппаратов весьма противоречивы: по данным работ [11, 12, 19] расход газа в осевом обратном течении может достигать 30...50 % объема, вводимого через входные каналы, по другим источникам [26, 27] — незначителен.

С целью получить достоверную информацию о движении газов в выходном канале циклонного аппарата нами были проведены специальные опыты [13] на модели, описание которой приведено в работе [7]. Исследование выполнено при варьировании безразмерных площади входа $\bar{f}_{вх} = 4f_{вх}/\pi D_k^2 = 0,0477 \dots 0,1956$ (D_k — внутренний диаметр циклона) и диаметра выходного отверстия $\bar{d}_{вых} = 0,048 \dots 1,0$.

Установлено, что во всем исследованном диапазоне $\bar{d}_{вых}$ существуют следующие зоны: осевого обратного течения, ограниченного радиусом $r_{и0}$; кольцевого выходного вихря шириной $r_{вых} - r_{и0}$, который характеризуется максимальным значением аксиальной скорости $w_{хm}^{вых}$, достигаемым на радиусе $r_{хm}$; разрежения (отрицательных значений избыточного статического давления P_c), определяемого радиусом r_{p0} . Избыточное полное давление $P_{п}$ в пределах осевого обратного потока также отрицательно, причем минимум его наблюдается на радиусе $r_{и0}$.

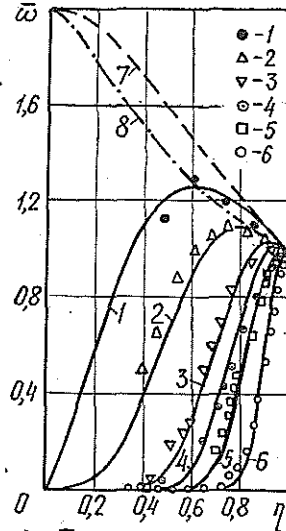
Анализ распределений тангенциальной скорости w_{φ} в выходном отверстии показал, что профиль $w_{\varphi} = w_{\varphi}(r)$ характеризуется малой степенью заполнения, снижающейся с увеличением $\bar{d}_{вых}$ и уменьшением $\bar{f}_{вх}$. Это обусловлено влиянием подсосываемого извне незакрученного осевого обратного потока и его взаимодействием с кольцевым выходным вихрем. Зависимость безразмерной тангенциальной скорости $\bar{w} = w_{\varphi}/w_{\varphi m}^{вых}$ ($w_{\varphi m}^{вых}$ — максимальная тангенциальная скорость, достигаемая на радиусе $r_{\varphi m}^{вых}$) от текущего радиуса $\eta = r/r_{\varphi m}^{вых}$ в ядре течения (при $0 < \eta < 1$) удовлетворительно описывается аппроксимацией вида [6, 7, 17]

$$\bar{w} = \left(\frac{2\eta}{1 + \eta^2} \right)^{n_{\omega}}, \quad (1)$$

где n_{ω} — показатель степени, определяемый из условия существования максимума угловой скорости вращения $\bar{\omega} = \bar{w}/\eta$ на радиусе η_{ω} (рис. 1),

* Соловьев Б. П. Затраты на создание культур при различной агротехнике // Лесохоз. информ.—1972.— № 19.— С. 7—8.

Рис. 1. Радиальные распределения безразмерной угловой скорости в выходном отверстии циклонного аппарата: 1—6 — кривые, полученные расчетом по уравнению (1) при n_{ω} равном 2,25; 5,11; 14,90; 24,51; 44,96; 142,36, и соответствующие опытным точкам 1—6 при $d_{\text{вых}}$ равном 0,048; 0,119; 0,260; 0,600; 0,800; 1,000; 7, 8 — кривые, полученные расчетом по уравнению (1) при $n_{\omega} = 1,00$ и по уравнению (7)



$$n_{\omega} = \frac{1 + \eta_{\omega}^2}{1 - \eta_{\omega}^2} \quad (2)$$

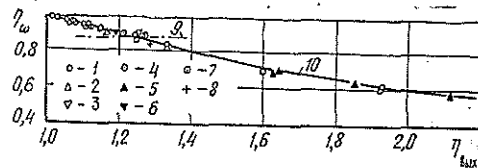
Опытами показано, что характерный радиус η_{ω} в сечении выхода зависит только от величины безразмерного радиуса $\eta_{\text{вых}} = r_{\text{вых}}/r_{\text{фм}}^{\text{вых}}$ (рис. 2).

Приближенную аналитическую связь η_{ω} с $\eta_{\text{вых}}$ можно выявить, воспользовавшись уравнением движения свободновихревого (винтового) потока в проекции на осевое направление [6, 18]:

$$\nabla^2 \bar{\omega}_x = 0, \quad (3)$$

где $\bar{\omega}_x$ — безразмерная компонента вектора угловой скорости.

Рис. 2. Зависимость безразмерного радиуса от относительного диаметра выходного отверстия: 1—8 — опытные точки, полученные авторами настоящей работы и исследователями [16; 22; 25; 23; 20; 24; 2]; 9, 10 — кривые, полученные расчетом по методике [6] и уравнению (8)



На радиусе η_{ω} имеем

$$\bar{\omega}_x |_{\eta = \eta_{\omega}} = \left(\bar{\omega} + \frac{1}{2} \eta \frac{\partial \bar{\omega}}{\partial \eta} \right) \Big|_{\eta = \eta_{\omega}} = \bar{\omega}_m. \quad (4)$$

Записав уравнение (4) относительно $\bar{\omega}_m$ и приняв за переменную $\eta_{\text{вых}}$, получим

$$\frac{\partial^2 \bar{\omega}_m}{\partial \eta_{\text{вых}}^2} + \frac{1}{\eta_{\text{вых}}} \frac{\partial \bar{\omega}_m}{\partial \eta_{\text{вых}}} = 0. \quad (5)$$

Решение дифференциального уравнения будет иметь следующий вид:

$$\bar{\omega}_m = c_1 \ln \eta_{\text{вых}} + c_2, \quad (6)$$

где c_1 и c_2 — постоянные интегрирования, которые можно найти из граничных условий задачи: при $\eta_{\text{вых}} = 1$ $\eta_{\omega} = 1$ и при $\eta_{\text{вых}} = 1,50$ $\eta_{\omega} = 0,75$.

Второе граничное условие принято по опытным данным, исходя из особенностей решения уравнения (6) и его наилучшего согласования с экспериментальными.

Используя соотношения (1) и (2), находим

$$\bar{\omega}_m = \frac{1}{\eta_{\omega}} \left(\frac{2\eta_{\omega}}{1 + \eta_{\omega}^2} \right) \frac{1 + \eta_{\omega}^2}{1 - \eta_{\omega}^2} \approx \frac{2}{1 + \eta_{\omega}}. \quad (7)$$

В результате решения получаем расчетное выражение

$$\eta_{\omega} = \frac{2}{1 + 0,35 \ln \eta_{\text{вых}}} - 1, \quad (8)$$

вполне удовлетворительно согласующееся с опытными данными авторов и других исследователей.

На рис. 1 показаны графическая интерпретация радиального распределения $\bar{\omega}$, рассчитанного с учетом формул (1), (2) и (8) в диапазоне η_{ω} от 0 до 0,993, и сравнение расчетных данных с экспериментальными.

Угол раскрытия воздушной струи в выходном отверстии $\varphi_{\text{вых}} = \text{arctg} \left(\frac{\omega_{xm}^{\text{вых}}}{\omega_{\varphi m}^{\text{вых}}} \right)$ мало изменяясь в диапазоне $0,6 < \bar{d}_{\text{вых}} < 1,0$, значительно возрастает при $\bar{d}_{\text{вых}} < 0,2$. При $\bar{d}_{\text{вых}} \rightarrow 0$ $\varphi_{\text{вых}} \rightarrow \pi/2$. Опытные данные настоящей работы и исследования [16] аппроксимируются формулой

$$\varphi_{\text{вых}} = \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{\bar{d}_{\text{вых}}}{0,07 + 1,48 \bar{d}_{\text{вых}}} \right). \quad (9)$$

Установлена практически линейная и единообразная связь безразмерных радиусов $\bar{r}_{\varphi m}^{\text{вых}}$ и $\bar{r}_{xm}^{\text{вых}}$ с диаметром выходного отверстия ($\bar{d}_{\text{вых}} < 0,7$).

Аналогичный характер имеет и зависимость безразмерного радиуса нулевого статического давления \bar{r}_{p0} от $\bar{d}_{\text{вых}}$, общий вид которой представлен уравнением

$$\bar{r} = a + b \bar{d}_{\text{вых}} + c \exp(e \bar{d}_{\text{вых}}), \quad (10)$$

где a, b, c, e — постоянные величины, приведенные в таблице.

Радиусы	a	b	c	e
$\bar{r}_{\varphi m}^{\text{вых}}$	-0,02	0,98	$7,70 \cdot 10^{-4}$	3,66
$\bar{r}_{xm}^{\text{вых}}$	-0,02	0,98	$7,70 \cdot 10^{-4}$	3,66
\bar{r}_{p0}	-0,02	0,84	$5,68 \cdot 10^{-6}$	10,00

При оценке мощности осевых обратных течений и их влияния на общую аэродинамическую обстановку в циклонном аппарате важное значение имеет определение радиальной протяженности зоны обратного тока, характеризуемой радиусом $r_{\omega 0}$. Зависимость $r_{\omega 0}$ от $\bar{d}_{\text{вых}}$ находим, зная закон распределения аксиальной скорости w_x в приосевой зоне.

Для однопараметрической модели осесимметричного циркуляционного потока (при пренебрежении радиальной составляющей скорости) уравнение движения имеет вид [3, 4]

$$\frac{dP_{\Pi}}{dr} = \frac{w_{\varphi}}{r} \frac{d(w_{\varphi} r)}{dr} + w_x \frac{dw_x}{dr}. \quad (11)$$

Согласно опытным данным для большей части приосевого течения можно полагать, что P_{Π} сохраняет примерно постоянное значение, т. е. $dP_{\Pi}/dr \approx 0$. Выразив w_{φ} из (1) и подставив это значение в (11), перейдем к безразмерной форме записи:

$$\frac{1}{\eta} \left(\frac{2\eta}{1 + \eta^2} \right)^{n_{\omega}} \frac{d}{d\eta} \left[\left(\frac{2\eta}{1 + \eta^2} \right)^{n_{\omega}} \eta \right] + \bar{u} \frac{d\bar{u}}{d\eta} = 0, \quad (12)$$

где $u = w_x / w_{\varphi m}^{\text{вых}}$ — относительная аксиальная скорость.

Выполнив интегрирование, получим закон распределения $\bar{u} = \bar{u}(\eta)$ в диапазоне $0 \leq \eta \leq \eta_{\omega 0} = r_{\omega 0} / r_{\varphi m}^{\text{вых}}$

$$|\bar{u}| = \sqrt{-2 \int_0^{\eta} \frac{1}{\eta} \left(\frac{2\eta}{1 + \eta^2} \right)^{2n_{\omega}} \left(n_{\omega} \frac{1 - \eta^2}{1 + \eta^2} + 1 \right) d\eta + c_1^2}, \quad (13)$$

где c_1 — постоянная интегрирования, имеющая смысл аксиальной скорости на оси циклонного потока $|\bar{u}|_{\eta=0} = |w_x|_{\eta=0} / w_{\varphi m}^{\text{вых}}$, $|w_x|_{\eta=0} = |w_x|_{\eta=0} / V_{\text{вх}}$; $w_{\varphi m}^{\text{вых}} = w_{\varphi m}^{\text{вых}} / V_{\text{вх}}$ ($V_{\text{вх}}$ — скорость потока во входных каналах).

В соответствии с опытными данными (рис. 3)

$$|\bar{u}|_{\eta=0} = 0,14 (\bar{\omega}_{\varphi m}^{\text{ВЫХ}})^{0,55} \quad (14)$$

На рис. 4 приведены опытные и расчетные профили \bar{u} в области осевого обратного течения. Из представленных данных видно, что, несмотря на определенные допущения, принятые при решении задачи, расчетные кривые в целом удовлетворительно согласуются с экспериментальными.

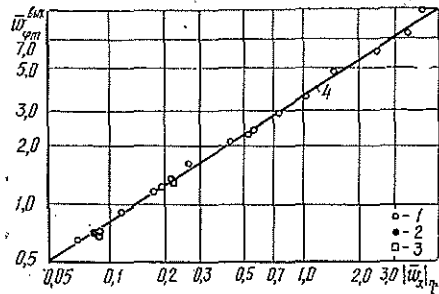


Рис. 3. Связь между максимальной тангенциальной и аксиальной скоростями на оси циклонного потока; 1—3 — опытные точки, полученные авторами настоящей работы и исследователями [20; 24]; 4 — кривая, полученная по уравнению (14)

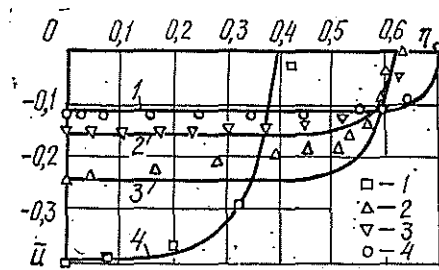


Рис. 4. Радиальное распределение относительной аксиальной скорости в осевом обратном течении циклонного потока: 1—4 — кривые, полученные расчетом по уравнению (13) и соответствующие опытным точкам 1—4, полученным при $d_{\text{ВЫХ}}$, равном 0,081; 0,309; 0,500; 0,700

Численное решение уравнения (13) относительно $\bar{r}_{\eta 0}$ для заданной геометрии циклонного аппарата, использованного в опытах, с применением методики аэродинамического расчета [7, 17] может быть аппроксимировано зависимостью (10) при $a = -0,02$; $b = 0,57$; $c = 3,75 \cdot 10^{-3}$; $e = 4,2$.

Установлено, что безразмерный (отнесенный к входному) массовый расход воздуха

$$\bar{m}_0 = 2 \frac{\rho_m}{\rho_{\text{ВХ}}} \bar{\omega}_{\varphi m}^{\text{ВЫХ}} (\bar{r}_{\varphi m}^{\text{ВЫХ}})^2 \int_0^{\eta_{\eta 0}} |\bar{u}| \eta d\eta / \bar{f}_{\text{ВХ}} \quad (15)$$

(ρ_m и $\rho_{\text{ВХ}}$ — плотности на радиусе $\bar{r}_{\varphi m}^{\text{ВЫХ}}$ и во входных каналах соответственно, $\rho_m/\rho_{\text{ВХ}} \approx 1$), возрастает с увеличением $\bar{d}_{\text{ВЫХ}}$, достигая 60 % при $\bar{d}_{\text{ВЫХ}} = 1,0$. Рас-

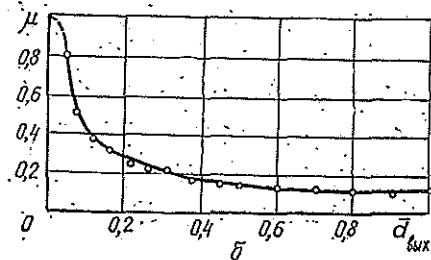
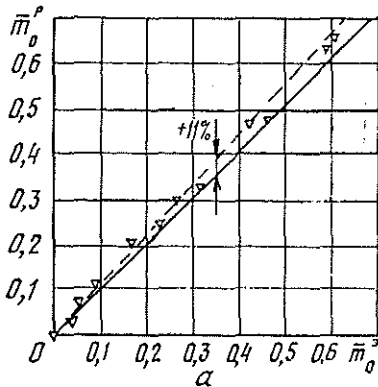


Рис. 5. Сопоставление расчетных (кривые) и опытных (точки) значений относительного массового расхода газа (а) и коэффициента расхода циклонного аппарата (б)

четные значения \bar{m}_0 несколько превышают (в среднем на 11 %) экспериментальные (рис. 5, а), что можно объяснить большей заполненностью теоретического профиля $u = u(\eta)$, получаемой, по-видимому, из-за того, что в уравнении (11) не учтена зависимость P_{Π} от r .

Используя коэффициент расхода μ , объемный расход газа через циклонный аппарат можно связать с его аэродинамическим сопротивлением:

$$Q = \mu \frac{\pi}{4} (r_{\text{вых}}^2 - r_{\text{и0}}^2) \sqrt{2\Delta P_{\Pi} / \rho_{\text{вх}}}, \quad (16)$$

где ΔP_{Π} — перепад полного давления в циклоне.

Выразив μ из уравнения (16) и перейдя к безразмерным величинам, получим

$$\mu = \frac{\bar{f}_{\text{вх}}}{(\bar{r}_{\text{вых}}^2 - \bar{r}_{\text{и0}}^2) \sqrt{\xi_{\text{вх}}}}. \quad (17)$$

Здесь $\xi_{\text{вх}}$ — суммарный коэффициент сопротивления циклона, определяемый по рекомендациям [8—10],

$$\xi_{\text{вх}} = 2\Delta P_{\Pi} / \rho_{\text{вх}} V_{\text{вх}}^2.$$

На рис. 5, б показаны расчетные и экспериментальные значения μ в широком диапазоне $\bar{d}_{\text{вх}}$ при $\bar{f}_{\text{вх}} = 4,77 \cdot 10^{-2}$. Полученная зависимость $\mu = \mu(\bar{d}_{\text{вх}})$ в качественном отношении соответствует аналогичным данным для центробежных форсунок и вихревых воронок [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Альтшуль А. Д. Гидравлические сопротивления.— М.: Недра, 1970.— 216 с. [2]. Балугев Е. Д. Исследование аэродинамики технологической циклонной камеры: Дис. ... канд. техн. наук.— М., 1967.— 210 с. [3]. Васильев О. Ф. Основы механики винтовых и циркуляционных потоков.— М.; Л.: ГЭИ, 1958.— 142 с. [4]. Вопросы механики вращающихся потоков и интенсификация теплообмена в ЯЭУ / Ф.Т. Каменьщиков, В. А. Решетов, А. Н. Рябов и др.— М.: Энергоатомиздат, 1984.— 176 с. [5]. Гунта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки.— М.: Мир, 1987.— 588 с. [6]. Карпов С. В. О расчете движения газов и теплоотдачи в приосевой области циклонного потока // ИФЖ.— 1984.— Т. 47.— № 6.— С. 892—903. [7]. Карпов С. В., Сабуров Э. Н. Аэродинамика и теплоотдача в циклонных камерах и пылеотделителях: Обзор и обобщение / Арханг. лесотехн. ин-т.— Архангельск, 1988.— 312 с.— Деп. в ВИНТИ 28.01.88. № 850.— В88. [8]. Карпов С. В., Сабуров Э. Н. К обобщению экспериментальных данных по аэродинамике циклонных камер // Лесн. журн.— 1977.— № 1.— С. 119—122.— (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Карпов С. В., Сабуров Э. Н. Методика расчета аэродинамических характеристик циклонных камер // Хим. и нефтяное машиностроение.— 1977.— № 7.— С. 20—22. [10]. Карпов С. В., Сабуров Э. Н. Расчет аэродинамического сопротивления циклонов // Актуальные проблемы комплексного использования лесных ресурсов на Европейском Севере: Сб. науч. тр.— Архангельск: АЛТИ, 1989.— С. 167—171. [11]. Кутателадзе С. С., Волчков Э. П., Терехов В. И. Аэродинамика и тепломассообмен в ограниченных вихревых потоках.— Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1987.— 282 с. [12]. Ляховский Д. Н. Исследование аэродинамики циклонной камеры. Вопросы аэродинамики циклонной камеры // Вопросы аэродинамики и теплоотдачи в котельно-топочных процессах.— М.: ГЭИ, 1958.— С. 114—150. [13]. Неманов Е. А. Исследование течения потока в выходном отверстии циклонной камеры // Тез. докл. научн.-техн. конф. «Актуальные проблемы рационального использования и восстановления природных ресурсов Европейского Севера» (к 60-летию АЛТИ):— Архангельск, 1989.— С. 58—59. [14]. Сабуров Э. Н., Карпов С. В., Егоров А. И. Устройства для подсушки и сжигания отходов // Лесн. пром-сть.— 1982.— № 6.— С. 24—25. [15]. Сабуров Э. Н., Карпов С. В. Методы повышения эффективности циклонных сепараторов целлюлозно-бумажного производства // Бумажн. пром-сть.— 1989.— № 10.— С. 26—28. [16]. Сабуров Э. Н., Карпов С. В. О влиянии формы выходного отверстия на аэродинамику циклонно-вихревых нагревательных устройств // Кузнечно-штамповочное производство.— 1974.— № 2.— С. 35—38. [17]. Сабуров Э. Н., Карпов С. В., Осташев С. И. Теплообмен и аэродинамика закрученного потока в циклонных устройствах.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989.— 276 с. [18]. Саткевич А. Общий анализ свободно-вихревого потока несжимаемой вязкой жидкости // Записки Гос. гидролог. ин-та. Т. 5.— Л.: Изд-во ГГИ, 1931.— С. 1—21. [19]. Стерлигов В. В., Воронцов В. Г., Ливанов С. Ф. Исследование мощности осевых токов в вихревой камере // Интенсификация процессов в металлургической теплотехнике.— Новокузнецк: Сиб. металлург. ин-т, 1974.— С. 109—111. [20]. Устименко Б. П. Исследование аэродинамики потока в точной циклонной камере: Дис. ... канд. техн. наук.— Алма-Ата, 1954.— 150 с. [21]. Циклонные топки / Под ред. Г. Ф. Кнорре, М. А. Наджарова.— М.; Л.: ГЭИ, 1958.— 216 с. [22]. Якубов Г. В. Обоб-

шение аэродинамических характеристик циклонных камер // Изв. вузов АН КазССР.— 1957.— Вып. 1 (12).— С. 105—118. [23]. Najim S. E., Styles A. S., Syred N. An aerodynamic study of a modulable cyclone combustor with gaseous fuels // Riv. combust.— 1980.— Vol. 34.— N 7—8.— P. 297—308. [24]. Pánoiú N. Зависимость между геометрическими симплексами и режимом течения при однофазном изотермическом моделировании циклонных топок // Rev. Roum. Sci. Techn.— Electrotechn. et Energ.— 1966.— Vol. 11.— P. 217—236. [25]. Syred N., Sahatimehr A. Cyclone combustors and the combustion of poor quality and low calorific value fuels // Int. Conf. Combust. Eng., Oxford, 11—14 Apr.— London.— 1983.— Vol. 2.— P. 43—50. [26]. The effect of the entrained gas on the vortex combustion flow / G. H. Vatistas, C. Lam, S. Lin, C. K. Kwok // AIAA Pap.— 1986.— N 1608.— P. 1—3. [27]. Vatistas G. H., Lin S., Kwok C. K. Recent findings on confined vortex chamber flow // AIAA Pap.— 1985.— N 1559.— P. 1—18.

УДК 674.047

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛКИ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. П. ОРЛОВ, Ю. Л. ЮРБЕВ

Уральский лесотехнический институт

Сушка измельченной древесины (опилки, щепа, волокно) — обязательный этап в технологии ее переработки.

Существующие виды конвективной сушки в пневматических, аэрофонтанных, барабанных сушильках и сушилках с кипящим слоем в той или иной степени решают проблему обезвоживания древесины, исходя из технологических потребностей. Определенную трудность представляет сушка до влажности 5...10%. Это связано с низкой скоростью процесса во втором периоде сушки, т. е. во внутридиффузионной области. После достижения критической влажности (20...22%) требуется значительное время пребывания материала в аппарате, что связано с увеличением его объема.

Аэрофонтанная сушилка и пневматическая труба-сушилка — наиболее простые и надежные в эксплуатации аппараты. Однако использование труб-сушилок для глубокой сушки приводит к неоправданно большим длинам труб (30...50 м) из-за малого времени пребывания материала в аппарате. Гораздо чаще для этой цели применяют аэрофонтанные сушилки, как правило, многокамерные, которые обеспечивают более длительное пребывание частиц в зоне сушки и, следовательно, низкую конечную влажность материала. Относительно допустимой температуры теплоносителя в этих сушилках имеется разноречивая информация [1, 2]. Наблюдаемая некоторыми исследователями термическая деструкция древесины связана, по-видимому, с интенсивной циркуляцией частиц в аппарате. В этом случае контакт достаточно обезвоженной частицы с горячим теплоносителем возможен в горловине аппарата. Кроме того, высокие относительные скорости частиц и газа наблюдаются лишь в ядре потока, в остальной же части объема аппарата частицы перемещаются медленно, что приводит к их перегреву.

Рекомендуемая в литературе температура теплоносителя сравнительно невысока (200...400 °С), при этом влагеоъем также низкий, а число последовательно устанавливаемых конусов составляет до 2...5 единиц. Существующий метод расчета таких многокамерных аппаратов учитывает лишь параметры сушки (скорость газа в горловине, температура теплоносителя) в первом аппарате; последующие аппараты, исходя из удобства изготовления, имеют такие же размеры. Поэтому наблюдаемое постепенное снижение влагеосяема в конусах связано не только с падением скорости сушки, но и с нарушением нормального гидродинамического режима их работы.

Таким образом, использование простых некомбинированных сушилок (пневматической и аэрофонтанной) для сушки древесины до низкой конечной влажности не позволяет в полной мере использовать их потенциал, а именно, высокую скорость удаления физической влаги в пневматической сушилке и значительное время пребывания частиц измельченной древесины в аэрофонтанной сушилке.

Представляется, что удаление физической влаги рациональнее проводить в трубе-сушилке, где из-за высоких относительных скоростей газа и частиц снижается внешнедиффузионное сопротивление и обеспечивается высокая скорость сушки. Одновременно может быть повышена температура теплоносителя до 600...800 °С без термической деструкции частиц. Внутридиффузионную стадию процесса разумнее проводить в аэрофонтанной сушилке при пониженных температурах.

В табл. 1 и 2 представлены результаты сравнительного расчета процесса сушки измельченной древесины по трем вариантам: в трубе-сушилке, в аэрофонтанной и

Таблица 1

Параметры теплоносителя

Тип сушилки	Температура, °С		Расход, кг/с	Скорость, м/с
	на входе	на выходе		
Труба-сушилка	600	100	0,32	10,0
Аэрофонтанная	400	100	0,54	10,0
Комбинированная	600	250	0,54	10,0
	250	100		8,0

Таблица 2

Характеристика установок

Тип сушилки	Удельный влагосъем, кг/(м ³ ·ч)	Общий объем сушилки, м ³	Длина, м	Диаметр, м
Труба-сушилка	80	2,43	34	0,4
Аэрофонтанная	120	1,62	8,5	0,35
Комбинированная	240	0,65	9,2	0,4
	80	0,48	2,5	0,4

комбинированной сушилках. Последняя состоит из трубы-сушилки и примыкающей к ней аэрофонтанной сушилки.

В качестве исходных данных для расчета приняты: производительность 0,5 т/ч влажного материала, начальная, конечная и критическая влажность 45 %, 10 % и 20 % соответственно. Опытные величины влагосъема взяты из литературных источников, скорости газа в аэрофонтанной сушилке приведены для горловины.

Как видно из табл. 2, вариант комбинированной сушилки является наиболее предпочтительным как по суммарному рабочему объему, так и по числу устанавливаемых аппаратов (труба-сушилка и один конус).

Таким образом, исходя из физических основ процесса сушки, осложненного капиллярно-пористой структурой высушиваемого материала, комбинированный аппарат обладает наилучшими характеристиками. Конструкционный принцип комбинированной сушилки лежит в основе проектируемой технологии в части узла сушки измельченной древесины перед пиролизом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Одноступенчатая сушилка древесного волокна / А. Д. Платов, В. П. Панов, Е. И. Стенин и др. // Деревообраб. пром-сть.— 1988.— № 3.— С. 9—11. [2]. Стерлин Д. М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 384 с.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630*232 : 630*902.1

«НЕ ВО СЛАВУ СВЕТУ СВОЕ РАССУЖДЕНИЕ ОСТАВЛЯЮ...»

(к 225-летию опубликования книги Ф. Г. Фокеля)

«Собрание лесной науки» — так кратко была названа автором написанная в 1762 г. книга «Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными применениями и наставлениями как оные разводить, сочиненное на немецком языке форштмейстером Фокелем, а с онаго переведенное на российский и по повелению Государственной адмиралтейской коллегии напечатанное в С.-Петербурге при шляхетском кадетском корпусе 1766 г.». Кроме авторского и издательского вариантов заглавий в других документах она называлась еще «О посадке леса», «О деревьях по состоянию оных по здешней природе».

Вышедшая на русском языке книга по лесоводству была первым учебником и наставлением одновременно. Написана она целиком на основе 25-летней (1727—1752 гг.) работы в России лесного знателя Ф. Г. Фокеля в качестве форштмейстера ее императорского величества при Адмиралтейской коллегии [2, 3]. Лишь через 14 лет после представления в Адмиралтейскую коллегию, уже «после смерти сочинителя, при помощи которого можно было представить ее в лучшем совершенстве», книга вышла из печати. Архивные материалы свидетельствуют о всех перипетиях, связанных с опубликованием этой книги [1].

В изданной книге обширное авторское предисловие заменено кратким анонимным, вместо подробного реестра содержания дано краткое «Оглавление книги сея», названные автором «страницы» о древесных породах представлены главами о них, а имеющееся в конце рукописи «Приполнение во оправдание автору», как ответ рецензентам этого труда, совсем опущено [4]. Между тем это характеризует намерения Ф. Г. Фокеля, повышает интерес к его книге.

Заслуживают воспроизведения выдержки из авторского неопубликованного предисловия. «Беспристрастному свету непротивно будет, егда я яко старый форштмейстер и правильной форштмейстерской и лесной науки охотник дерзаю мое мнение не в указу, не в намерении тщеславия себе искать письменно выдать, наипаче чтоб тем не противно Российскому государству служить. А особливо нынешнему свету и бывшим при мне моим ученикам в правило дабы придать им охоту вдаль о том помышлять с прилежною наукою о деревьях и о состоянии оных по здешней природе . . . не более к своей достойной славе оставляю, но мое намерение к тому только клонится, чтобы экспериментальным образом о свойстве здешнего роду деревьев по экономии писать, а особливо же какие деревья в здешнем государстве, коль далече во исправление Ея императорского величества службы здесь, в северной стороне быть допустило . . . именно в Выборгской, С.-Петербургской, Новгородской и отчасти в Архангельской губерниях...».

Далее Ф. Г. Фокель говорит о том, что книг по лесоводству, древесным породам вообще в мире очень мало, а на русском языке совсем нет. К тому же, по его мнению, разность в климате, особенности природы северной России, различия в истории и обычаях народов не позволяют без ущерба для дела использовать иностранные книги:

«...того ради в чужестранных лесных учреждениях и книгах того найтись не может». Фокель подчеркивает, что люди обычно разбазаривают и недооценивают то, чего имеют много, а лес начинают ценить лишь только тогда, когда уже в нем ощущается большой недостаток и поправить дело можно лишь с помощью больших затрат на его длительное выращивание. «В Лифляндии и в других многих местах уже риги нечем топить, великой недостаток в строевом лесе оказывается . . . подалее в России весьма великия пустоши и степи находятся, чему по мнению моему причина та, что обыватели в приумножении дерев и лесов не знают, как поступать подлинно, что к тому надлежит допльное знание и искусство. Чтобы форштмейстерское дело прилежно производить и ко времени и состоянию непрестанные опыты чинить, но чтоб мне оное дело не только поизъяснить и на тую прямую достойность поставить, то я истинно за выше помянутыми резонами побужден».

«Мною во многотрудных поездках собранные примечания не верно было бы с собою взять, но Российскому государству яко на память моей жизни оставить и яко первое на русском языке к счастливому успеху объявить...».

«...и понеже на всей части ни о чем ином писать буду, как о тех деревьях, которым сам опыт чинить могу, то о других никаких упоминать не будет, кроме найденных мною вышеупомянутых губерний».

«...при том же покажу как оные внешностию в молодых и старых летах под высоту полюса применяются, також силу и свойство получают, с живописью всякому дереву, цветку, семени, с приобщением к каждому ветви, а листья и иглы описывая к тому свое время и каким образом семена их созревают, как снимать семена и рассаживать и на то землю по состоянию своей натуры надлежащим образом уготовлять и в том будет состоять первая часть... А ежели бы мне продолжить веки и удастся время, то не премину и вторую часть о содержании на корени стоячих лесов да третью часть опыта внутреннему качеству по их состоятельству в воздухе, в воде, соли и огне еще собрать и поизвести письменно сообщить». Так кратко охарактеризовал Ф. Г. Фокель содержание первой части своего труда и намерение написать еще вторую и третью.

Заканчивается предисловие вновь заверением в том, что «и понеже я воистину славы в том своей не ищу, но паче оное собрание выдам из всенижайшей преданности и на память России ибо подобное сему не находится, то всеусердно благосклонного читателя прошу, ежели в чем какую погрешность найдет или по вящему усмотрению своему нечто лучше открыть можете, все то к лучшему толковать и рассудить, за что я доброжелательно читателю со всяким высокопочтением и любовью одолжен буду».

Адмиралтейская коллегия отослала рукопись книги в Академию наук на заключение «обстоятельно ль учинена и нет ли в ней какого недостатка». Она была благожелательно принята академиками М. В. Ломоносовым и С. П. Крашенинниковым [1]. Заключение подписано проф. С. П. Крашенинниковым и архивариусом Стафенталем. Они считали, что «книга, называемая «Собрание лесной науки», для многих учиненных сочинителем изрядных опытов при размножении лесов небесполезна как для учеников форштмейстерской науки, так и для других старающихся о экономии, чего ради и напечатания достойна быть имеет, ежели в ней два главных недостатка исправятся».

Первое замечание относилось к языку и стилю изложения. «Слог в книге так темен, что местами разуметь нельзя . . . и видно, что книга сия переведена с другого языка на российский у такого человека, который российского языка мало разумеет, а грамматики не знает, чего ради ежели Адмиралтейской коллегии угодно будет выдать на свет

объявленную книгу, то прежде надобно сообщить оную достойному переводчику, который бы сочинителевы мысли уяснил лучше и грамматические погрешности исправил». Второе замечание касалось «разности роду и о цветках». Рецензенты считали, что «сочинитель оного дела не знает основательно», имея в виду ошибки в области ботаники.

Ф. Г. Фокель в своем «покорнейшем рапорте» ответил: «Те Академии наук сомнения я рассматривал противу которых для усмотрения о лесной науке правости по искусству оного прилагаю». К рукописи он приобщил «Приполнение во оправдание автору» на восьми страницах, в котором подробно дал объяснения по тринадцати пунктам замечаний, преимущественно ботанического характера, на немецком и русском языках. «Сочинитель и переводчик со своими учениками» объясняет, что он и не думал в таком виде подавать книгу в печать, он больше обращал внимание на ее содержание, а не на слог. Некоторые недостатки Ф. Г. Фокель считал не очень важными, а другие и вовсе ничего не заключающими. Параграфы 181 и 182 были написаны заново. «Ученики мои яко природные россияне правописание лучше несмыслили . . ., можно ль мне в вину принести, что я отважился неусыпными трудами сколько мне было возможно на российском языке основание того дела уяснить по моей охоте и понятности той науки на собственном коште многие лета упражняться . . ., действо здешнего северного климата испытывать в таких делах, кои здесь в государстве еще не выданы . . .».

Что же касается некоторых замечаний рецензентов, которые сказали, что «сочинитель оного дела не знает основательно», то Ф. Г. Фокель ответил: «...о деревьях во всей книге я писал по науке моей и в чужое дело не вступал». Опровергая некоторые замечания, он писал: «...явно усматривается, что либо оная книга не со вниманием читана или против всеобщего признания упорно на своем только поставить хотелось бы рецензентам».

В течение последующих 10 лет каких-либо архивных сведений о самом сочинителе и судьбе рукописи его книги найти не удалось. По-видимому, Ф. Г. Фокель уехал в Германию, так как в декабре 1752 г. закончился срок его последнего контракта в России, и вскоре умер там.

В октябре 1762 г. в протоколе Адмиралтейской коллегии написано, что «по исправлении погрешностей» книга Фокеля вновь была отдана в Академию наук. Вскоре последовало заключение: «В такой книге для обучения форштмейстеров состоит немалая надобность и для того приказа . . ., освидетельствовав кому надлежит исправить в типографии морского шляхетского корпуса, напечатать, . . . наблюдать при том, чтоб излишеств в шрифте ставлено не было, дабы такая книга обошлась ценою дешевле». 21 октября 1762 г. последовал указ императрицы о печатании книги, а уже 23 октября рукопись поступила в типографию. Последовал рапорт, что «положенного при типографии справщика, знающего грамматику учителя российского языка, не имеется и потому означенную книгу в правописании исправить некому . . . А по рассмотрению командующего корпусом явилось, что оная книга переведена немцем, то во многих местах писана против российского языка с погрешностями, но при всем оном по содержанию своему бесполезна ныне . . . в требуемое по штату число справщик отыскивается и как оной типографии определится, то книга для исправления поручена ему и потом печатана будет». Адмиралтейская коллегия разрешила типографии привлечь для исправления книги учителя и предписала ее напечатать, что вновь было подтверждено специальным указом от 11 ноября 1762 г.

Из печати книга Фокеля вышла только в 1766 г. с перечисленными выше купюрами. В конце анонимного предисловия написано: «Итак, хотя книга сия и не может равняться с сочинениями ученых и в физических науках с лучшим основанием упражнявшихся людей, однако

столько нужного и полезного в себе заключает, что всякого домостроителя и любопытного человека к себе привлечь, и к точнейшему исследованию лесного в России искусства побудить может, тем больше, что о свойстве и разведении растущих у нас лесов никто еще ничего не писал» [5].

Начинается книга «Рассуждением о деревьях вообще» [гл. I, § 1—8], автором эта глава названа «Об особливом предусмотрении божеском». Кроме общебиологических и лесоводственных свойств, морфологии вегетативных органов в книге приведены фенология 14 древесных и 11 кустарниковых пород, описания и результаты многочисленных исследований и наблюдений по плодоношению, сбору, переработке и хранению семян, срокам посева, выращиванию посадочного материала, агротехнике создания и выращивания лесных насаждений. Упомянуты пороки, вредители и болезни, рассказано о применении древесины.

Автор книги был хорошо знаком с лесными законами европейских стран и литературой по лесоводству. Об этом свидетельствуют его ссылки на немецкие, шведские лесные уставы и регламенты, а также на Зальцбургский лесной регламент 1713 г. [гл. 24], Римский цесарский лесной устав [гл. 24], Российскую обервальдмейстерскую инструкцию 1723 г. В тексте упоминаются сведения из церковных книг (книги Моисея, Премудрости Соломона, Псалмы Давида), книг древних историков и писателей (Плиния и Витрувия), а также книг Флорина [с. 171], Ганса Карла фон Карловича [с. 99], Юлиуса Бернгарда фон Рора [с. 91—92, 99, 201], Бюффона [с. 73], Иоанна Тенцера [с. 116, 195], Леммери [с. 295], Ефенина [с. 201], Вишзена Николая [гл. 24], Страленберга [с. 330], Андерсона [с. 326], летописца Балбина [с. 184] и др.

Приведено сравнение роста и развития древесных и кустарниковых пород в России и Германии. Особенно большое внимание уделено древесным породам, используемым в кораблестроении. Из 529 параграфов, на которые поделен весь текст книги, дубу посвящено 123, лиственнице — 47, сосне — 38. Например, желуди дуба для получения рассады рекомендовал высевать осенью или весной в гряды, предварительно наполнив их «лесною черною землею или находящеюся на улицах грязью». Что касается обработки почвы, «то сперва надлежит перевалом врозь, а потом вместе вдоль сводить, и в третий раз еще выше бороною изборонить и столь глубоко захватывать землю, сколько можно». Для стенения и защиты всходов дуба он предлагал высевать зерновые или ставить ветви с листьями. Посевные места — лунки он рекомендовал готовить особым маркером, представляющим из себя брус с десятью толстыми коническими зубьями. Что касается возраста сеянцев, то Ф. Г. Фокель считал, чем большую они имеют заболонь, «тем безопаснее к пострижению и лучше к пересадке бывают, ибо тогда главный корень еще не так глубок и потому можно с корешками и с довольно матерою землею без дальнего вреда надежнее пересаживать, нежели другие дубки, у которых ветви ядро получили, и толщиной в одну или две пядени». При этом он приводит и результаты своих опытов по срокам, глубине и способам посева, рекомендует для получения более крупного посадочного материала на грядках выкапывать растения сначала через один ряд, оставляя другие расти дальше. А вот как он предлагает выкапывать сеянцы: «Везде, как в распоряженных, так и в лесных местах, где должно рассадку выкапывать, надлежит острою железною лопаткою по великости рассадки одного или более фута прямо в землю рыть, кругом той рассадки, сколь глубоко потребно. И как уже все будет осечено, тогда ту рассадку наклонять одною или многими лопатками осторожно [§ 71]. Буде же которая рассадка уже великовата, то надлежит с некоторых сторон еще поглубже копать и главный корень снизу сперва отделять...» [§ 72].

Главу 24 Ф. Г. Фокель посвящает лиственнице. На основе своих наблюдений он сообщает о своих первых опытах разведения лиственницы и высказывает ряд положений, которые интересны для лесоводов и сегодня: «...лиственничный лес годится на корпус военных кораблей, а на мачты тяжеловат, и круг мачты, також на братшпили и на блоковое дело крепок, напротив же того дуб на то дело лучше потому, что от каната гладится, а лиственница перетирается» [стр. 292].

Встречая лиственницу в Архангельской губернии, он подметил, что она попадается «...местами между еловыми и сосновыми деревьями по долинам, где земля лучше и при том, где от ветра в защищении или в покойном месте стоит, там и растет лучше». «Из всех смольных дерев хватает она кореньями глубже в землю, и любит хорошую, с песком смешанную землю, на которой лучше и скорее растет; напротив того, на холодных глинистых и мокрых местах медлительнее». В верховьях северных рек ему попадались 250-летние экземпляры высотой до 30,5 м и диаметром у комля 71 см. В Архангельском адмиралтействе он видел лиственничные доски шириной до 76,2 см.

Далее сообщаются сведения о характере роста лиственницы, коре, опаде, фенологии, сроках созревания, сбора и способе переработки шишек, обескрыливании семян. Здесь же он приводит подробные данные по агротехнике создания корабельной лиственничной рощи на первых двух участках близ р. Линдуловой.

Книга действительно написана необычно, в виде рассуждений автора по тем или иным вопросам, относящимся к различным древесным породам. Так, в § 94 он пишет: «Искусство научает, что все деревья, которые на солнце и свободном воздухе просторно и умеренно растут, завсегда крепче, вязче, тонкослойнее и тверже бывают, нежели такие, кои в темноватых местах и не на свободном воздухе возрастают» [с. 56—57]. Севернее 58° с. ш. Ф. Г. Фокель не рекомендовал заводить большие дубовые леса. Лучшим временем рубки всякого леса он считал зиму, «когда соки окрепнут и одеременеют, при том же тогда и прочнее, нежели весною, ибо от весны до середины лета во всех деревьях сок состоит текущею водою, в одних виднее, нежели в других». «Искусство научает, что лес в корабельное строение лучше и прочнее такой, который по срубке, спустя два или три года, в дело употребится» [с. 80].

Ф. Г. Фокель уже тогда обратил внимание на наличие в лесах берез с повислыми и прямостоячими ветвями двойного качества «оних, из коих одне больше, и стембель листа белее, а у других стембель краснее и лист бывает гуще» [§ 26]. Тогда же он заметил и карельскую березу: «В Лапонии, Финляндии и Корелии находятся такого рода березы, что снизу в конце растут толще, вышиною с человека, толщиною в две пядени и редко находятся в лесах, а где и есть, то обыкновенно вкупе, но одна меньше другой, у коих все жилки видом так как у престарелых, и листья на них гуще, нежели на прочих» [§ 204]. «Оный род березы внутренностию походит на мрамор, которую обыватели отыскивают на токарную работу на чашки, стаканы и прочия тому надобныя вещи. Я из того рода березы видел выточенной ракетный станок, который за дорогую цену был продан» [§ 205].

Ф. Г. Фокель рассказывает о лекарственных свойствах описываемых им растений, говоря, что «из сего довольно видимы щедроты высшего создателя, по велению которого земля для всякого климата столько лекарственных трав произносит, сколько обывателям для сохранения своего здоровья потребно». Он описал кедры, растущие у р. Двины, высотой не более 50 футов, а толщиною от 10 до 13 дюймов в комле. Сегодня они встречаются значительно восточнее.

В конце книги автор, как бы извиняясь перед читателями, пишет: «...я все выше упомянутые деревья, над которыми по здешнему климату

и качеству их чрез 25 лет чинил разные опыты, находил в здешних северных провинциях, в кои я был послан, и оным дал теж имена, коими жители тех провинций их называли».

«Что ж надлежит до сего описания, то оное учинено мною для одного только намерения, дабы бывшие при мне ученики при случае, ежели где впредь найдутся другие роды дерев, о коих званый и качеств еще не известно, после меня могли в описании оных мне последовать... Итак в заключение сего моего труда препоручаю себя в милость добротному читателю, и прошу собранные сии не без довольного труда примечания принять благосклонно и рассуждать о оных по истинным правилам лесного искусства» [с. 372—373].

Так заканчивается эта удивительная книга, которая читается и сегодня с большим интересом. Без сомнения, она является выдающимся литературным памятником нашей страны и достойна быть изданной вновь для широкого круга лесоводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дело о переводе и напечатании книги форштмейстера Фокеля «Собрание лесной науки (о посадке лесов)» — ЦГА ВМФ СССР, ф. 212, оп. 1, д. 68.— 20 л. [2]. Мелехов И. С. М. В. Ломоносов и истоки науки о лесе и лесного образования в России (к 270-летию со дня рождения М. В. Ломоносова) // Лесн. журн.— 1981.— № 5.— С. 128—136.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Редько Г. И. Лесной знателю Ф. Г. Фокель в России // Лесн. журн.— 1990.— № 5.— С. 129—131.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Собрание лесной науки, I часть, сочиненная Ея императорского величества всероссийской форштмейстером Фердинанд Гавриилом Фокелем в лето Христово 1752 г.— ГПБ им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, отдел древних рукописей, эрмитажное собрание, № 118, 132 л.— 364 с. [5]. Фокель Ф. Г. Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить.— Спб., 1766.— 373 с.

Г. И. Редько

Ленинградская лесотехническая академия

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3 : 630*161.4

ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО АНАТОМИИ,
ФИЗИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В Петрозаводске с 26 февраля по 1 марта 1991 г. проходило Всесоюзное совещание по анатомии, физиологии и экологии древесных растений, посвященное основоположнику отечественной лесной физиологии, чл.-кор. АН СССР, проф. Л. А. Иванову. Организатором Ивановских чтений был не менее известный ботаник-эволюционист, зав. кафедрой анатомии и физиологии растений ЛТА, проф. А. А. Яценко-Хмельевский. Данные 26-е чтения, по-существу, проходили под знаком памяти этих двух выдающихся ученых.

Ивановские чтения проводятся с 1963 г. в Ленинграде под эгидой ВБО и ЛТА. Материалы первых двух совещаний опубликованы.

Местом проведения очередного 26-го заседания не случайно выбран Петрозаводск. Здесь в Институте леса Карельского НЦ АН СССР активно функционирует лаборатория физиологии древесных растений. Ее сотрудники изучают фундаментальные проблемы экофизиологии древесных растений, а совместно с учеными Института биологии того же центра разрабатывают лабораторные и, что особенно важно, полевые методы изучения жизнедеятельности древесных растений, исследуют особенности анатомического их строения и жизни лесных экосистем в целом, ведут подготовку молодой смены лесных анатомов, экологов и физиологов.

На совещании присутствовали представители не только академической, но и отраслевой науки, вузов, опытных станций, ботанических садов и других учреждений. В совещании приняли участие 117 человек, из них — 57 иногородних. Заслушано и обсуждено 43 доклада.

Совещание открыла зав. лабораторией физиологии древесных растений Карельского института леса В. В. Габукова. Со вступительным словом об основных этапах творческого пути Л. А. Иванова выступила Е. С. Чавчавадзе. Сообщение о работах Карельского института леса и задачах лесных физиологов сделал его директор С. С. Зябченко.

Работа проводилась по трем секциям: анатомии лесных растений, физиологии древесных растений, загрязнения лесных фитоценозов.

На секции анатомии растений заслушаны интересные доклады А. Я. Любавской с соавторами «Возрастная изменчивость текстуры и анатомического строения древесины карельской березы в культурах Московской области» (Москва), В. И. Ермакова с соавторами «Структурно-функциональная особенность проводящей флоэмы древесных растений» (Петрозаводск). Вопросы анатомии на стыке с физиологией рассмотрены в докладах Г. Т. Криницкого «Морфофизиологические исследования в лесной селекции» (Львов), Р. К. Байбуриной и Ф. З. Фатаховой «Некоторые физиологические особенности березы карельской, выращенной в культуре тканей» (Уфа), И. В. Бошкова с соавторами «Клональное микроразмножение ели европейской через соматический эмбриогенез» (Ленинград) и др.

Физиологии древесных растений были посвящены доклады В. В. Габуковой «Экофизиологические основы репродуктивных процессов у хвойных» (Петрозаводск), А. И. Федоровой «Физиология горных кли-

матипов хвойных» (Воронеж), Н. П. Чернобровкиной с соавторами «Азотный обмен сосны обыкновенной в связи с интенсивностью роста» (Петрозаводск) и др.

В связи с ухудшением экологической обстановки в стране живой интерес вызвали доклады Е. С. Чавчавадзе с соавторами «Структурные особенности древесины сосны обыкновенной в связи с атмосферными загрязнениями» (Ленинград), Л. Г. Бабушкиной «Комплексная оценка состояния лесных биогеоценозов в зоне промышленных загрязнений» (Свердловск), Д. С. Голода «Техногенез и проблема загрязнения лесных биогеоценозов» (Минск) и др.

С методическими и методологическими докладами выступили Л. К. Қайбйяйнен (Петрозаводск), Н. Н. Погадаева (Иркутск), Э. Г. Попов, В. К. Курец, Е. Ф. Марковская (Петрозаводск) и др. На совещании рассмотрены также вопросы, связанные с физиологическим обоснованием лесохозяйственных мероприятий, клеточной и генной инженерией древесных растений, реакцией лесных экосистем на условия глобального потепления, организацией лесного мониторинга и др. (А. В. Веретенников, Н. В. Ловелиус, В. И. Ермаков, А. И. Федорова и др.).

В рамках форума проведено организационное заседание секции древесных растений научного совета «Проблемы лесоведения» АН СССР, организован ряд экскурсий. Принято решение об опубликовании материалов совещания.

А. В. Веретенников

Воронежский лесотехнический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*284(049.3)

ПОЛЕЗНАЯ КНИГА О ПОДСОЧКЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД*

Рациональное, комплексное использование леса включает подсочку хвойных пород в целях добычи живицы — ценного сырья для производства канифоли, скипидара и других лесохимических продуктов, применяемых во многих отраслях промышленности.

Книга, посвященная подсочке хвойных деревьев в Польше и СССР, явилась результатом совместной работы авторов двух стран и написана на русском и польском языках.

В ней изложены вопросы смолообразования и смолы выделения хвойных пород, имеющих смоляные ходы, описаны новообразования живицы после ее выделения из дерева.

Представлена динамика добычи сосновой живицы за послевоенный период до настоящего времени. В 1960-х гг. в обеих странах добыча живицы была наибольшей, в последующие годы она стабилизировалась: в Польше — на уровне 10 тыс. т., в СССР — 140...150 тыс. т. Приведены данные о мировом производстве канифоли и скипидара.

В отдельном разделе дана характеристика инструментов и оборудования, которые используются при подсочке сосны в Польше и СССР. Это различные разметчики, струги, хаки и другие инструменты как для обычной подсочки, так и с применением стимуляторов. Изложена методика работы с ними.

Приведены основные требования и положения правил подсочки, технологические схемы и параметры. Отмечено, например, что в СССР подсочку, в зависимости от пояса, проводят на протяжении 10...15, в редких случаях 5 лет, в Польше — 6 лет. В Польше используется лишь одна типовая технологическая схема различной высоты карр (180, 200, 210 и 270 см), в Советском Союзе восемь схем одинаковой высоты 470 см.

Рассмотрены вопросы добычи живицы с использованием стимуляторов: серной кислоты, хлорной извести, сульфитно-спиртовой барды, экстракта кормовых дрожжей. Их применение позволяет значительно увеличить выход живицы при подсочке.

Освещено влияние метеорологических и лесорастительных условий, лесоводственных и таксационных показателей древостоев на смолопродуктивность сосновых насаждений.

Заслуживает внимания описание способов подсочки кедра сибирского, лиственницы, ели, сбора еловой серки и пихтовой живицы. Отражены вопросы упаковки, маркировки, транспортировки и хранения живицы сосны, лиственницы и пихты.

Книга хорошо иллюстрирована, содержит интересные таблицы. В ней приведены перечни терминов и определений по подсочке на русском, украинском и польском языках. К сожалению, тираж книги явно

* Мушинский З., Рябчук В. П., Шудря Ю. В. Некоторые проблемы побочного пользования лесом. Ч. I. Подсочка хвойных деревьев. — Краков — Львов, 1991. — 111 с.

недостаточен (500 экземпляров). В связи с ограниченным объемом в ней не полностью отражены новые научно-технические достижения в области подсочки леса в нашей стране.

Тем не менее книга, несомненно, вызовет интерес у работников лесного хозяйства, будет полезна студентам высших и средних учебных заведений лесохозяйственного профиля.

В. И. Суханов

Архангельский институт леса и лесохимии

ЮБИЛЕИ

ВАСИЛИЮ ЕВДОКИМОВИЧУ ПЕЧЕНКИНУ — 90 ЛЕТ

25 января 1991 г. исполнилось 90 лет одному из основателей высшего лесотехнического образования в нашей стране, заслуженному деятелю науки и техники Марийской ССР, доценту, кандидату технических наук Василию Евдокимовичу Печенкину.

Начальное образование он получил в трехклассной приходской школе, а уже в возрасте 11 лет начал работать на Лысьвенском металлургическом заводе графа Шувалова. В 1917 г. В. Е. Печенкин стал членом социалистического союза молодежи, в 1918 г. — красногвардейцем, а потом и старшиной батальона частей особого назначения. Его посылают учиться на рабфак в г. Чусовой (1920 г.), а затем в г. Пермь (1921—1924 гг.). По распределению рабфака В. Е. Печенкин поступил в лесной институт г. Ленинграда (ЛТА им. С. М. Кирова).

После окончания академии в 1930 г. В. Е. Печенкин стал аспирантом проф. В. А. Петровского на кафедре лесозаготовки. Научные разработки, выполненные еще в студенческие годы, позволили закончить досрочно аспирантуру и осенью 1931 г. приступить к работе на этой кафедре в должности ассистента. Заводской опыт помог ему в проведении успешных испытаний зарубежных и первых советских бензиномоторных пил. На основе практических данных Василий Евдокимович опубликовал в 1932 г. брошюру «Моторные пилы», за что в 1934 г. ему было присвоено звание доцента.

В 1931—1934 гг. В. Е. Печенкин участвовал в создании кафедры механизации лесозаготовки при ЛТА, которая выделилась из кафедры лесозаготовки, подготовил и прочитал курс лекций по механизации лесозаготовительных работ. Молодой преподаватель, инженер, активный член студенческой лесосечной бригады В. Е. Печенкин в переполненной аудитории не только теоретически объяснял работу бензопил, но и демонстрировал их запуск и особенности конструкций. Лектор с ассистентами проводили показательную распиловку под гром аплодисментов. Все присутствовавшие понимали историческую значимость публичной демонстрации возможностей бензопил. Так в 1932 г. было положено начало освоению машин и механизмов на лесозаготовках. В. Е. Печенкин вспоминает эти дни как самое радостное событие своей жизни.

Наряду с педагогической и научно-исследовательской работой он временно исполнял обязанности заведующего кафедрой, а в 1933—1937 гг. был заместителем заведующего кафедрой Константина Миновича Ашкенази.

После защиты кандидатской диссертации в 1937 г. В. Е. Печенкина назначают ректором Сибирского лесотехнического института, где до 1942 г. он одновременно заведовал кафедрой механизации лесозаготовки.

Война изменила все творческие планы, и он стал арбитром и уполномоченным Комитета обороны по Красноярскому краю. В 1942—1948 гг. возглавлял Уральский лесотехнический институт и одновременно кафедру механизации лесозаготовки.

С 1948 по 1974 г. В. Е. Печенкин жил в г. Йошкар-Оле и заведовал кафедрой механизации лесоразработок Поволжского лесотехнического института. Здесь он много времени уделял научным исследованиям, руководил научно-исследовательской лабораторией института (1957—1982 гг.).

Последние два года перед выходом на заслуженный отдых в 1984 г. он работал в должности доцента и старшего научного сотрудника Марийского политехнического института.

В. Е. Печенкин в 1938 г. издал первый учебник по механизации лесоразработок. Всего ему принадлежит более 80 печатных работ.

По всей стране работают ученики В. Е. Печенкина, которым он передал свои знания и богатый жизненный опыт. Он постоянно выступает с публицистическими статьями в печати, пишет воспоминания.

Комсомолец 20-х годов, ветеран коммунистической партии с 1926 г. ветеран труда В. Е. Печенкин — яркий пример человека активной жизненной позиции.

От имени всех, знающих Василия Евдокимовича по его учебе и работе, желаю юбиляру крепкого здоровья, долголетия и творческих успехов во всех намеченных им делах.

П. М. Мазуркин

Марийский политехнический институт

НЕКРОЛОГИ

БОРИС АБРАМОВИЧ ТАУБЕР

Большую утрату понесла отечественная лесная наука. На восьмидесятом году ушел из жизни заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор Московского лесотехнического института Борис Абрамович Таубер.

В 1929 г. он начал свой трудовой путь слесарем на заводе им. Петровского в г. Херсоне. После окончания Уральского политехнического института В. А. Таубер работал конструктором на заводах «Уралмаш», «Металлист» и «Подъемник». С 1941 г. его деятельность связана с развитием одной из важнейших отраслей народного хозяйства — подъемно-транспортным машиностроением. С 1943 г. он занимал должности заместителя начальника, затем начальника производства и заместителя главного инженера завода «Подъемник».

В 1946 г. Борис Абрамович защитил кандидатскую диссертацию и стал работать в МЛТИ, где с 1952 г. заведовал кафедрой «Теория механизмов и детали машин». В 1957 г. он защитил докторскую диссертацию, а в 1959 г. ему было присвоено звание профессора. Его добрые дела вдохновляли студентов и сотрудников института, которому он отдал 45 лет жизни.

Б. А. Таубером выполнены крупные исследования по теории зачерпывания грейферных механизмов, созданы методы расчета и конструирования систем механизмов, положенные в основу новых разработок, впервые в Советском Союзе и за рубежом опубликованы основополагающие работы по теории грейферных механизмов. Им получено 62 авторских свидетельства на изобретения.

Борис Абрамович создал научную школу по проблемам механизации переместительных операций в народном хозяйстве. Им опубликовано более 180 научных работ, в том числе 2 учебника для вузов и 2 монографии по грейферным механизмам. Эти книги переведены и изданы за рубежом. Под его руководством подготовлены и успешно защищены 42 кандидатские и 4 докторские диссертации. Он читал лекции в высших учебных заведениях Югославии, Германии, Болгарии и Венгрии. Б. А. Таубер являлся членом бюро НТС Минлеспрома СССР и научного совета по лесным проблемам Государственного комитета СССР по науке и технике, председателем комиссии лесной промышленности секции НТС Государственного комитета СССР по народному образованию, членом ученого совета МЛТИ и редколлегии журнала «Лесная промышленность».

Память о Б. А. Таубере, мудром и добром человеке, замечательном воспитателе, ученом и талантливом изобретателе, сохранится в сердцах его учеников и сотрудников кафедры, всего коллектива института и специалистов лесной промышленности.

Группа товарищей.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>И. И. Гусев, С. В. Коптев.</i> Сортиментная структура северотаежных ельников	3
<i>Д. П. Столяров, В. Н. Минаев.</i> Возможности использования мотоделталланов для целей исследования лесов	12
<i>А. С. Алексеев, Б. В. Бабиков.</i> Оценка изменений состояния древостоев сосны на осушенных болотах	16
<i>О. М. Шапкин, И. И. Попивций.</i> К проблеме вегетативного размножения ели европейской	22
<i>И. П. Колодин, Э. В. Конев.</i> К расчету остановки отрезков контура лесного пожара	26
<i>Ю. М. Дебринок.</i> Об использовании схем смещения при создании лесных культур дуба и ели на западе УССР	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А. В. Жуков, В. В. Янушко, С. П. Мохов.</i> Статистическая оценка нагруженности лесовозного тягача при холостом пробеге	35
<i>Б. В. Уваров, В. И. Жабин, В. В. Щелкунов.</i> О деформациях и напряжениях в рельсах и шпальном основании	38
<i>Б. Б. Демидовский, Б. Д. Васильев-Козлов.</i> Результаты испытаний гребневых тормозных колодок из чугуно-капронового прессматериала на тепловозах УЖД	43
<i>Г. А. Иванов.</i> Уточнение методики расчета сменной производительности трелевочного трактора	46
<i>З. Д. Втюрина.</i> Изменение массы на крюке крана-лесопогрузчика башенного типа при выгрузке круглых лесоматериалов из грейфера на весу	52

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Г. Ф. Прокофьев.</i> Определение параметров механизма привода пилы ленточно-пильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими	55
<i>В. А. Шамаев, Г. К. Гаврилов.</i> Жесткость древесины как функция ее гидротермического состояния	58
<i>Л. С. Суровцева, Л. И. Бахметьева.</i> Возможность укрупненной сортировки бревен по диаметрам в лесопильном потоке, оснащенный базоформирующей линией	63
<i>С. К. Юрченко, А. В. Брюквин.</i> Теоретическое исследование влияния различных конструктивных параметров на устойчивость ленточных пил	67
<i>М. У. Умаров, Е. С. Чавчавадзе, И. В. Забабурчина.</i> Влияние промышленного загрязнения на структуру древесины березы извилистой (<i>Betula tortuosa</i> Ldb.)	71
<i>Т. С. Исупова.</i> К вопросу стабилизации усилия натяжения пилы вертикального ленточнопильного станка	74

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, И. Ф. Козловский.</i> Применение лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит повышенной водостойкости	77
<i>Т. Н. Груздева, Б. П. Ерыхов, А. Н. Наумов.</i> Влияние синусоидальных сдвиговых напряжений на структуру бумаги	82
<i>О. А. Терентьев, С. Г. Васильева, Ю. А. Тотухов.</i> Оценка влияния поверхностных свойств волокон на структурообразование суспензий	85
<i>Я. В. Дуда, Л. А. Яремчук, В. В. Хохрякова.</i> Применение физико-химических методов для исследования структуры полиэфирных покрытий	87
<i>А. Я. Борзенкова, Р. И. Дашевская, Г. К. Третинникова, И. В. Ельканович.</i> Пути использования лигносульфонатов в технологии переработки эластомеров	90
<i>Б. Д. Левин.</i> Об адсорбционной сушке гидролизного лигнина в барабанной сушилке	94

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- И. М. Сняжкович.* О совершенствовании экономических отношений в лесовыращивании 100
- Г. Е. Давыдов.* Оценка надежности поставок древесины при специализации и закреплении части ресурсов за определенным потребителем 103
- А. В. Пластинин, Г. Г. Суханов.* О методике построения комплексного показателя эффективности производства на предприятии 107

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- В. С. Писанов.* Этап формирования сосняка ягодниково-зеленомошного в условиях заповедности и влияния водохранилища 111
- В. И. Ерусалимский.* Транспирация дуба и сопутствующих пород в культурах засушливой степи 113
- Б. П. Соловьев, А. Я. Ведерникова, Л. А. Цветков.* Целевые культуры ускоренного лесовыращивания 115
- С. В. Карпов, Э. Н. Сабуров.* К определению расходных характеристик циклонных аппаратов 118
- В. П. Орлов, Ю. Л. Юрьев.* Выбор рационального типа конвективной сушилки для измельченной древесины 123

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Г. И. Редько.* «Не во славу свету свое рассуждение оставляю...» (к 225-летию опубликования книги Ф. Г. Фокеля) 125

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- А. В. Веретенников.* Всесоюзное совещание по анатомии, физиологии и экологии лесных растений 131

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- В. И. Суханов.* Полезная книга о подпочке хвойных пород 133

ЮБИЛЕИ

- П. М. Мазуркин.* Василию Евдокимовичу Печенкину — 90 лет 135

НЕКРОЛОГИ

- Группа товарищей.* Борис Абрамович Таубер 137

- Рефераты 142

CONTENTS

FORESTRY

<i>I. Gusev, S. V. Koptev.</i> Assortment structure of northern taiga spruce groves	3
<i>D. P. Stolyarov, V. N. Minaev.</i> Possibilities of motor delta wing aircraft usage for Forest exploration	12
<i>A. S. Alexeev, B. V. Babikov.</i> Evaluation of pine stands' condition changes on drained bogs	16
<i>O. M. Shapkin, I. I. Popivshchii.</i> On problem of common spruce vegetative reproduction	22
<i>I. P. Kolodin, E. V. Konev.</i> On calculation of forest fire contour sections stop	26
<i>Yu. M. Debrinyuk.</i> On usage of displacement schemes when planting oak and spruce in the west of UkSSR	30

FOREST EXPLOITATION

<i>A. V. Zhukov, V. V. Yanushko, S. P. Mohov.</i> Statistical evaluation of log truck prime mover load at idle run	35
<i>B. V. Uvarov, V. I. Zhabin, V. V. Shchelkunov.</i> On deformations and strains in rails and sleeper foundation	38
<i>B. B. Demidovskii, B. D. Vasil'ev-Kozlov.</i> Test results of cogging brake shoes made of cast iron-kapron pressed material on diesel locomotives on narrow-gauge railroad	43
<i>G. A. Ivanov.</i> Closer definition of calculation method of skidder shift productivity	46
<i>Z. D. Vtyurina.</i> Change of weight on loading tower crane hook at round timber grapple discharging suspended	52

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>G. F. Prokof'ev.</i> Determination of drive mechanism parameters of curvilinear aerostatic guide band saw	55
<i>V. A. Shamaev, G. K. Gavrilov.</i> Wood stiffness as a function of its hydrothermal state	58
<i>L. S. Surovtseva, L. I. Bakhmet'eva.</i> Possibility of integrated log diameter grading in wood cutting flow equipped with base-forming line	63
<i>S. K. Yurchenko, A. V. Bryukvin.</i> Study of various constructional parameters influence on band saw stability	67
<i>M. U. Umarov, E. S. Chavchavadze, I. V. Zababurina.</i> Effect of industrial pollution on birch wood structure	71
<i>T. S. Isupova.</i> On problem of vertical band saw strain stability	74

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>A. A. El'bert, L. P. Kovrizhnyh, I. F. Kozlovskii.</i> Application of lignosulfonates in particleboard manufacture of increased water resistance	77
<i>T. N. Gruzdeva, B. P. Erykhov, A. N. Naumov.</i> Influence of sinusoidal Shear stresses on paper structure	82
<i>O. A. Terent'ev, S. G. Vasil'eva, Ya. A. Totukhov.</i> Evaluation of fibrous surface properties influence on structural forming of suspensions	85
<i>Ya. V. Duda, L. A. Yaremchuk, V. V. Khokhryakova.</i> Application of physical and chemical methods for structure investigation into polyester coatings	87
<i>A. Ya. Borzenkova, R. I. Dashevskaya, G. K. Tretinnikova, I. V. El'kanovich.</i> Ways of lignosulphonates usage in elastoplastic processing technology	90
<i>B. D. Levin.</i> On Adsorption hydrolysis lignin drying in drum drier	94

ECONOMICS AND MANAGEMENT

I. M. Sinyakevich. On improvement of economic relationship in forest regeneration 100
G. E. Davydov. Evaluation of timber supplies reliability in specialization and assigning some part of resources to certain consumer 103
A. V. Plastinin, G. G. Sukhanov. On methods of industrial efficiency integrated index design 107

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

V. S. Pisanov. Forming stage of pine forest with berries and *Hylocomium*, *Dicranum*, *Rhytidadelphus* species under conditions of reservation and influence of reservoir 111
V. I. Erusalimskii. Transpiration of oak and associated species in the cultures of droughty steppe 113
B. P. Solov'ev, A. Ya. Vedernikova, L. A. Tsvetkov. Special purpose cultures of accelerated forest growth 115
S. V. Karpov, E. N. Saburov. On determination of expendable characteristic of cyclone apparatus 118
V. P. Orlov, Yu. L. Yur'ev. Choise of rational type of convection drier for disintegrating wood 123

HISTORY OF SCIENCE

G. I. Red'ko. „Not for the glory of the world my reasoning leave...“ (towards the 225th anniversary of publishing F. G. Fokel's book) 125

LEARNED CONFERENCES

A. V. Veretennikov. All-union conference on anatomy, physiology and ecology of forest plants 131

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

V. I. Sukhanov. Useful book on coniferous species boxing 133

JUBILEE

P. M. Mazurkin. Vasilii Evdokimovich Pechenkin — 90 years old 135

OBITUARIE

A group of colleagues. Boris Abramovich Tauber 137

Précis 142

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*52

Сортиментная структура северотаежных ельников. ГУСЕВ И. И., КОПТЕВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 3—11.

На основании закономерностей изменения выхода деловой древесины, дров и отходов по ступеням толщины и разрядам высот составлены сортиментно-сортные таблицы северотаежных ельников в соответствии с новыми ГОСТами. Ил. 1. Табл. 8.

УДК 630*585

Возможности использования мотодельтапланов для целей исследования лесов. СТОЛЯРОВ Д. П., МИНАЕВ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 12—16.

Рассмотрены результаты аэротаксации лесов с помощью сверхлегких летательных аппаратов. Рекомендовано применение аэрофотоаппаратов и современной видеоаппаратуры для получения оперативной информации. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*385.1:630*5

Оценка изменений состояния древостоев сосны на осушенных болотах. АЛЕКСЕЕВ А. С., БАБИКОВ Б. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 16—21.

Разработаны математические модели для количественного анализа, оценки и прогноза состояния древостоев сосны на осушенных верховом и переходном болотах. Модели проверены на основе материалов длительных наблюдений на шести постоянных пробных площадях. Табл. 10. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*281:581.165.712

К проблеме вегетативного размножения ели европейской. ШАПКИН О. М., ПОПИВЩИЙ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 22—25.

Описан опыт укоренения зимой в теплице черенков 12-летних деревьев ели европейской при воздействии физических и химических факторов. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*432.31

К расчету останков отрезков контура лесного пожара. КОЛОДИН И. П., КОНЕВ Э. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 26—29.

Сформулирована система дифференциальных уравнений для расчета длины кромки лесного пожара в моменты начала и конца его останков при известной длине кромки огня в момент обнаружения. Приведены примеры численного и аналитического решения системы, полученные в результате программной реализации на языках Паскаль и Фортран. Обсуждены условия выхода пожара из-под контроля. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*181.41:630*232

Об использовании схем смещения при создании лесных культур дуба и ели на западе УССР. ДЕБРИНЮК Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 30—34.

Рассмотрены вопросы взаимодействия дуба и ели в молодых смешанных насаждениях в зависимости от типа и схемы смещения пород в условиях свежих дубрав на западе УССР. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 629.114.3.001.2

Статистическая оценка нагруженности лесовозного тягача при холостом пробеге. ЖУКОВ А. В., ЯНУЦКО В. В., МОХОВ С. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 35—38.

Приведены результаты испытаний плавности хода и нагруженности лесовозного автопоезда с серийным технологическим оборудованием и с дополнительным поддресориванием рессоры. Обоснована эффективность применения системы поддресоривания перевозимого рессоры при холостых пробегах. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 531.3:625.143

О деформациях и напряжениях в рельсах и шпальном основании. УВАРОВ Б. В., ЖАБИН В. И., ШЕЛКУНОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 33—42.

Предложен метод расчета напряженно-деформируемого состояния рельсов и земляного полотна лесовозных УЖД с учетом нелинейных свойств шпального основания. Задача решена численно на ЭВМ. Приведены результаты расчета. Ил. 5. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*377.73

Результаты испытаний гребневых тормозных колодок из чугуно-капронового пресматериала на тепловозах УЖД. ДЕМИДОВСКИЙ Б. Б., ВАСИЛЬЕВ-КОЗЛОВ Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 43—46.

Проведены сравнительные эксплуатационные испытания опытных тормозных колодок из чугуно-капронового пресматериала и чугуна для тепловозов УЖД. Исследованы их износ и тормозные качества, износ профиля бандажа. Ил. 3. Табл. 2.

УДК 630*375:65.011.46

Уточнение методики расчета сменной производительности трелевочного трактора. ИВАНОВ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 46—51.

Рассмотрена возможность повышения сменной производительности трелевочного трактора с увеличением коэффициента запаса крутящего момента двигателя и заменой коробки передач. Анализ проведен по разработанной методике для различных производственных условий работы трелевочного трактора. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 621.86.063.2.001.24

Изменение массы на крюке крана-лесопогружчика башенного типа при выгрузке круглых лесоматериалов из грейфера на весу. ВТЮРИНА З. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 52—54.

Приведены результаты теоретического и экспериментального исследования выгрузки бревен различного диаметра из грейфера на весу при непрерывном раскрытии его челюстей. Ил. 2.

УДК 621.935

Определение параметров механизма привода пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими. ПРОКОФЬЕВ Г. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 55—58.

Приведена методика, позволяющая при заданных условиях пиления определить основные параметры и условия эффективной эксплуатации ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими. Ил. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*812

Жесткость древесины как функция ее гидротермического состояния. ШАМАЕВ В. А., ГАВРИЛОВ Г. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 58—63.

Изучено изменение модуля упругости натуральной и модифицированной древесины в процессе сушки под давлением. Расчетные зависимости подтверждены экспериментально с достаточной степенью точности. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 20 назв.

УДК 674.093.6

Возможность укрупненной сортировки бревен по диаметрам в лесодильном потоке, оснащенном базоформирующей линией. СУРОВЦЕВА Л. С., БАХМЕТЬЕВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 63—67.

Рассмотрены вопросы о возможности укрупненной сортировки бревен по диаметрам при раскрое несимметричными поставами в потоках, оснащенных базоформирующими линиями, а также требование к механизмам ориентации, базирования бревен и пилозаготовок. Установлено, что изменение градации сортировки бревен по диаметрам увеличивает выход пилопродукции за счет применения рациональных поставов, сокращает трудозатраты в подготовке сырья к распиловке. Для этого требуется более жесткая система обмера бревен по диаметрам через 1 см и взаимосвязанная поднастройка механизмов ориентации бревен, пилозаготовок, бруса. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.053:621.935

Теоретическое исследование влияния различных конструктивных параметров на устойчивость ленточных пил. ЮРЧЕНКО С. К., БРЮКВИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 67—71.

Приведены описание алгоритма расчета критического усилия отжима для ленточных пил и результаты параметрических исследований по приведенному алгоритму применительно к станкам ЛБ-150 Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*811:581.5

Влияние промышленного загрязнения на структуру древесины березы извилистой (*Betula tortuosa* Ldb.). УМАРОВ М. У., ЧАВ-ЧАВАДЗЕ Е. С., ЗАБЪБУРИНА И. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 71—74.

Установлено непосредственное влияние загрязнений промышленных предприятий на формирование древесины березы извилистой. Табл. 1. Библиогр. список: 23 назв.

УДК 674.053:621.93

К вопросу стабилизации усилия натяжения пилы вертикального ленточнопильного станка. ИСУПОВА Т. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 74—76.

Определены зависимости частоты собственных колебаний аккумулятора от давления зарядки, длины магистрали и рабочего давления в системе. Табл. 1.

УДК 674.815-41

Применение лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит повышенной водостойкости. ЭЛЬБЕРТ А. А., КОВРИЖНЫХ Л. П., КОЗЛОВСКИЙ И. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 77—81.

Предложено улучшить ранее разработанную рецептуру карбамидной смолы, содержащей 20% лигносульфонатов (ЛС), путем предварительного модифицирования ЛС персульфатом аммония и солями металлов. Ил. 2. Табл. 5. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 676.017

Влияние синусоидальных сдвиговых напряжений на структуру бумаги. ГРУЗДЕВА Т. Н., ЕРЬХОВ Б. П., НАУМОВ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 82—85.

Показана возможность использования динамического поля касательных напряжений для

регулирования и управления процессами тексотропии в воздушно-сухих целлюлозно-бумажных материалах. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.1.014.8

Оценка влияния поверхностных свойств волокон на структурообразование суспензий. ТЕРЕНТЬЕВ О. А., ВАСИЛЬЕВА С. Г., ТОТУХОВ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 85—87.

Рассмотрено влияние поверхностных свойств волокон на структурообразование волокнистых суспензий. Показано, что тип взаимодействия между волокнами зависит от свойств их поверхности и обуславливает прочность структуры волокнистой суспензии. Ил. 1.

УДК 667.645:543.87

Применение физико-химических методов для исследования структуры полиэфирных покрытий. ДУДА Я. В., ДРЕМЧУК Л. А., ХОХРЯКОВА В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 87—89.

Сопоставлены 3 варианта определения свободного стирола в полиэфирных покрытиях: газожидкостная хроматография (ГЖХ), полярография и ИК-спектроскопия. Сделан вывод о предпочтительном использовании ГЖХ. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.081.2:678.04

Пути использования лигносульфонатов в технологии переработки эластомеров. БОРЗЕНКОВА А. Я., ДАШЕВСКАЯ Р. И., ТРЕТИННИКОВА Г. К., ЕЛЬКАНОВИЧ И. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 90—94.

Рассмотрены возможности применения и механизм действия лигносульфонатов в качестве компонента антиадгезивов для невулканизированных резиновых смесей, а также в качестве ингредиента эластомерных композиций, улучшающего их перерабатываемость и работоспособность в условиях многократных динамических деформаций. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*864.66.081

Об адсорбционной сушке гидролизного лигнина в барабанной сушилке. ЛЕВИН Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 94—99.

Изложены результаты исследования влияния условий адсорбционной сушки на обезвоживание гидролизного лигнина. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*67

О совершенствовании экономических отношений в лесовыращивании. СИНЯКЕВИЧ И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 100—102.

Приведен анализ основных концепций совершенствования экономических отношений в области лесовыращивания. Предложены меры по организации лесовыращивания на принципах платности за все компоненты лесных ресурсов и на основе государственных стандартов на объекты природы. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*785

Оценка надежности поставок древесины при специализации и закреплении части ресурсов за определенным потребителем. ДАВЫДОВ Г. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 103—107.

Рассмотрено влияние изменения схем снабжения на надежность поставок леса. Поданы условия, определяющие необходимость принятия компенсирующих мер при специализации и закреплении части ресурсов за одним из потребителей. Ил. 1.

УДК 658.155.003.13

О методике построения комплексного показателя эффективности производства на предприятии. ПЛАСТИНИН А. В., СУХАНОВ Г. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 107—110.

Рассмотрено построение КПЭ на основе частных показателей производства при использовании методов многомерного анализа, экспертных оценок и расстановки приоритетов. Табл. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*187

Этап формирования сосняка ягодниково-зеленомошного в условиях заповедности и влияния водохранилища. ПИСАНОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 111—113.

Рассмотрены изменения гидрологического режима почвы, ее морфологических особенностей, составляющих фитоценоза, происшедшие в типе леса сосняк ягодниково-зеленомошный под влиянием водохранилища. Сделан вывод об ускоренном формировании нового типа леса — сосняка черничника свежего с тенденцией увеличения доли ели в составе древостоя. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 581.116:630*232

Транспирация дуба и сопутствующих пород в культурах засушливой степи. ЕРУСАЛИМ-СКИЙ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 113—115.

Рассмотрена динамика транспирационного процесса дуба черешчатого и сопутствующих древесно-кустарниковых пород в культурах на темно-каштановых почвах юга Ростовской области. Дана оценка целесообразности использования этих пород в качестве спутников дуба. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*232

Целевые культуры ускоренного лесовыращивания. СОЛОВЬЕВ Б. П., ВЕДЕРНИКОВА А. Я., ЦВЕТКОВ Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 115—118.

Рассмотрена технология создания культур хвойных пород клумбами, разработанная в Вахтанском ЛПК Нижегородской области. Она предполагает получение крупномерной древесины в более короткие сроки и с меньшими затратами по сравнению с традиционными технологиями. Ил. 2.

УДК 533.6.011:533.527

К определению расходных характеристик циклонных аппаратов. КАРПОВ С. В., САБУРОВ Э. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 118—123.

Изложены основные результаты исследования течения потока в выходном отверстии циклонного аппарата. На основе однопараметрической модели осесимметричного циркуляционного течения получено расчетное выражение для аксиальной скорости в присоединительной зоне, приведены данные о расходных характеристиках циклона в широком диапазоне изменения параметра $\bar{d}_{\text{вых}}$. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. список: 27 назв.

УДК 674.047

Выбор рационального типа конвективной сушилки для измельченной древесины. ОРЛОВ В. П., ЮРЬЕВ Ю. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 123—124.

Проведен расчет трех типов сушилок, сделанный на основе опытных значений влагосъема. Обоснован выбор наиболее рационального устройства для сушки измельченной древесины. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*232:630*902.1

«Не во славу свету свое рассуждение оставляю...» (к 225-летию опубликования книги Ф. Г. Фокеля). РЕДЬКО Г. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 125—130.

УДК 061.3:630*161.4

Всесоюзное совещание по анатомии, физиологии и экологии лесных растений. ВЕРТЕННИКОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 131—132.

УДК 630*284(049.3)

Полезная книга о подпочке хвойных пород. СУХАНОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 133—134.

Василию Евдокимовичу Печенкину — 90 лет. МАЗУРКИН П. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 135—136.

Борис Абрамович Таубер. ГРУППА ТОВАРИЩЕЙ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 4, с. 137.