ГОСКОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

3

1988

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство, о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов. Журнал издается с 1957 года. Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

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

Сдано в набор 17.3.88. Подписано в печать 07.06.88. Сл. 00150.
Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 13,075. Уч.-изд. л. 15,58. Тираж 1660 экз. Заказ 3259. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева.

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

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

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1988

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ КОМПЛЕКСОМ

ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О совершенствовании управления лесным хозяйством и лесной промышленностью страны». В нем подчеркнуто, что осуществление коренной перестройки управления лесным комплексом имеет важное значение в реализации решений XXVII съезда КПСС. Ставится задача обеспечить прогрессивные структурные сдвиги в лесной промышленности путем опережающего развития химической и химико-механической переработки древесины; решительно снизить потери ее на всех стадиях от лесосеки до получения конечных продуктов; сделать безотходные и экологически чистые технологии нормой для отрасли; в лесном хозяйстве утвердить принципы непрерывного, неистощительного и рационального пользования лесами, повышения их продуктивности, сохранения и приумножения многообразных полезностей лесов.

Новый документ выдвигает перестройку управления как один из главных факторов повышения эффективности.

Широко употребляя выражение «лесной комплекс» надо, однако, отдавать себе отчет, что реально существует не комплекс, а ряд не всегда согласованных по масштабам и уровню отраслей. Еще меньше выглядит комплексом организационная структура управления. Рядом с ведущими органами союзного масштаба — Минлесбумпромом и Гослесхозом — десятки других министерств и ведомств занимаются лесозаготовками и переработкой древесины; строители, геологи и другие вторгаются в лесные массивы, не особенно заботясь об их сохранении.

Лесное хозяйство и лесная промышленность объективно являются разными отраслями народного хозяйства СССР. Это признано экономической теорией и практикой планирования, статистики. Отсюда, однако, не следует, что они должны подчиняться разным органам, быть разобщенными. Исторически мы уже имели периоды, когда лесное хозяйство и лесная промышленность были объединены даже в многолесных районах. В малолесных они и ныне часто находятся в рамках одного предприятия.

В новом постановлении принято решение, которое можно рассматривать как компромиссное. Лесное хозяйство и лесная промышленность объединяются, но без слияния Минлесбумпрома и Гослесхоза в один орган. В многолесных районах комплексные лесные предприятия будут входить в систему Минлеспрома, в малолесных — «в структуру» (так сказано в постановлении) Госкомлеса.

Кавычки приходится ставить потому, что, согласно постановлению, «в структуре Госкомлеса СССР» сохраняются пять министерств лесного хозяйства союзных республик и производственные лесохозяйственные объединения в восьми республиках и в то же время подчеркнуто, что Госкомлес освобождается от прямого руководства производственной деятельностью.

Внимание Госкомлеса сосредоточивается на контрольных функциях и стратегии развития лесного хозяйства, включая разработку долгосрочных концепций, основных направлений, пятилеток, установление расчетных лесосек, организацию лесоустройства, селекционного семеноводства, разработку целевых программ, положений, правил, руководство наукой, международные связи.

Минлеспром СССР в отличие от своего предшественника Минлесбумпрома получает лесохозяйственные производственные функции в многолесных районах.

Многое будет зависеть от организации среднего звена управления. Пока в лесной промышленности фактически преобладают четырехзвенные структуры. Уже созданы крупные территориальные лесопромышленные комплексы типа Кареллеспрома, Архангельсклеспрома. В их состав включена вся лесная промышленность (правда, только из системы Минлеспрома), находящаяся на территории республики, области, от химлесхозов и леспромхозов до ЦБК. В Кареллеспроме сразу, а в Архангельсклеспроме после принятия постановления 1988 г. к промышленности присоединилось и лесное хозяйство. На большой территории появилась возможность комплексно решать вопросы леса в органе, находящемся здесь же, а не в Москве. Следует, однако, оговориться, что отрасли находятся не в равном положении, а подчинены лесозаготовительному аппарату, который оказался, как головной в производственном объединении: руководит всеми и сам собою. Это вряд ли оправдано. Все отрасли должны быть равноправными, а отношения между ними должны строиться прежде всего на экономических принципах.

Одно из центральных положений нового постановления — о постоянно действующих комплексных лесных предприятиях как основном звене лесной промышленности и лесного хозяйства. Значение предприятия как основного звена закреплено новым законом. В данном случае роль предприятий состоит в том, что без коренной перестройки работы в них изменения в вышестоящих органах управления не дадут большого эффекта.

Ставка на комплексные предприятия не вызывает никаких сомнений. А вот станут ли постоянно действующими все предприятия или хотя бы большинство — это еще вопрос. Поддержка этой идеи появилась с неожиданной стороны — в связи с задачей обеспечить каждую семью квартирой или домом, а также благодаря быстрому развитию подрядных форм, снижающих потребность в рабочей силе.

Принципиально новый момент — передача лесного фонда в аренду лесным предприятиям. Как признал в своем выступлении на Всесоюзном совещании по проблемам лесопользования председатель Госкомлеса СССР А. С. Исаев, «это наиболее сложный и трудный и наименее разработанный вопрос... пока мы еще четко не представляем, как будут строиться арендные отношения». Эти опасения понятны. Аренда лесов это совсем не то, что аренда трактора в сельском хозяйстве. Главное — чтобы в сегодняшней работе коллектива и руководителей комплексного предприятия чувствовалась ответственность и заинтересованность в будущей судьбе закрепленного за ними леса.

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР открывает новый этап в развитии лесного дела в нашей стране. Не все вопросы решены, не все ясны, некоторые пока еще и не поставлены. Например, вопрос о распылении лесопиления по десяткам нелесных ведомств. Или вопрос о лесхозах, подчиненных сельскому хозяйству. Да и подчинение Госкомлеса Госагропрому, а Минлеспрома — химико-лесному комплексу тоже содержит в себе вопрос. Так что предстоит огромная и очень непростая организационная работа.

Надежды на крутой подъем отраслей, на то, что в стране на деле сложится лесной комплекс, надо связывать с экономическими методами управления. Здесь наш путь — единый со всей экономикой СССР.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*181.65

СЕЗОННЫЙ РОСТ ЕЛОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ПОД ПОЛОГОМ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

И. И. ГУСЕВ, С. В. ТРЕТЬЯКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Фенологические наблюдения в лесах позволяют определить наступление фаз развития древостоев и установить сроки проведения лесохозяйственных мероприятий. Особенно важно изучить сезонный рост в смешанных насаждениях, где взаимоотношения между деревьями более сложные. Сосна совместно с елью образуют одноярусный или двухъярусный древостой. Двухъярусные древостои (в первом ярусе сосна, во втором ель) наиболее полно используют среду обитания, их продуктивность выше.

Сезонный рост ели изучали в Емцовском учебно-опытном лесхозе АЛТИ за вегетационные периоды 1985 и 1986 гг. Для этой цели заложено 5 постоянных пробных площадей в сосняках черничных III класса бонитета, имеющих разный возраст и второй ярус молодняка ели (табл. 1).

Таблица 1

Таксационная характеристика опытных участков

Номер пробной площади	Ярус	Состав древостоя	Порода	Средние			Полнота	Общий запас, м³/га
				A, лет	*H*, м	*D*, см		
7	I	6С3Е1Лц	С	40	9,2	5,8	0,45	55
			Е	33	4,1	4,1	0,85	28
			Лц	40	9,6	5,4	0,10	7
		Итого	—	—	—	—	1,40	90
4	I	5С2Лц2Е1Б	С	60	15,7	13,0	0,53	138
	II	4Е3Лц3Б	Е	36	4,4	4,2	0,25	13
2	I	8С1Лц1Б	С	110	24,8	25,8	0,75	291
	II	5Б4Е1Лц	Е	35	3,8	3,7	0,27	13
1	I	8С1Е1Б	С	170	22,6	24,8	0,63	269
	II	9Е1Б	Е	35	3,2	3,2	0,38	12
3	I	8С2Лц	С	230	23,2	34,0	0,68	271
	II	5Е4Б1Лц	Е	33	2,6	2,8	0,39	10

На каждой пробной площади брали 30 деревьев ели разной высоты: до 1 м — 10 шт., от 1 до 2 м — 10 шт. и более 2 м — 10 шт. В течение всего вегетационного периода с конца мая по август через 5 дн измеряли длину верхушечного побега. Длину побега текущего года записывали нарастающим итогом. В двух древостоях (пробные площади 1, 7) наблюдения проводили ежедневно, отмечая фенологическую фазу развития и высоту терминального побега [2, 3]. Выделяли четыре фазы развертывания почек, которые обозначали условными знаками. Началом роста побега считали дату отделения пленочного колпачка от основания почки. Было установлено, что рост побега в высоту начинается в среднем через 5 дн после начала набухания верхушечной почки.

Начало распускания почек и начало роста главного побега у ели зависит от многих факторов. Один из них — сумма эффективных тем-

пературы выше +5 °С. Корреляционная зависимость начала набухания и распускания почек от суммы эффективных положительных температур значительная или высокая ($r = 0{,}59 \ldots 0{,}76$). Зависимость начала роста главных побегов от суммы эффективных положительных температур значительная ($r = 0{,}69$).

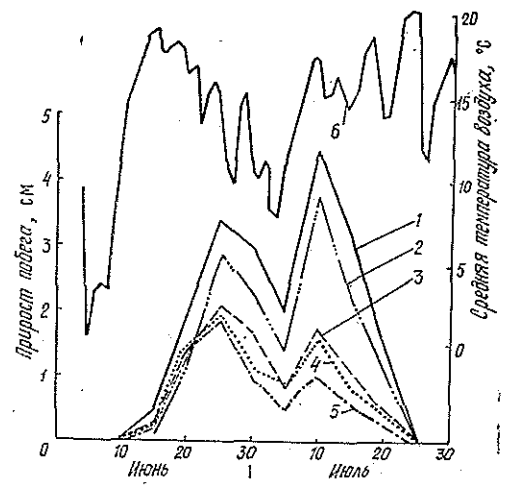
Ежедневные наблюдения за ростом побегов ели позволили установить продолжительность роста в высоту отдельных деревьев. Она различна и зависит от их высоты. Для установления силы влияния высоты молодняка ели на продолжительность его роста в высоту в течение вегетационного периода был проведен дисперсионный анализ по однофакторному комплексу [1]. По наблюдениям 1985 г. показатель силы влияния высоты деревьев на продолжительность роста ($\eta^2 \pm m_\eta = 0{,}49 \pm 0{,}038$) показывает, что на действие высоты приходится 49 %. Достоверность силы влияния доказана на 5-, 1- и 0,1 %-м уровне значимости, так как фактический критерий Фишера $F_ф = 12{,}9$ больше стандартного F_{st}, равного соответственно 2,3; 3,6; 5,3. По наблюдениям 1986 г. сила влияния высоты деревьев на продолжительность их роста в течение вегетационного периода составила $\eta^2 \pm m_\eta = 0{,}20 \pm 0{,}08$,

Таблица 2

Средняя длина побега ели, см

Номер пробной площади	Высота ели, м	Июнь					Июль				
		10	15	20	25	30	5	10	15	20	25
Вегетационный период 1985 г.											
7	<1	—	0,15	0,69	1,34	1,54	1,59	1,59	1,59	—	1,59
4	<1	—	0,12	0,55	1,50	2,10	2,43	2,83	3,01	—	3,11
2	<1	—	0,23	1,02	1,90	2,62	2,94	3,40	3,48	—	3,56
1	<1	—	0,08	0,63	1,28	1,64	1,84	1,98	2,06	—	2,07
3	<1	—	0,32	1,14	2,84	4,03	4,76	6,01	6,39	—	6,52
7	1—2	—	0,38	1,61	2,69	3,21	3,49	3,64	3,67	—	3,67
4	1—2	—	0,44	1,77	3,78	5,07	5,89	7,20	7,75	—	7,90
2	1—2	—	0,23	1,09	2,94	4,36	5,22	7,21	7,94	—	8,74
1	1—2	—	0,12	1,16	2,41	3,00	3,50	4,02	4,30	—	4,46
3	1—2	—	0,41	1,75	4,11	5,67	6,69	8,79	9,75	—	10,26
7	>2	—	0,35	1,87	3,85	4,49	5,13	6,16	6,64	—	7,01
4	>2	—	0,30	1,59	3,71	5,39	6,21	7,94	8,94	—	9,30
2	>2	—	0,37	1,56	4,36	6,65	8,08	11,83	14,30	—	15,70
1	>2	—	0,17	1,60	3,59	4,80	5,53	7,10	8,01	—	8,59
3	>2	—	0,42	2,35	5,79	8,81	10,61	15,01	18,22	—	21,32
Вегетационный период 1986 г.											
7	<1	0,48	1,35	1,57	1,94	2,11	2,11	2,16	2,17	2,17	2,17
4	<1	0,37	1,46	1,96	3,37	2,73	2,78	3,03	3,07	3,08	3,08
2	<1	0,45	1,55	1,99	2,56	3,19	3,19	3,35	3,37	3,37	3,37
1	<1	0,36	1,33	1,70	2,16	2,84	2,93	3,03	3,05	3,05	3,05
3	<1	0,71	2,36	3,56	4,35	5,82	5,90	6,51	6,61	6,63	6,63
7	1—2	0,81	1,88	2,21	2,58	2,75	2,75	2,76	2,76	2,77	2,77
4	1—2	1,10	2,97	4,36	5,15	6,13	6,56	6,93	6,96	6,99	6,99
2	1—2	0,84	2,73	3,96	4,99	6,82	6,94	7,55	7,71	7,75	7,75
1	1—2	0,69	1,94	2,51	3,10	3,77	4,04	4,30	4,31	4,31	4,31
3	1—2	1,22	3,44	4,87	5,82	7,58	7,75	8,65	8,75	8,76	8,76
7	>2	0,78	1,81	2,42	2,73	3,16	3,21	3,41	3,47	3,47	3,47
4	>2	0,79	1,89	2,67	3,31	3,95	3,95	4,42	4,42	4,42	4,42
2	>2	1,21	3,75	6,00	7,36	10,08	10,39	12,20	12,20	12,69	12,69
1	>2	0,60	1,54	2,02	2,58	3,36	3,53	4,06	4,17	4,17	4,17
3	>2	1,22	3,96	6,24	7,61	9,98	11,28	13,23	13,95	14,08	14,08

Рис. 1. Прирост за пятидневку верхушечного побега ели высотой более 2 м в 1985 г.: *1* — пробная площадь 3; *2* — пробная площадь 2; *3* — пробная площадь 4; *4* — пробная площадь 1; *5* — пробная площадь 7; *6* — ход температуры воздуха



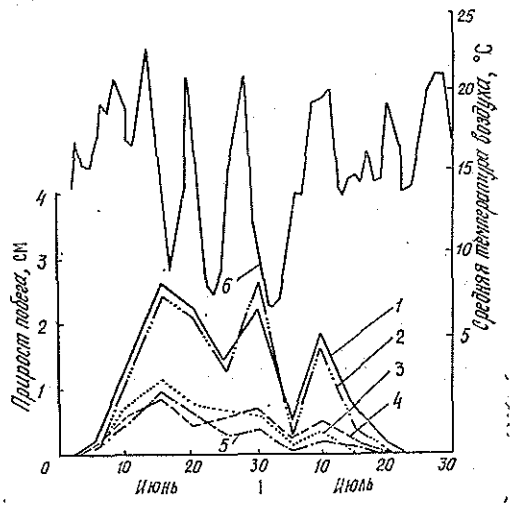


Рис. 2. Прирост за пятидневку верхушечного побега ели высотой более 2 м в 1986 г. Обозначения см. на рис. 1

т. е. меньше, чем в 1985 г. ($F_ф = 2{,}5$; $F_{0,05} = 2{,}4$). В 1986 г. рост маломерного молодняка ели был лучше.

Для установления различий в росте ели под пологом сосняков разного возраста были вычислены средние значения длины побега по пятидневкам нарастающим итогом (табл. 2). Данные табл. 2 показывают, что ход роста верхушечного побега ели за вегетационный период был крайне неравномерным. Одни исследователи [4, 6, 9] наблюдали один максимум в текущем приросте верхушечных побегов ели, другие [5, 7, 8], кроме основного, отмечали второе увеличение текущего прироста за вегетационный период. По нашим наблюдениям 1985 г. у ели, растущей под пологом сосновых древостоев, отмечен ясно выраженный второй максимум прироста у молодняка высотой более 1 м. У ели высотой более 2 м, растущей под пологом древостоев среднего возраста 110 и 230 лет, второй максимум был выше первого (рис. 1). В 1986 г. наблюдалось три максимума прироста, при этом каждый следующий был ниже предшествующего (рис. 2).

Изменение темпов роста в течение вегетационного периода связано с колебанием температуры. Для изучения влияния метеофакторов на рост ели были взяты данные температуры воздуха на метеостанции п. Емца, в 12 км от объектов исследования. В условиях таежной зоны влажность не является лимитирующим фактором. Основное внимание уделяется влиянию температуры воздуха за сезонный рост. В первые дни июня 1985 г. отмечалась пониженная температура, 4 июня выпал снег, все это задержало начало роста. Рост верхушечных побегов начался после 10 июня, когда средняя температура воздуха превысила +15 °С, максимальная +20,3 °С, минимальная +4,8 °С. Сумма эффективных положительных температур выше +5 °С достигла 222°. В целом кривая изменения прироста верхушечного побега по пятиднев-

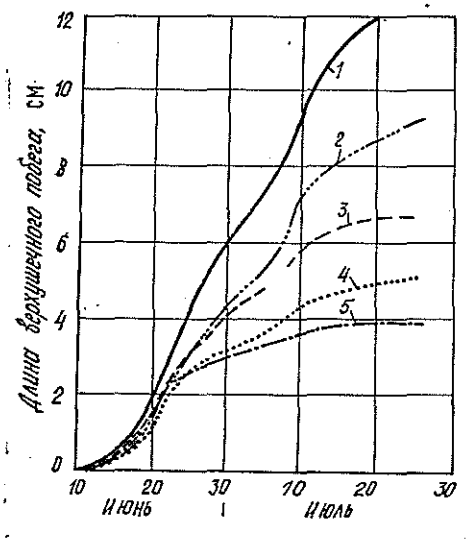


Рис. 3. Средняя длина верхушечного побега ели, растущей под пологом сосняков разного возраста. Обозначения см. на рис. 1.

кам почти копирует кривую изменения температуры, несколько отставая от нее по срокам. После 10 июля рост ели в высоту замедлился, несмотря на довольно высокую температуру воздуха. В этот период влияние температуры воздуха на рост ели не проявляется (рис. 1, 2).

В 1986 г. набухание почек отмечалось во второй пятидневке июня, когда средняя температура воздуха достигла +16 °С, максимальная +22,5 °С, минимальная +9 °С. Сумма эффективных положительных температур выше +5 °С составила 308°. Рост верхушечных побегов начался после 8 июня. Сумма эффективных положительных температур достигла 381 °.

По исследованиям на пробной площади 3 за 1985 и 1986 гг. зависимость прироста ели от средней температуры по пятидневкам значительная: $\eta = 0{,}64 \pm 0{,}041 \ldots 0{,}57 \pm 0{,}047$.

Для установления влияния полога соснового древостоя разного возраста на рост молодняка ели во втором ярусе вычислили средние значения длины верхушечного побега ели по пятидневкам во всех исследуемых насаждениях (рис. 3). Под пологом сосновых древостоев старшего возраста (110 и 230 лет) рост ели лучше, чем под пологом более молодых (40 и 60 лет). Критерии Стьюдента говорят о том, что это различие достоверно на 5 %-м уровне значимости. На рост ели под пологом сосны влияет не только возраст и полнота соснового яруса, но и густота молодняка. Например, под пологом 170-летнего сосняка (пробная площадь 1) ель растет хуже, чем в 60- и 110-летнем древостое, только из-за высокой густоты.

Наши исследования показали, что лучше растут высокие деревца ели. Для выяснения силы влияния полога сосны разного возраста и высоты на рост ели проведен дисперсионный анализ по алгоритму двухфакторных пропорциональных комплексов. Сила влияния соснового древостоя на рост второго яруса составляет 13 %, высоты ели — 46 %. Влияние взаимодействия высоты деревьев елового яруса и возраста соснового древостоя — 7 %. Суммарное влияние организованных факторов (высоты деревьев ели, возраста соснового яруса и их сочетание) на прирост молодняка ели равно 66 %. Достоверность влияния по критерию Фишера высокая ($F_ф > F_{st}$). На случайные, неорганизованные факторы приходится 34 %.

В заключение отметим, что молодняк ели, сформировавшийся после низовых пожаров под пологом высокополнотных сосняков, к 30 ... 40 годам начинает испытывать угнетающее влияние первого яруса. Высокие деревья ели растут интенсивнее. Наибольшее угнетение соснового яруса испытывают самые маломерные ели. Молодняк ели лучше растет во втором ярусе под пологом более старых сосняков. Для улучшения роста второго яруса ели и формирования высокопродуктивных сосново-еловых насаждений необходимо проводить хозяйственные мероприятия — разреживание соснового яруса и уход за еловым молодняком.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гусев И. И. Дисперсионный анализ.— Архангельск: АЛТИ, 1986.—31 с. [2]. Елагин И. Н. Методика определения фенологических фаз у хвойных // Бот. журн.— 1961.— № 7, т. 46.— С. 984—992. [3]. Елагин И. Н. Сезонное развитие сосновых лесов.— Новосибирск: Наука, 1976.— 229 с. [4]. Калинин В. И. Лиственница Европейского Севера.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— 90 с. [5]. Львов П. Н., Панов А. А. Пути естественного облесения вырубок Севера.— Архангельск, Арх. кн. изд-во, 1960.— 96 с. [6]. Молчанов А. А., Преображенский И. Ф. Леса и лесное хозяйство Архангельской области.— М.: Лесн. пром-сть, 1957.— 238 с. [7]. Смирнов В. В. Сезонный рост главнейших древесных пород.— М.: Наука, 1964.— 166 с. [8]. Смирнов В. В. Ход прироста отдельных частей дерева ели в течение вегетационного сезона // Лесн. хоз-во.— 1965.— № 3.— С. 12—13. [9]. Стальская П. В., Усова Д. А. Сезонный рост подроста основных лесообразующих пород Севера // Тр. АЛТИ.— 1968.— № 20.— С. 142—150.

Поступила 18 февраля 1987 г.

УДК 630*181.36

СТРОЕНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СМЕШАННЫХ БУКОВО-ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

М. И. КАЛИНИН, И. И. МЯКУШ, Ю. М. ДЕБРЫНЮК

Львовский лесотехнический институт

Основные закономерности строения корневых систем древесных пород мы изучали в смешанных буково-пихтово-еловых культурах с примесью клена-явора в Верховинском лесокомбинате Ивано-Франковской области.

Состав насаждения — 7Е2П1Бк + Яв; полнота — 0,9; возраст — 30 лет; средняя высота ели обыкновенной — 15,6 м, бука лесного — 10,9 м, пихты белой — 12,8 м, клена-явора — 10,8 м; средний диаметр соответственно 13,5; 6,3; 11,8 и 4,4 см.

Культуры созданы на высоте 900 м над уровнем моря, на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 20°. Почва бурая горно-лесная оподзоленная среднемощная слабоскелетная. Тип лесорастительных условий — влажный сугруд, тип леса — влажная буково-пихтовая сурамень. Данный тип леса занимает около 56 % территории Верховинского лесокомбината.

В исследованиях принята методика отбора моделей по группам роста [1]. Было взято по три модельных дерева каждой породы (всего 12 моделей). Учитывая специфику горных условий Карпат, корневые системы извлекали из почвы методом полной раскопки. Затем для каждого модельного дерева определяли массу корней, их длину и общую протяженность со всеми ответвлениями; разветвленность, коэффициенты формы и видовые числа корней.

Исследования показали, что в данных условиях корневые системы 30-летних деревьев имеют принципиальные различия в интенсивности развития и строения (табл. 1). Наибольшая суммарная протяженность корней выявлена у ели обыкновенной: на 14 ... 15 % выше, чем у пихты белой, и на 113 ... 190 %, чем у бука лесного. Наименьшая суммарная протяженность корней у клена-явора (22 ... 77 % от показателя ели).

Наблюдается значительная дифференциация протяженности корней у всех исследованных пород, однако степень дифференциации различна. Так, соотношение суммарной длины корней дерева лучшего роста и отстающего составляет: для ели — 16,8, пихты — 14,2, бука — 6,8, клена-явора — 4,7. Как видим, наиболее сильно дифференциация выражена у ели.

Таблица 1

Распределение общей протяженности корней по порядкам ветвления и фракциям толщины

Группа роста деревьев	Таксационная характеристика модельных деревьев		Общая протяженность корней деревьев, м	Распределение общей протяженности, %, по порядкам ветвления корней					Распределение общей протяженности, %, по фракциям толщины корней, мм				
	H, м	$D_{1,3}$, см		Стержневой корень	1	2	3	4	5	2,0	2,1...4,0	4,1...6,0	6,1...10,0	>10,0
Ель обыкновенная														
Лучшие	16,74	18,9	1 170	—	4,3	13,4	28,8	35,9	17,6	79,1	11,1	3,6	3,3	2,9
Средние	15,60	13,5	387	—	3,1	27,8	49,7	16,1	3,3	79,3	10,5	3,9	2,0	4,3
Отстающие	10,60	7,2	69	—	14,5	35,8	30,0	19,7	—	64,8	19,2	7,2	4,5	4,3
Пихта белая														
Лучшие	16,35	17,4	1 017	0,4	5,5	29,7	42,4	19,7	2,3	58,1	21,0	10,1	6,6	4,2
Средние	12,80	11,8	339	0,7	8,4	46,5	34,0	10,4	—	52,4	26,9	11,4	5,9	3,4
Отстающие	8,08	6,7	71	2,4	18,0	44,7	28,6	6,3	—	53,5	25,3	11,3	6,4	3,5
Бук лесной														
Лучшие	11,35	9,6	549	—	8,5	35,2	42,8	13,5	—	65,9	16,9	7,3	6,6	3,3
Средние	10,97	6,3	134	—	9,9	20,0	54,6	15,5	—	70,5	13,6	4,8	6,7	4,5
Отстающие	6,88	3,7	81	—	13,8	43,9	42,3	—	—	62,5	24,4	6,3	5,5	1,3
Клен-явор														
Лучшие	13,80	8,2	255	0,8	11,0	30,4	48,8	9,0	—	69,5	15,5	5,9	4,7	4,4
Средние	10,88	4,4	116	1,7	22,2	45,2	29,1	1,8	—	53,4	21,4	10,1	10,5	4,6
Отстающие	5,58	2,4	54	4,9	20,9	42,3	31,9	—	—	67,8	21,8	4,5	3,5	2,4

Дифференциация надземной части деревьев выражена слабее. Отношение высоты стволов указанных групп деревьев: ели — 1,6, пихты — 2,0, бука — 1,6, клена-явора — 2,5.

Выявлены особенности в распределении суммарной длины корней по порядкам ветвления.

У деревьев ели лучшего роста наибольшее относительное участие имеют корни четвертого порядка, у остальных исследованных пород — третьего порядка. В группах слабого роста у всех древесных пород большее относительное участие приходится на корни второго порядка. Корни пятого порядка обнаружены только у лучших и средних деревьев ели и у лучших деревьев пихты.

У всех древесных пород тонкие корни (2 мм) составляют 52,4...79,3 % общей длины корней. С увеличением толщины корней уменьшается их участие в общей длине.

Для всех древесных пород и групп роста закономерен наибольший процент корней первого порядка в общей их массе (46,9...81,9).

Относительное участие массы наиболее крупных корней (стержневого и первого порядка) у хвойных пород значительно больше, чем у лиственных. У ели и пихты оно примерно одинаково и составляет 71,2...87,7 %, у клена — 68,1...78,6 %, а у бука — только 46,9... 65,0 %.

Распределение массы корней по фракциям толщины иное. Наибольшую массу имеют толстые корни. Так, корни толщиной более 10 мм у деревьев лучшего роста составляют 63,6...86,6 %, на тонкие корни диаметром менее 2 мм приходится всего 2,1...16,4 % общей массы.

Степень разветвленности корней древесных пород определена на основании анализа достаточно большого числа корней и вычислена по методике М. И. Калинина [1]. Коэффициенты ветвистости скелетных горизонтальных корней даны для корней третьего порядка. Полученные результаты свидетельствуют, что из всех исследованных пород наиболее разветвлены корневые системы ели обыкновенной (коэффициент ветвистости 2,21). У пихты, бука и клена-явора этот показатель равен соответственно 1,48; 1,35; 1,31.

У ели и пихты наибольшее количество корней имеют коэффициент ветвистости 1,1...2,0 (некоторые корни ели — 4,1...6,0). У ели и пихты эти показатели выше, чем у лиственных (бук, клен-явор).

Форма корней и их видовые числа — одна из биометрических характеристик, отражающая генетические особенности древесной породы [1]. Нами были определены коэффициенты формы корня как отношения его диаметров на 0,1; 0,2; 0,5; 0,7; 0,9 длины к диаметру основания (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты формы скелетных корней 1-го порядка ветвления

Порода	Коэффициенты формы ($M \pm m$, %) на относительных длинах корня				
	0,1	0,2	0,5	0,7	0,9
Ель обыкновенная	65,04 ± 3,28	46,09 ± 4,08	24,63 ± 3,09	14,05 ± 2,21	6,59 ± 1,08
Пихта белая	55,10 ± 3,31	39,39 ± 3,04	19,34 ± 2,52	13,06 ± 1,94	7,78 ± 1,41
Бук лесной	37,24 ± 3,07	23,41 ± 2,29	12,57 ± 1,21	7,51 ± 0,86	4,32 ± 0,72
Клен-явор	45,10 ± 2,35	27,44 ± 2,11	12,92 ± 1,02	8,07 ± 0,52	4,19 ± 0,37

Приведенные данные показывают, что скелетным корням первого порядка ветвления исследованных древесных пород свойственна значительная сбежистость, особенно на протяжении первой половины корня. Так, диаметр корней на середине их длины меньше, чем у основания: у ели — на 75,4 %, пихты — на 80,7, бука — на 87,4, клена-явора — на 87,1 %.

Значение критерия существенности различия (t) между коэффициентами формы корней ели обыкновенной и пихты белой для всех относительных длин не превышает 3 ($t_1 = 2{,}13$; $t_2 = 1{,}32$; $t_5 = 1{,}33$; $t_7 = 0{,}34$; $t_9 = 0{,}67$). Между коэффициентами формы корней бука лесного и клена-явора критерий Стьюдента также значительно меньше 3 ($t_1 = 2{,}03$; $t_2 = 1{,}30$; $t_5 = 0{,}22$; $t_7 = 0{,}56$; $t_9 = 0{,}16$). Это говорит об отсутствии существенного различия в коэффициентах формы корней бука лесного и клена-явора, а также ели и пихты. Однако для всех относи-

тельных длин между коэффициентами формы любых из исследованных лиственной и хвойной пород существенность различия значительная. Из этого следует, что можно считать достоверными различия в характере и интенсивности сбежистости скелетных корней хвойных и лиственных пород.

Степень варьирования коэффициента формы значительна у всех древесных пород, особенно у пихты белой, где максимальное значение этого показателя 82,9 %. С увеличением относительной длины корня коэффициент вариации, как правило, возрастает.

Высокая вариабельность коэффициентов формы корней обусловила относительно большие ошибки коэффициентов формы. В результате этого при сравнительно незначительных различиях между коэффициентами формы в группе лиственных и в группе хвойных пород не удалось установить существенности их различия. Вполне вероятно, что при увеличении количества исследованных корней существенность различия будет доказана для всех исследованных пород.

Видовое число корней представляет собой отношение объема конуса к объему цилиндра с основанием, равным площади поперечного сечения корня в месте прикрепления к стволу [1, 2]. Обобщенные видовые числа корней исследованных древесных пород, вычисленные на основании коэффициентов формы (табл. 2), следующие: ель обыкновенная — 0,1462; пихта белая — 0,1160; клен-явор — 0,0810; бук лесной — 0,0688. Полученные значения свидетельствуют о том, что у лиственных пород скелетные корни более сбежисты.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Калинин М. И. Моделирование лесных насаждений.— Львов: Вища школа, 1978.— 204 с. [2]. Калинин М. И. Формирование корневых систем деревьев.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 152 с.

Поступила 19 января 1987 г.

УДК 630*116

О ВЛИЯНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК

Ю. Н. АЗНИЕВ, *И. Э. РИХТЕР*, *В. В. САРНАЦКИЙ*

Белорусский технологический институт
Институт экспериментальной ботаники АН БССР

Исследованиями в различных физико-географических районах страны доказана положительная роль лесной растительности в накоплении, распределении и перераспределении осадков, формировании поверхностного и внутрипочвенного стока, защите почв от эрозии [1, 4, 7, 8]. Особенно важно учитывать эту роль при облесении эродированных почв, выработанных карьеров, шахтных стволов, крутосклонов, «подвижных песков» и др. [2, 5, 6]. Охрана и рациональное использование земельных ресурсов и связанное с ним повышение продуктивности естественных и культурных ландшафтов — актуальная задача науки и практики.

Влияние лесной растительности, многолетнего люпина и рельефа местности на поверхностный сток мы изучали методом стоковых площадок [2]. Их размер 1 × 1 м. Дождевание проводили водой из садовой лейки. Повторность опыта двукратная. Объекты исследования заложены в сосняках брусничном (пробная площадь 1), кустарниковом (проба 2) и дубняковом (проба 3), на лугу с ненарушенным густым травостоем и на уплотненной пашне в Брянском лесхозе (РСФСР) и в культурах

сосны (проба 4), созданных в выработанном гравийном карьере (Пуховичский лесхоз). Типы леса названы по классификации Б. Д. Жилкина [3]. Таксационная характеристика насаждений на пробных площадях приведена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика насаждений на пробных площадях

Номер пробной площади	Состав	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м³/га
			H, м	*D*, см			
1	10С	67	20,3	20,8	II	0,7	270
2	10С+Б	70	24,5	26,0	I	0,8	440
3	10С+Е	72	27,9	34,6	Ia	0,8	530
4	10С	12	3,3	4,2	II	0,7	16

Многолетний люпин на пробной площади 4 введен в междурядья в первой декаде мая 1980 г. Покрытие почвы люпиновым травостоем было максимальным в 1983 г. (75...80 %). В связи со смыканием крон общее проективное покрытие почвы люпином к 1985 г. уменьшилось до 20...25 %. Сплошной люпиновый травостой встречался только в световых окнах. В напочвенном покрове были также донник лекарственный, золотая розга, ястребинка волосистая, кошачья лапка и другие виды, но общее покрытие ими почвы не превышало 5...10 %.

Таблица 2

Показатели стока

Номер микроплощадки	Номер пробной площади, место закладки, уклон местности	Интенсивность полива, мм/мин	Продолжительность полива, мин	Начало стока	Конец стока	Величина стока, л	Коэффициент стока, %
				через интервал, с			
1	1, верхняя часть склона, 5°	3,0 / 7,5	10 / 3	—	—	0 / 0	0 / 0
1а	Луг с густым травостоем, верхняя часть склона, 5°	3,0 / 7,5	10 / 3	—	—	0 / 0	0 / 0
1б	Уплотненная пашня, верхняя часть склона, 5°	3,0 / 7,5	10 / 3	— / 60	— / 25	0 / 1,68	0 / 7,4
2	2, средняя часть склона, 5,5°	3,0 / 7,5	250 / 3	—	—	0 / 0	0 / 0
2а	Луг с густым травостоем, средняя часть склона, 5,5°	3,0 / 7,5	10 / 3	390 / 60	600 / 30	0,04 / 4,40	0,2 / 19,5
2б	Уплотненная пашня, средняя часть склона, 5,5°	3,0 / 7,5	10 / 3	40 / 20	60 / 10	3,80 / 9,56	12,6 / 42,5
3	3, нижняя часть склона, 5°	3,0 / 7,5	10 / 3	—	—	0 / 0	0 / 0
3а	Луг с густым травостоем, нижняя часть склона, 5°	3,0 / 7,5	10 / 3	360 / 50	600 / 10	1,02 / 8,38	3,4 / 37,2
3б	Уплотненная пашня, средняя часть склона, 5°	3,0 / 7,5	10 / 3	30 / 20	60 / 10	6,12 / 15,35	20,4 / 68,2

Примечание. В числителе — данные при поливе дождеванием; в знаменателе — струей.

Корни естественного травяного покрова в условиях опыта проникали на глубину до 20...25 см, многолетнего люпина — до 1,2...1,5 м.

Удельная плотность почвы на объектах находится в пределах 2,59...2,65 г/см³, объемная плотность — 1,16...1,37 г/см³, скважность — 47,3...55,3 %, капиллярная влагоемкость — 30,2...51,2 %, полная влагоемкость — 32,1...54,3 %. Влажность почвы во время проведения исследований на пробных площадях 1 и 4 была ниже капиллярной влагоемкости, на пробах 2 и 3 — близкой к ней.

В сосняках брусничном, кустарниковом и дубняковом (табл. 2), независимо от расположения стоковых микроплощадок (верхняя, нижняя, средняя часть склона), при уклоне 5,0...5,5° наблюдался полный перевод поверхностного стока во внутрипочвенный. Это связано, прежде всего, с наличием деревьев, подлеска, живого напочвенного покрова, формирующейся лесной подстилки, хорошей водопроницаемостью почвы и дренирующим влиянием корневых систем. На площадках с луговой растительностью поверхностный сток наблюдался только при интенсивности полива 7,5 мм/мин, а на площадках с уплотненной почвой — и при интенсивности 3 мм/мин. Коэффициент стока на уплотненной пашне при интенсивности полива 7,5 мм/мин в средней части склона достигал 42,5 %, в нижней — 68,2 %. В сосняке кустарниковом (микроплощадка 2) поверхностного стока не наблюдалось даже при выливании дождеванием 750 л воды за 4 ч 10 мин.

Таблица 3

Поверхностный сток в культурах с люпином

Номер микроплощадки	Характеристика микроплощадки, покрытие почвы напочвенным покровом, %	Уклон местности, град	Величина стока, л	Коэффициент стока, %
1	Покрытие почвы травами 5 %, опадом хвои — 8 %	0	0	0
1а	Рыхлая пашня	0	0	0
2	Покрытие почвы травами 5 %, опадом хвои — 6 %	10	0,01	0,1
2а	Рыхлая пашня	10	0	0
3	Покрытие почвы люпином 90 %	10	0	0
4	Покрытие почвы травами 5 %, опадом хвои — 7 %	20	0,16	1,6
4а	Рыхлая пашня	20	0,01	0,1
5	Покрытие почвы люпином 90 %	20	0,03	0,3
6	Покрытие почвы травами 5 %, опадом хвои — 6 %	30	3,23	32,3
6а	Рыхлая пашня	30	0,22	2,2
7	Покрытие почвы люпином 80 %	30	0,16	1,6
8	Покрытие почвы травами 5 %, опадом хвои — 5 %	40	4,14	41,4
8а	Рыхлая пашня	40	0,29	2,9
9	Покрытие почвы люпином 80 %	40	0,20	2,0

При уклоне местности до 20° в закультивированном гравийном карьере с естественным травостоем и опадом хвои на поверхности почвы при интенсивности дождевания 2,5 мм/мин поверхностный сток практически отсутствовал. При уклоне 20° коэффициент стока составлял всего лишь 1,6 %, а при 40° достигал 41,4 %.

По данным метеорологического поста «Пуховичи», максимальное количество осадков, выпадавших за одни сутки в вегетационный период 1984—1985 гг., составляло 25 мм. В месте расположения пробной пло-

щади 4 число дней с количеством осадков 5,1 ... 10,0 мм было 34, 10,1 ... 20,0 мм — 11, более 20 мм — 3. Это учитывалось при подборе норм дождевания.

На микроплощадках с люпиновым покровом во всех частях склона и уклонах местности отмечено (табл. 3) снижение коэффициента стока. На микроплощадке 9 с люпиновым покровом и уклоне 40° коэффициент стока был равен 2,0 %, или в 20,7 раза ниже, чем на микроплощадке с редким естественным травостоем. На взрыхленной почве при уклоне 30 ... 40° коэффициент стока составлял всего лишь 2,2 ... 2,9 %.

Нетребовательность многолетнего люпина к плодородию почвы и способность связывать атмосферный азот в условиях опыта способствовали формированию напочвенного покрова, обогащению верхнего горизонта органическим веществом и азотом и улучшению условий произрастания сосны. Кроме того, на участках с люпином меньше пасся скот и отмечалась повышенная сохранность культур. Перечисленные преимущества люпина перед естественным травостоем позволяют рекомендовать более широкое его применение в лесах, выполняющих водоохранные и защитные функции. Его следует вводить в междурядья лесных культур и под полог изреженных насаждений любого возраста не только на крутосклонах, но и в равнинных лесах.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Воробьев Г. И. Эффективность защитного лесоразведения.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 319 с. [2]. Жилкин Б. Д. Опыт оценки влияния леса на водный баланс // Тр. Брянск. лесохозяйств. ин-та.— Брянск, 1940.— Т. 4.— С. 35—114. [3]. Жилкин Б. Д. Опыт изучения типов леса БССР.— Минск, 1957.— 38 с. [4]. Жилкин Б. Д. Повышение продуктивности сосновых насаждений культурой многолетнего люпина.— Минск: Вышэйш. школа, 1974.— 256 с. [5]. Жилко В. В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование.— Минск: Ураджай, 1976.— 168 с. [6]. Застенский Л. С. Облесение карьеров нерудных ископаемых и выработанных торфяников.— Минск: Ураджай, 1982.— 135 с. [7]. Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса в различных природных зонах СССР // Гидрологические исследования в лесу.— М.: Наука, 1970.— С. 5—78. [8]. Тарасенко В. П. Водоохранная и почвозащитная роль леса.— Минск: Ураджай, 1981.— 96 с.

Поступила 10 ноября 1986 г.

УДК 630*567

АБСОЛЮТНЫЕ ПОЛНОТЫ И ЗАПАСЫ ПОЛНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПОЛЕСЬЯ УССР

А. З. ШВИДЕНКО, А. А. СТРОЧИНСКИЙ, П. И. ЛАКИДА

Украинская сельскохозяйственная академия

В условиях интенсивного многоцелевого лесного хозяйства Украины все возрастающее внимание уделяется разработке нормативов, позволяющих обеспечить надлежащую точность лесоучетных работ.

Среди нормативно-справочных данных такого рода следует назвать стандартные таблицы сумм площадей сечений и запасов сомкнутых (полных, нормальных) древостоев, широко применяемые в лесоустроительной и лесохозяйственной практике. В частности, указанные нормативы используются лесоустроителями при определении таких важнейших таксационных показателей древостоев, как относительная полнота и запас.

Вполне понятно, что надежная оценка названных показателей — задача достаточно ответственная, поскольку от этого в значительной мере зависят многие интегральные характеристики лесного фонда, правильность выбора лесных участков, требующих хозяйствен-

ного воздействия и, что весьма важно, проектируемая степень их изреживания, а следовательно, и объем промежуточного пользования лесом.

Некоторые положения существующих методик составления стандартных таблиц, например [1, 6], до настоящего времени дискуссионны, поскольку само понятие «нормальности» абсолютной полноты древостоя должным образом не регламентировано. Как известно, стандартные таблицы для ряда древесных пород, которые применялись в лесном деле до последнего времени и в основу разработки которых были положены таблицы хода роста сомкнутых насаждений, составлены, как правило, лишь с учетом так называемой «оставляемой» части древостоя.

Особую актуальность обсуждаемые вопросы приобретают применительно к искусственным сосновым древостоям, являющимся в настоящее время основным объектом хозяйственного воздействия в полесской зоне.

Среди нормативов, которые используются при лесотаксационной оценке сосновых культур, назовем таблицы хода роста и стандартные таблицы Ю. Н. Савича [4], разработанные им для условий свежих суборей Полесья и лесостепи УССР. Другой нормативно-справочной информацией для культур сосны, заслуживающей доверия и характеризующей особенности роста древостоев во всем диапазоне лесорастительных условий Полесья, лесохозяйственная практика не располагает. В связи с этим в работе предпринята попытка обосновать соответствующие стандартные таблицы, пригодные для таксации сосновых культур данного региона. Прежде всего, следует определить основное содержание абсолютной полноты сомкнутых древостоев. Предполагается, что такие значения сумм площадей сечений возможны лишь при естественном изреживании насаждений (или при искусственном, когда объем выборки не превышает естественного отпада) и должны служить той экологической нормой, по которой необходимо определять степень использования лесным ценозом занимаемого пространства, т. е. его относительную полноту. Таким образом, указанные в таблицах значения сумм площадей сечений соответствуют полноте 1,0. По образному выражению М. М. Орлова [3], в таких древостоях «...нет ни одного лишнего дерева, но нет и ни одного недостающего».

Интересная точка зрения высказана В. В. Кузьмичевым [2]. По его мнению, нормальные древостои представляют собой тот предел, которого могут достигать конкретные насаждения один (или несколько) раз в течение своего роста и развития, однако расти в таких экстремальных условиях они не могут.

При обосновании уровней нормальных абсолютных полнот наибольшее практическое применение получили два методических подхода: 1 — аналитическое выравнивание абсолютных полнот сомкнутых насаждений, отобранных в натуре; 2 — статистическая обработка значений сумм площадей сечений модальных насаждений и построение одностороннего верхнего доверительного интервала (при заданном уровне доверительной вероятности).

Первый способ, как известно, широко использован мировой лесотаксационной практикой при составлении таблиц хода роста сомкнутых насаждений. Однако в современных условиях при интенсивном ведении лесного хозяйства, когда в лесном ценозе ведется регулярный уход, возможности реализации этого метода в его традиционной форме относительно невелики. Трудности, возникающие при нахождении в натуре достаточно большого числа сомкнутых насаждений, а также субъективизм исполнителей снижают достоинства метода. К тому же до настоящего времени дискуссионным является также вопрос о минимальном размере пробной площади, обеспечивающем обоснованное значение абсолютной полноты.

Положительная сторона второго подхода — строгость используемого математического аппарата. Однако методу свойствен тот существенный недостаток, что на уровнях абсолютных полнот модельных насаждений в полной мере сказывается сложившаяся система ведения хозяйства. С учетом отмеченных обстоятельств при анализе сумм площадей сечений сосновых культур названные методы были объединены.

В основу модели абсолютных полнот положен исходный материал, представляющий результаты таксации 186 временных и 24 постоянных экспериментальных участков, на которых было срублено более 2 000 модельных деревьев. Использовали также вероятностную оценку сумм площадей сечений сомкнутых древостоев путем построения одностороннего верхнего доверительного интервала (при вероятности 0,975). При этом была отмечена достаточная сопоставимость опытных и расчетных данных и выявлено весьма важное обстоятельство — значимое влияние на величину абсолютной полноты насаждений лесорастительных условий при равных средних высотах, что подтверждает исследования А. В. Тюрина [7], А. В. Вагина, Н. Н. Свалова [5] и др.

Получена следующая регрессионная модель абсолютной полноты сомкнутых сосновых культур:

$$G_{1,0} = G_{\text{отн}} G_{\text{баз}};$$

$$G_{\text{отн}} = 0{,}719 H^{0{,}183} \exp(-3{,}39/H - 3{,}15/H^2); \qquad (1)$$

$$G_{\text{баз}} = 37{,}4 + 1{,}697 \cdot 10^{-6} H_{\text{баз}}^{\text{в}\,4{,}245},$$

где H — средняя высота древостоя;
$G_{1,0}$ — абсолютная полнота сомкнутых древостоев;
$G_{\text{отн}}$ — относительные значения абсолютных полнот;
$G_{\text{баз}}$ — значение базовой абсолютной полноты;
$H_{\text{баз}}^{\text{в}}$ — верхняя базовая высота.

При группировке исходного опытного материала по уровням производительности верхние высоты были согласованы с общебонитировочной шкалой М. М. Орлова для древостоя 80 лет. Значения $H_{\text{баз}}^{\text{в}}$ в зависимости от класса бонитета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Верхние высоты сосновых древостоев в возрасте 80 лет

Класс бонитета	Ic	Iв	Ia	I	II	III
Верхняя высота, м	39,2	35,1	31,2	27,3	23,5	19,7

Сравнение сумм площадей сечений, установленных по модели (1), с данными таблиц Ю. Н. Савича [4] показало полную сопоставимость результатов.

Для увязки в стандартных таблицах сумм площадей сечений с запасом древостоя необходимы значения видовых чисел (видовых высот). В предлагаемой таблице реализована следующая многомерная модель видовых чисел (F):

$$F = \begin{cases} 10^{-3}(572{,}7 + 28\,854 H^{-3{,}76}), & H < 5{,}5; \\ A^{0{,}0648} D^{-0{,}127} H^{-0{,}337} \exp(7{,}51 - 3{,}23/H + 23{,}3/H^3), & H \geqslant 5{,}5, \end{cases} \qquad (2)$$

где A, D, H — средние возраст, диаметр и высота древостоя (для фиксированных H значения A и D получены как след-

ствие поведения многомерных моделей динамики таксационных показателей).

Таблица сумм площадей сечений и запасов сомкнутых искусственных сосновых древостоев Полесья УССР в полном объеме приведена в табл. 2.

Таблица 2

Суммы площадей сечений и запасы полных искусственных сосновых древостоев Полесья УССР

Высота, м	Класс бонитета											
	Ic		Iв		Iа		I		II		III	
	G, м²	M, м³	G, м²	M, м³	G, м²	M, м³	G, м²	M, м³	G, м²	M, м³	G, м²	M, м³
2,0	2,9	16	2,7	15	2,6	14	2,5	13	2,4	13	2,4	13
2,5	5,9	22	5,4	20	5,1	19	4,9	18	4,8	18	4,7	18
3,0	9,1	28	8,4	26	7,9	25	7,6	24	7,4	23	7,3	23
3,5	12,2	35	11,2	33	10,6	31	10,2	30	9,9	29	9,8	28
4,0	15,0	44	13,9	41	13,1	38	12,6	37	12,3	36	12,1	35
4,5	17,7	54	16,3	49	15,4	47	14,8	45	14,4	44	14,2	43
5	20,1	64	18,5	59	17,5	56	16,8	54	16,4	52	16,1	52
6	24,3	87	22,4	81	21,1	76	20,3	74	19,8	73	19,5	73
7	27,8	113	25,6	105	24,2	100	23,2	97	22,7	96	22,3	96
8	30,7	140	28,4	130	26,8	124	25,7	121	25,1	119	24,7	119
9	33,3	168	30,8	156	29,0	149	27,9	145	27,2	144	26,8	143
10	35,6	196	32,8	183	31,0	175	29,8	170	29,0	168	28,6	168
11	37,5	224	34,7	209	32,7	200	31,4	195	30,6	193	30,2	192
12	39,3	253	36,3	236	34,3	226	32,9	220	32,1	217	31,6	217
13	40,9	281	37,8	263	35,7	252	34,3	245	33,4	242	32,9	241
14	42,4	309	39,1	290	36,9	277	35,5	270	34,6	266	34,1	265
15	43,7	338	40,4	317	38,1	303	36,6	295	35,7	290	35,1	289
16	45,0	366	41,5	343	39,2	328	37,6	319	36,7	314	36,1	312
17	46,1	395	42,6	370	40,2	353	38,6	344	37,6	338	37,0	335
18	47,2	423	43,5	396	41,1	378	39,5	368	38,5	361	37,9	358
19	48,2	451	44,5	422	42,0	403	40,3	391	39,3	384	38,7	380
20	49,1	479	45,3	448	42,8	428	41,1	415	40,1	407	39,5	402
21	50,0	507	46,2	474	43,5	452	41,8	438	40,8	429	40,2	423
22	50,8	535	46,9	500	44,3	476	42,5	461	41,5	451	40,8	444
23	51,6	562	47,7	525	45,0	500	43,2	484	42,1	473		
24	52,4	590	48,3	551	45,6	524	43,8	506	42,7	494		
25	53,1	617	49,0	576	46,2	547	44,4	528	43,3	514		
26	53,8	644	49,6	600	46,8	570	45,0	549				
27	54,4	671	50,2	625	47,4	593	45,6	570				
28	55,0	698	50,8	649	48,0	615	46,1	591				
29	55,6	724	51,4	673	48,5	637						
30	56,2	750	51,9	696	49,0	658						
31	56,8	776	52,4	720	49,5	679						
32	57,3	801	52,9	742	49,9	700						
33	57,9	826	53,4	765								
34	58,4	851	53,9	786								
35	58,8	875	54,3	808								
36	59,3	899										
37	59,8	922										
38	60,2	945										

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анучин Н. П. Лесная таксация.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 552 с. [2]. Кузьмичев В. К. Закономерности роста древостоев.— Новосибирск: Наука, 1977.— 160 с. [3]. Орлов М. М. Лесная таксация.— Л.: Изд. журн. «Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть», 1929.— 532 с. [4]. Савич Ю. Н. Особенности роста сосновых культур в свежих суборях Полесья и Лесостепи УССР: Автореф. дис... канд. с.-х. наук.— Киев, 1965.— 22 с. [5]. Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 216 с. [6]. Тетенькин А. Е. Обоснование таблиц сумм площадей сечений и запасов при

полноте 1,0 // Лесн. хоз-во.— 1967.— № 7.— С. 40—41. [7]. Тюрин А. В. Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины и ели.— М.; Л.: Сельхозгиз, 1931.— 200 с.

Поступила 8 мая 1986 г.

УДК 630*181

О ФАКТОРАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО НА ВОДОРАЗДЕЛЬНЫХ ПЛАТО В ПРЕДГОРЬЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

С. И. СМИРНОВ

Брянский технологический институт

Приуроченность очагов массового размножения дубовой углокрылой пяденицы (*Ennomos quercinaria* Hüfn.) к древостоям дуба черешчатого на водораздельных плато в предгорьях Северо-Западного Кавказа вызвала необходимость в выделении факторов, определяющих условия произрастания. Дубовая углокрылая пяденица является новым опасным листогрызущим насекомым на Северо-Западном Кавказе и в период вспышек массового размножения наносит определенный ущерб состоянию древостоев.

Существуют два мнения об условиях произрастания насаждений дуба черешчатого в предгорьях Северо-Западного Кавказа. Так, И. А. Грудзинская [1] считает, что эти леса, приуроченные к водораздельным плато, характеризуются достаточным или избыточным застойным увлажнением. Выделяя тип леса — мертвопокровный дубняк с грабовым подлеском, автор указывает на его важное хозяйственное значение. Насаждения данного типа развиваются на серых, слабооподзоленных почвах, подстилаемых слитым горизонтом. Тяжелый механический состав почв и плохой дренаж создают благоприятные условия для застаивания воды, что ведет к образованию оглеенных прослоек, особенно ярко выраженных на месте контакта более тяжелой слитой почвы с покрывающей ее серой. Структура древостоя в этом типе леса несложна, ярусы резко разграничены. Первый ярус представлен дубом черешчатым с полнотой не выше 0,5 . . . 0,6 даже в насаждениях, не тронутых рубкой. Во втором ярусе угнетенный грабовый подрост, который следовало бы отнести к подлеску, поскольку в данном типе леса граб не выходит в древостой даже при уничтожении (вырубке) дубового полога.

Существует противоположное мнение [3], что в предгорьях Северо-Западного Кавказа насаждения дуба черешчатого, занимающие обычно выпуклые части плакоров, относятся к группе сухих дубрав. По этим данным, древостои здесь, как правило, чистые и простые по строению. В них лишь изредка во втором ярусе встречаются клен, липа и граб.

В настоящее время древостои дуба черешчатого, произрастающие в указанных условиях, лесохозяйственная наука и практика относят к группе сухих дубрав. Исходя из этого, в них планируются и проводятся лесохозяйственные мероприятия.

Наши наблюдения и анализ литературы показали, что основным фактором, определяющим произрастание насаждений дуба черешчатого на водораздельных плато в предгорьях Северо-Западного Кавказа, является избыточное, застойное увлажнение почвы, особенно в первой половине вегетационного периода. Этот вывод подтверждается следующими материалами.

1. По данным метеостанции г. Горячий Ключ, расположенной в районе исследований, среднегодовое количество выпадающих осадков составляет 858 мм, причем около половины из них приходится на вегетационный период, что, в свою очередь, не способствует формированию засушливых условий, особенно на выравненных участках рельефа.

2. Практически во всех 16 почвенных разрезах, заложенных в насаждениях дуба черешчатого на водораздельных плато, мы отмечали признаки избыточного увлажнения, выражающиеся в появлении сизо-оливковых тонов и ржавых пятен. Это обусловлено сравнительно большим количеством выпадающих осадков, наличием на глубине 60... 100 см погребенного слитого горизонта, а также тяжелым механическим составом почвы.

3. Т. Ф. Дерюгина [2] установила, что анатомическая структура листа является хорошим показателем адаптации растения к водному режиму. В частности, при увеличении влажности почвы толщина листьев растений уменьшается. По нашим данным, масса образцов воздушно-сухих листьев, взятых из средней части листа при помощи высечки для пыжей, у 50 модельных деревьев в насаждениях дуба черешчатого на водораздельных плато, оказалась на 32,5 % меньше, чем масса такого же числа образцов из смежных древостоев на склонах. Эта разница при одинаковом числе образцов и сумме их площадей свидетельствует о различиях в толщине листьев.

Из литературных источников известно, что на серых почвах предгорий Краснодарского края на глубине 60... 80 см наблюдается обычно слитый, водонепроницаемый горизонт. Над этим горизонтом, вследствие довольно значительного количества выпадающих осадков в холодный период и низкой их испаряемости, образуется слой свободной гравитационной воды [5, 6, 7]. Верховодка в этих почвах существует 6... 7 мес в году, чаще с конца ноября по май, в отдельные годы до середины июня. Образуется она также и летом после обильных и продолжительных дождей. Она вызывает переувлажнение почвы, создает неблагоприятные водно-воздушные условия для корней растений [6, 7]. Почвы сильно набухают и становятся почти водонепроницаемыми, скорость фильтрации в слитом горизонте составляет 0,0009... 0,0015 мм/мин [4].

По нашему мнению, одним из основных моментов, обеспечивающих возможность успешного произрастания насаждений дуба черешчатого на водораздельных плато, является быстрое поглощение древостоями избытков почвенной влаги, особенно в начале вегетационного периода. Нарушение этой системы жизнеобеспечения в результате сильного повреждения листогрызущими насекомыми вызывает застой избытков влаги в поверхностных горизонтах, что в условиях высоких температур воздуха и почвы приводит к массовой гибели мелких корней древесных пород. Именно это обстоятельство явилось одной из основных причин усыхания дуба черешчатого на площади около 5 тыс. га в предгорьях Северо-Западного Кавказа после сильного повреждения их в 1982—1983 гг. непарным шелкопрядом.

Из всех древесных пород, произрастающих в регионе, только дуб черешчатый полностью приспособился к условиям произрастания и формирует сравнительно высокопродуктивные древостои. Поэтому основным направлением ведения лесного хозяйства здесь следует считать выращивание чистых насаждений дуба черешчатого.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Грудзинская И. А. Широколиственные леса предгорий Северо-Западного Кавказа // Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа.— М.: АН СССР, 1953.— С. 5—186. [2]. Дерюгина Т. Ф. Отношение древесины к влажности почвы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Минск, 1967, 23 с. [3]. Дубовые леса / И. П. Коваль, П. М. Полежай, И. Н. Лигачев, Н. П. Аленьтьев // Растительные ресурсы. Ч. 1—

Ростов: Ростов. ун-т, 1980.— С. 49—102. [4]. Елисеева Н. В. Физические свойства и режим влажности слитых черноземов Западного Предкавказья // Почвоведение.— 1983.— № 4.— С. 56—63. [5]. Сухоруких Ю. И. Влияние периодического переувлажнения слитых почв на состояние каштана конского // Лесоведение.— 1985.— № 2.— С. 91—94. [6]. Уваров В. И. Верховодка в почвах предгорий Краснодарского края // Почвоведение.— 1970.— № 9.— С. 118—124. [7]. Уваров В. И. Изменения физических свойств слитых почв Краснодарского края // Лесоведение.— 1972.— № 10.— С. 39—43.

Поступила 5 мая 1986 г.

УДК 630*232.312.3

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЕСНЫХ СЕМЯН И ИХ ПРИМЕСЕЙ

Л. Т. СВИРИДОВ

Воронежский лесотехнический институт

Аэродинамические свойства лесных семян (критическая скорость и коэффициент парусности), которые характеризуют их поведение в воздушном потоке, широко используются при теоретических исследованиях процессов обескрыливания, очистки и сортирования, а также для обоснования предельных и рабочих скоростей воздушного потока при очистке семян на семеочистительных машинах. Имеющиеся некоторые сведения [1, 2, 8] не могут быть в полной мере применены для указанных целей. Исследования Т. М. Соболевой [10], Е. П. Замысловского [4], А. К. Карабаки [5], Ю. И. Полупарнева и др. [9], хотя и достаточно полны, но в них не изучены аэродинамические свойства семян с крылом и примесей.

Нами в полном объеме изучены аэродинамические свойства семян и примесей сосны обыкновенной (Воронежская область), ели обыкновенной (Ленинградская область), лиственницы сибирской (Красноярский край), кленов остролистного, татарского и ясенелистного, ясеней обыкновенного и зеленого, вяза мелколистного (Воронежская область). Изучали семена естественного состояния (с крылом) и прошедшие обработку (обескрыленные), а также примеси, полученные в процессе обескрыливания. Влажность семян была равна 7...9 %.

Исследования аэродинамических свойств семян проводили на порционно-парусном классификаторе конструкции ВИМ [7], смонтированном в лаборатории кафедры механизации лесного хозяйства ВЛТИ. Для определения критической скорости семян и примесей каждой фракции в воздушном канале классификатора была установлена трубка Пито — Прандтля, соединенная со шлангом микроманометра типа ММН. Скоростное динамическое давление (Па) находили по формуле

$$h_д = 10 l \gamma_{сп} \sin \alpha, \quad (1)$$

где l — длина столбика спирта в наклонной трубке, мм;
$\gamma_{сп}$ — плотность спирта, равная 0,81 г/см³;
α — угол наклона трубки микроманометра, равный 10°.

По скоростному давлению определяли критическую скорость (м/с) [6]

$$U_{кр} = \sqrt{\frac{2gh_д}{\gamma}}, \quad (2)$$

где γ — плотность воздуха, равная 1,2 кг/м³;
g — ускорение силы тяжести,

а затем рассчитывали коэффициент парусности (1/м) по формуле [3]

$$k_п = g/U^2_{кр}. \quad (3)$$

В опытах отбирали навески из средних образцов массой 20...25 г для крылатых и 50 г для обескрыленных семян. Измерения проводили в 20-кратной повторности для каждой породы. При визуальных наблюдениях было установлено, что исходная смесь обескрыленных семян хвойных пород содержит трудноотделимые примеси (чешуйки, хвою и т. д.). Поэтому нами произведено дополнительное разделение этой смеси на

парусном классификаторе с интервалом изменения скорости воздушного потока 0,5 ... 1,0 м/с.

Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики и представлены в таблице.

Критические скорости и коэффициенты парусности семян

Порода	Семена с крылом	Обескрыленные семена				
		крупные полнозернистые	тяжелые средние	средние и мелкие	поврежденные и щуплые	примеси
Сосна обыкновенная	1,77 / 3,29	7,80 / 0,163	7,06 / 0,196	5,6 / 0,312	3,32 / 0,929	—
Ель обыкновенная	2,50 / 1,57	8,25 / 0,144	8,03 / 0,152	5,82 / 0,29	3,62 / 0,749	—
Лиственница сибирская	2,25 / 1,94	8,75 / 0,128	8,23 / 0,145	5,97 / 0,268	3,74 / 0,70	—
Клен остролистный	4,45 / 0,52	5,77 / 0,29	5,27 / 0,35	4,81 / 0,42	2,89 / 1,18	2,45 / 1,64
» татарский	4,31 / 0,58	8,59 / 0,13	7,86 / 0,15	6,30 / 0,25	3,32 / 0,89	2,26 / 1,92
» ясенелистный	3,66 / 0,76	5,77 / 0,29	5,27 / 0,35	4,61 / 0,46	2,88 / 1,18	2,44 / 1,63
Ясень обыкновенный	3,74 / 0,70	5,77 / 0,29	5,33 / 0,35	4,40 / 0,51	2,89 / 1,18	2,40 / 1,70
» зеленый	4,55 / 0,47	5,77 / 0,29	5,17 / 0,37	4,08 / 0,59	2,54 / 1,52	2,17 / 2,08
Вяз мелколистный	1,96 / 2,68	4,92 / 0,41	4,08 / 0,59	3,04 / 1,06	2,30 / 1,85	1,87 / 2,80

Примечание. В числителе — значения критических скоростей; в знаменателе — коэффициентов парусности.

Анализ данных показывает, что критические скорости семян с крылом меньше, чем у обескрыленных. Так, для крылатых семян сосны, ели и лиственницы они равны соответственно 1,77; 2,50; 2,25 м/с, а для обескрыленных — 5,60; 5,82; 5,97 м/с (сравнение сделано по семенам среднего фракционного состава). Такое явление можно объяснить тем, что у обескрыленных семян масса изменяется незначительно, а их парусность резко снижается. Аналогичная картина характерна и для семян лиственных пород, хотя здесь перепад критических скоростей меньше. Одна из причин значительной изменчивости этого признака — наличие в семенах большого числа фракций, критическая скорость которых различна. Это свидетельствует о том, что не полностью обескрыленные семена в процессе обработки могут попадать вместе с примесями в осадочные камеры систем очистки. Поэтому качественное обескрыливание семян будет способствовать стабилизации значения критических скоростей и тем самым снижению потерь семенного материала в отходы.

Из таблицы видно, что критические скорости различных фракций обескрыленных семян хвойных пород значительно изменяются (примерно в 2 ... 2,5 раза). Для семян лиственных пород критические скорости поврежденных и щуплых семян по сравнению с крупными полнозернистыми также различаются примерно в 2 раза. Между критическими скоростями семян крупных, средних и мелких нет резких различий, поэтому сортировать эти семена нецелесообразно. Наблюда-

ется сравнительно большой перепад между критическими скоростями мелких, пустых семян и примесями для лиственных пород, следовательно, поврежденные, щуплые семена и примеси легко отделить из общего семенного материала. У семян хвойных пород картина иная. При классификации исходных семенных смесей было обнаружено, что 97...98 % легких примесей (крылышек) при скорости 1,5...2,5 м/с, 60...75 % чистых семян сосны и ели при скорости 3,5...5,5 м/с, а семян лиственницы при скорости 4...7 м/с уносится в циклон. Крупные частицы (чешуйки, хвоя и т. д.) практически невозможно выделить воздушным потоком из исходной смеси. Поэтому семена хвойных пород необходимо доочищать на решетных или триерных установках. Верхней границей скорости воздушного потока, при которой можно выделить значительную массу примесей и щуплых семян сосны и ели, является скорость 4 м/с, а для лиственницы 4,5...4,7 м/с. При такой скорости у семян сосны (наиболее засоренных) выделяется 74...76 % примесей и отходов, у семян ели — 79...81 % и у семян лиственницы — 83...86 %. Для лиственных пород скорость потока 2,8...3,3 м/с уже достаточна, чтобы практически полностью удалить из чистых семян примеси и щуплые семена (см. таблицу). Эти пороги скорости воздушного потока следует уточнять для конкретных партий семян различного происхождения.

Очень сложно выделить из исходной смеси необескрыленные семена хвойных пород, так как при скорости 4...4,5 м/с происходит выделение чистых семян, а 20...25 % необескрыленных семян имеют такую же скорость. Не полностью обескрыленные семена также практически невозможно отделить от легких примесей и чистых семян. Следовательно, качество обескрыливания имеет существенное значение при последующей очистке семенного материала от примесей. При низком качестве обескрыливания значительная масса семян будет безвозвратно уходить в отходы, что потребует дополнительной очистки этих примесей и увеличения затрат.

Выводы

1. Примеси и пустые обескрыленные семена лиственных пород практически полностью удаляются при скорости воздушного потока 2,8...3,3 м/с, которую мы рекомендуем в качестве нижнего предела в системах воздушной очистки машин для обработки семян лиственных пород.

2. Основная масса семян сосны и ели обыкновенной очищается при скорости воздушного потока 3,5...5,5 м/с, а лиственницы сибирской — 4...7 м/с. Эти скорости рекомендуются в качестве рабочих для систем воздушной очистки машин для обработки семян хвойных пород.

3. Полную очистку семян хвойных пород от трудноотделимых примесей (чешуйки, хвоя и пр.) надо проводить на решетных и триерных установках, так как воздушным потоком эти примеси выделить не представляется возможным.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Войчаль П. И. К вопросу сортирования семян ели и сосны // Сб. НИР / АЛТИ.— Архангельск, 1946.— Вып. 8.— С. 77—83. [2]. Войчаль П. И. Физические свойства семян сосны и ели и их значение для сортирования: Автореф. дис ...канд. с.-х. наук.— Архангельск, 1953.— 11 с. [3]. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Колос, 1980.— 304 с. [4]. Замысловский Е. П. Исследование аэродинамических свойств семян древесных и кустарниковых пород // Сб. науч. работ по лесн. хоз-ву / ЛенНИИЛХ.— Л., 1959.— С. 111—130. [5]. Карабаки А. К. Некоторые данные о физико-механических свойствах хвойных семян в связи с выбором наиболее рационального метода очистки и их сортирования // Сб.

НИР по лесн. хоз-ву / ЛенНИИЛХ.— Л., 1963.— Вып. 6.— С. 318—328. [6]. Методика изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений / Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т сельскохоз. машиностроения.— М.: ОНТИ ВИСХОЛМ, 1960.— 277 с. [7]. Очистка и сортирование семян / И. Г. Воронов, И. Е. Кожуховский, П. П. Колышев, Г. Т. Павловский.— 2-е изд., перераб.— М.: Сельхозгиз, 1959.— 582 с. [8]. Плетиков М. В. О скоростях воздушного потока при очистке семян лесных пород // Сб. работ по лесн. хоз-ву: Науч.-техн. инф.— Воронеж, 1959.— С. 64—67. [9]. Полупарнев Ю. И., Свиридов Л. Т., Бахтин Г. В. Исследование физико-механических свойств лесных семян ЦЧО / ВЛТИ.— Воронеж, 1981.— 81 с.: ил.— Деп. в ЦБНТИлесхозе 18.05.81, № 85—ЛД. [10]. Соболева Т. М. Физико-механические свойства лесных семян как основа рационального технологического процесса их очистки и сортировки // Лесоинж. дело.— 1958.— Вып. 1.— С. 52—56.

Поступила 2 октября 1986 г.

УДК 630*232.12 : 582.475.4 (470.41/43)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ СОСНЫ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

М. М. КОТОВ

Марийский политехнический институт

Известны различные методологические подходы в проведении селекционно-генетических исследований сосны: изучение климатических экотипов в географических культурах; эдафических экотипов в испытательных культурах; теоретические и экспериментальные исследования сущности и границ естественных лесных популяций с использованием различных методов, включая кариологические; изучение индивидуальной изменчивости; особенностей функционирования генотипа [1, 3—5]. В них используются различные конкретные методики. Мы разрабатывали прикладные вопросы селекции и семеноводства сосны обыкновенной для условий Среднего Поволжья. В результате выработана система исследований на уровне индивидуальной внутрипопуляционной изменчивости. Она включает формулировку принципиального подхода, последовательность исследований, методы.

Принцип можно сформулировать как эколого-генетический анализ естественных и искусственных насаждений сосны разного возраста на основе поведения признаков в экологическом градиенте.

Исследования включают: выбор признаков, подбор экологических условий, исходного материала, составление экологических рядов и испытания растительных объектов в экологических рядах для доказательства фенотипической изменчивости селекционируемых и коррелятивных признаков; испытания семенного потомства изучаемых растений в экологических рядах с целью оценки генетических параметров признаков, взаимодействия генотип — среда, а также эколого-генетической группировки родительских растений; изучение хозяйственной значимости эколого-генетических групп растений; разработка рекомендаций по аналитической селекции с учетом лесорастительных условий.

Особенности перечисленных этапов заключаются в следующем.

Подбор признаков. Вначале подбирают такие признаки, которые в итоге характеризовали бы устойчивость и продуктивность деревьев сосны. Они должны быть сопряжены друг с другом. Далее интегральные признаки разделяют на более простые.

Исследования показали, что в условиях Среднего Поволжья интегральными признаками у сосны являются засухоустойчивость и рост растений, тесно сопряженные между собой. Засухоустойчивость оценивается характеристиками таких более простых признаков, как водоудерживающая способность тканей и органов, годичная динамика

оводненности, фракционный состав воды и количественное содержание разных фракций, степень снижения интенсивности роста и повреждения органов растений засухами, выживаемость организмов при засухах и др. Рост оценивается величиной текущих приростов в высоту, размерами хвои, длиной корневой системы, биомассой растений. Методической особенностью исследований является изучение абсолютных значений признаков не в статике, а в динамике, т. е. изучается поведение признаков.

Под термином «поведение» мы понимаем направление и величину сдвига значения признака при переходе от одной ступени экологического ряда к другой.

Подбор экологических условий. Общее требование к подбираемым экологическим условиям заключается в том, чтобы они были в числе ведущих в общей экологической обстановке. Кроме того, необходимо, чтобы по ним было возможно создание или подбор в природных условиях рядов и чтобы они поддавались визуальной и инструментальной регистрации. В районе исследований этим условиям отвечают гидротермический режим воздуха, влажность и трофность почв.

Подбор исходного материала. Исходным материалом для изучения могут служить естественные насаждения в масштабах лесоводственно-таксационного выдела или группы выделов, культуры из посевного и посадочного материала известного и неизвестного происхождения, существующие объекты постоянной лесосеменной базы, производственные питомники.

Составление экологических рядов. Экологические ряды подбирают в природе или искусственно создают так, чтобы они имитировали условия роста изучаемого объекта или будущих культур производственного значения. В проведенных исследованиях естественные ряды подбирали по классам бонитета, а искусственно создавали по следующей схеме:

на питомнике три варианта по субстрату (песок из материнской породы, низинный перепревший торф, богатая смесь); в пределах каждого варианта по трофности субстрата закладывали четыре варианта по влажности (контроль, засушливый, свежий и влажный). В одном из опытов был наложен еще ряд по освещенности (короткий день и контроль; интенсивность освещения естественная, 75 и 50 % от естественного); в другом опыте на фоне песка создан ряд с минеральными удобрениями (N, P, NP);

в культурах — четыре варианта по типам лесорастительных условий (A_{1-2}, A_2, A_2B_2, B_{2-3});

в лабораторных условиях создавали ряды по уровню оводненности тканей хвои, температуре обработки хвои и семян, концентрации гипертонических растворов. Кроме перечисленных, в качестве естественных рядов служили температура и влажность воздуха в годичном и многолетнем цикле.

Испытание растений позволило сделать вывод о фенотипической неоднородности естественных древостоев, культур, сеянцев в питомниках по признакам, характеризующим уровень индивидуальной засухоустойчивости и интенсивности роста.

Все многообразие особей было объединено в три группы: засухоустойчивые, промежуточные и чувствительные к засухе.

Испытание семенного потомства. Чтобы говорить о формах, необходимы доказательства их наследственной обусловленности. Для этого анализировали полусибсовое и (или) сибсовое потомство. В наших исследованиях испытывали потомство как от свободного, так и от контролируемого опыления в экологических рядах в питомнике, а также в культурах до 13-летнего их возраста.

Показано, что:

засухоустойчивость и интенсивность роста так тесно сопряжены, что представляется возможным сформулировать гипотезу о детерминированности сопряжения супергеном [2];

сами по себе и засухоустойчивость, и энергия линейного роста сосны имеют сложную генетическую природу. В их детерминации участвуют эффекты аддитивные, неаллельного взаимодействия между генами, взаимодействия между генотипом и средой.

Таким образом, показана генетическая детерминация изученных интегральных признаков, что служит основанием для выделения засухоустойчивой, промежуточной и чувствительной к засухе форм сосны.

Изучение хозяйственной значимости выделенных форм. Народнохозяйственная ценность выделенных форм сосны вытекает из их эколого-генетических особенностей. На бедных почвах различной влажности и сухих почвах различной трофности особи засухоустойчивой формы быстрее растут, у них более плотная древесина, повышенная устойчивость против шютте и жаростойкость. К возрасту 80 ... 100 лет в естественных сосняках, произрастающих на песчаных почвах, особи засухоустойчивой формы превосходят среднее дерево по высоте на 4 %, диаметру до 17 %, объему ствола на 10 ... 57 %. Следовательно, аналитическая селекция методом индивидуального отбора целесообразна, практически возможна, лесоводственно эффективна.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вересин М. М., Ефимов Ю. П., Арефьев Ю. Ф. Справочник по лесному селекционному семеноводству.— М.: Агропромиздат, 1985.— 245 с. [2]. Дубинин Н. П. Общая генетика.— 3-е изд.— М.: Наука, 1986.— 560 с. [3]. Котов М. М. Организация лесосеменной базы.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 137 с. [4]. Селекция лесных пород / П. И. Молотков, И. Н. Патлай, Н. И. Давыдова и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 224 с. [5]. Справочник по лесосеменному делу / Под ред. А. И. Новосельцевой.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 336 с.

Поступила 5 марта 1987 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*37.001

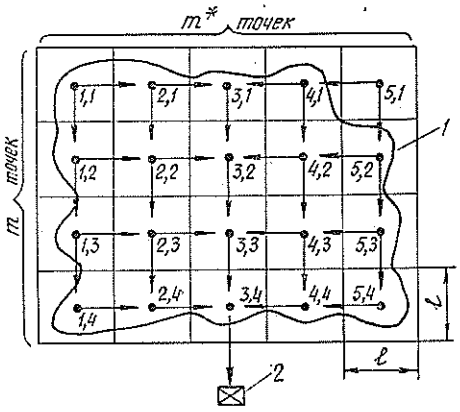
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ ЛЕСОТРАНСПОРТА

В. Т. СУРИКОВ

Московский лесотехнический институт

Под схемой транспортного освоения лесосырьевой базы понимают совокупность маршрутов (траекторий) перемещения древесины из всех точек лесосырьевой базы к пункту примыкания (нижний склад) определенными видами транспортных средств.

При проектировании оптимальной схемы следует найти наилучшую с экономической точки зрения совокупность маршрутов и одновременно установить: местоположение пункта примыкания из ряда возможных; оптимальную протяженность перемещения древесины первичным, вторичным и последующими видами лесотранспорта.



Поэтому наша задача — разработать математическую модель, в абстрактном виде отражающую данную проблему.

На заданную лесосырьевую базу накладывается прямоугольная сетка с числом квадратов $m \times m^*$ (см. рисунок: *1* — контур лесосырьевой базы; *2* — нижний склад). Число квадратов по горизонтали должно быть нечетным (m^* — нечетное число). Размер сторон квадратов в принципе может быть любым в зависимости от желаемой точности решения.

Запас древесины каждого квадрата считаем сосредоточенным в его центре (точке). Приняты следующие исходные условия и обозначения:

конфигурация лесосырьевой базы, ее размеры, рельеф и распределение запасов могут быть любыми;

число возможных пунктов примыкания (нижних складов) задано и является числом конечным;

заданы виды дорог, имеющиеся в лесосырьевой базе;

встречные перевозки запрещены;

$x_{i,j}$ — объем древесины, перемещаемый из i, j-й точки, м^3;

$q_{i,j}$ — запас древесины, сосредоточенный в i, j-й точке, м^3;

$a_{i,j}$ — объем древесины, потребляемый в i, j-й точке, м^3;

$l_{i,j} = l$ — сторона квадрата сетки, км;

$P_{i,j}$ и $P^*_{i,j}$ — дискретные числа (Булевы переменные), каждое из которых может принимать значения только 0 или 1, причем всегда $P_{i,j} + P^*_{i,j} = 1$.

Если древесина из какой-то точки перемещается в ближайшую горизонтально, то $P_{i,j}$ обозначается со звездочкой $P^*_{i,j}$, а если вертикально, то без звездочки $P_{i,j}$.

Точки по i нумеруют по горизонтали сетки слева направо, а по j — по вертикали сверху вниз.

Из точки 1,1 древесину можно перемещать в точку 1,2 или в 2,1 в объеме

$$x_{1,1} = q_{1,1} - a_{1,1} = b_{1,1}.$$

Из точки 2,2 древесину можно перемещать в точку 3,2 или в 2,3 в объеме

$$x_{2,2} = q_{2,2} - a_{2,2} + x_{2,1}P_{2,1} + x_{1,2}P^*_{1,2} = b_{2,2} + x_{2,1}P_{2,1} + x_{1,2}P^*_{1,2}.$$

В общем случае для лесосырьевой базы размером $m \times m^*$ квадратов математическая модель записывается следующим образом:

1) для всех

$$i < \frac{m^*+1}{2}; \quad j = m$$

$$x_{i,j} = b_{i,j} + x_{i-1,j}P^*_{i-1,j} + x_{i,j-1}P_{ij-1};$$

2) для всех

$$m^* \geqslant i > \frac{m^*+1}{2}; \quad j \leqslant m$$

$$x_{i,j} = b_{i,j} + x_{i,j-1}P_{i,j-1} + x_{i+1,j}P^*_{i+1,j};$$

3) для всех

$$i = \frac{m^*+1}{2}; \quad j < m$$

$$x_{i,j} = b_{i,j} + x_{i,j-1} + x_{i-1,j}P^*_{i-1,j} + x_{i+1,j}P^*_{i+1,j};$$

4) для всех

$$i = \frac{m^*+1}{2}; \quad j = m$$

$$x_{i,j} = \sum_{i=1}^{m^*} \sum_{j=1}^{m} b_{i,j} = \text{const};$$

5) для всех i и j

$$P_{i,j} = \begin{cases} 0 \\ 1; \end{cases} \quad P^*_{i,j} = \begin{cases} 0 \\ 1; \end{cases} \quad P^*_{i,j} + P_{i,j} = 1.$$

Математическая модель пригодна для любого промышленного региона с произвольным разбросом точек, в которых сосредоточены те или иные грузы, перемещаемые в определенную точку последовательно двумя или несколькими видами транспорта. Этот вывод следует из того, что любое произвольное распределение точек можно свести к прямоугольной сетке введением фиктивных точек, в которых $q_{i,j} = 0$; $a_{i,j} = 0$. На рисунке такой точкой является точка 5,1.

Оптимальное решение математической модели находят по определенной функции цели или критерию оптимальности.

В принципе целевых функций (критериев оптимальности) существует сколь угодно много. Однако в зависимости от цели, которую ставит перед собой проектировщик, он выбирает ту (или несколько), которая отвечает этой цели и при которой достигается решение поставленной задачи.

При проектировании схем лесотранспорта надо установить, по каким направлениям грузопотоков необходимо строить новые пути, какие из существующих дорог можно использовать и нужна ли их техническая перевооруженность. Одновременно должны быть выбраны вид транспорта, тип тяги и место расположения пункта примыкания.

Все эти вопросы следует решать с учетом рельефа местности, распределения запасов на площади лесосырьевой базы, расположения карьеров, гидрологических, грунтовых и других условий (факторов). Поэтому в зависимости от поставленной цели транспортная сеть может принимать различную конфигурацию.

В настоящее время при сравнении нескольких вариантов, в том числе и при проектировании схем транспортного освоения лесосырьевых баз (транспортных сетей вообще), в основном в качестве функции цели принимают минимум приведенных затрат за ряд лет. Использование этого критерия позволяет эффективно решать задачи перспективного планирования и проектирования только при известной и заданной (детерминированно) всей исходной информации. В тех случаях, когда вся или часть исходной информации не известна и не задана, решение поставленной задачи по этому критерию практически получить невозможно.

Если решение задачи, рассматриваемой в данной работе, проводить по критерию «минимум приведенных затрат»

$$З = \sum_{t=1}^{t=T} A_t (1+E)^{-t} = \frac{A_1}{1+E} + \ldots + \frac{A_t}{(1+E)^t} + \ldots + \frac{A_T}{(1+E)^T},$$

то производимые в t-м году затраты (капитальные и текущие) A_t являются величинами не известными и не заданными, так как они сами зависят (причем дискретно) от конфигурации и структуры транспортной сети.

Кроме того, функция «минимум приведенных затрат» используется в тех случаях, когда капитальные и текущие затраты в течение всего периода (T) строительства объекта «заморожены». Строительство же лесотранспортных путей производится последовательно с введением в эксплуатацию по мере их готовности.

Поэтому для решения поставленной задачи функцией цели принят минимум полных затрат, связанных с транспортным освоением лесосырьевой базы за весь срок ее освоения.

Полные затраты для любого n-го вида транспорта подразделяются нами на условно-постоянные и условно-переменные.

К условно-постоянным отнесены затраты на строительство транспортных путей. Они слагаются из нормативной стоимости строительства транспортных путей n-го вида транспорта ($K^n_{i,j}$ и $K^{n^*}_{i,j}$) и дополнительных затрат на сооружение мостов, путепроводов, туннелей, больших насыпей, выемок и т. п. ($d^n_{i,j}$ и $d^{n^*}_{i,j}$).

При освоении заданной лесосырьевой базы только n-м видом транспорта условно-постоянные затраты в соответствии с нашей экономико-математической моделью составят

$$З_1 = \sum_i \sum_j (K^n_{i,j} l + d^n_{i,j}) P_{i,j} + \sum_i \sum_j (K^{n^*}_{i,j} l + d^{n^*}_{i,j}) P^*_{i,j} =$$

$$= \sum_i \sum_j c^n_{i,j} P_{i,j} + \sum_i \sum_j c^{n^*}_{i,j} P_{i,j}. \qquad (1)$$

Условно-переменные затраты нами условно разбиты на три группы. К первой группе отнесены: затраты на перемещение древесины (груза); стоимость тягового и подвижного состава; затраты на ремонт и содержание транспортных путей, а также тягового и подвижного состава. Вторая группа: затраты на погрузку древесины (груза); стоимость погрузочных машин и механизмов. Третья группа: затраты на содержание административно-управленческого персонала дороги; на строительство зданий, сооружений и складских путей; прочие.

Для нашей экономико-математической модели условно-переменные затраты первой группы не зависят от конфигурации транспортной сети, потому что общая грузовая работа для конкретной лесосырьевой базы — величина постоянная для любой схемы. Однако эти затраты зависят от грузовой работы различных видов транспорта, используемых при комбинированной вывозке.

Поэтому условно переменные затраты первой группы выразим через удельные затраты и грузовую работу следующим образом:

$$З_2^n = Э_1^n Г, \tag{2}$$

где $Э_1^n$ — удельные условно-переменные затраты, р./(м³ · км);

$Г$ — грузовая работа при освоении всей лесосырьевой базы, м³ · км.

При освоении заданной лесосырьевой базы только n-м видом транспорта эти затраты в соответствии с нашей экономико-математической моделью составят

$$З_2^n = \sum_i \sum_j Э_{i,j}^n l x_{i,j} P_{i,j} + \sum_i \sum_j Э_{i,j}^{n*} l x_{i,j} P_{i,j}^*, \tag{3}$$

где $Э_{i,j}^n$ и $Э_{i,j}^{n*}$ — удельные условно-переменные затраты первой группы соответственно по вертикальному и горизонтальному направлениям.

Так как древесина из каждой точки перемещается только одним видом транспорта, а l — величина постоянная, то:

$$Э_{i,j}^n l = Э_{i,j}^{n*} l = \lambda_{i,j}^n. \tag{4}$$

С учетом (4) равенство (3) примет вид

$$З_2^n = \sum_i \sum_j \lambda_{i,j}^n x_{i,j} (P_{i,j} + P_{i,j}^*). \tag{5}$$

В силу того, что $(P_{i,j} + P_{i,j}^*) = 1$, равенство (5) запишем:

$$З_2^n = \sum_i \sum_j \lambda_{i,j}^n x_{i,j}. \tag{6}$$

Условно-переменные затраты второй и третьей групп для заданной (конкретной) лесосырьевой базы не зависят ни от конфигурации транспортной сети, ни от грузовой работы различных видов транспорта, используемых при комбинированной вывозке. Поэтому эти виды затрат в функцию цели не включаются. Таким образом, общие затраты (функция цели), связанные с транспортным освоением всей лесосырьевой базы за весь срок ее освоения при перемещении древесины только одним n-м видом транспорта, составят:

$$З_0^n = З_1^n + З_2^n = \sum_i \sum_j c_{i,j}^n P_{i,j} + \sum_i \sum_j c_{i,j}^{n*} P_{i,j}^* + \sum_i \sum_j \lambda_{i,j}^n x_{i,j} \to \min.$$

При комбинированном перемещении древесины последовательно двумя различными видами транспорта (трелевка, затем вывозка автомобилями) коэффициенты $c_{i,j}^n$, $c_{i,j}^{n*}$ и $\lambda_{i,j}^n$ обозначим без n, так как

неизвестно, для какого вида транспорта эти коэффициенты ставить. Тогда функция цели примет вид

$$З_0 = \sum_i \sum_j c_{i,j} P_{i,j} + \sum_i \sum_j c^*_{i,j} P^*_{i,j} + \sum_i \sum_j \lambda_{i,j} x_{i,j} \to \min.$$

Поступила 8 октября 1986 г.

УДК 630*36 : 658.5.012.12

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫПУСКА МАШИНЫ ЛП-19

П. М. МАЗУРКИН, В. И. КРЕТИНИН, В. Н. СОЛОВЬЕВ, В. И. ЗАГАЙНОВ, В. Г. БОБРОВ

Марийский политехнический институт
Йошкар-Олинский завод лесного машиностроения

В повышении уровня машинизации лесозаготовок особую значимость имеет анализ важнейших технико-экономических показателей выпуска машин (себестоимость и трудоемкость изготовления и др.) в рамках действующего производства. Йошкар-Олинский завод лесного машиностроения с 1984 г. перешел на выпуск модели ЛП-19А. Для технической подготовки завода к выпуску качественно новой машины ЛП-19М необходимо оценить тенденции изменения основных технико-экономических показателей ЛП-19 и ЛП-19А. Цель данной статьи — описать многофакторные нелинейные регрессионные модели, полученные на основе обработки реальных производственных данных.

Хронограмма выпуска машины ЛП-19 по годам и месяцам показала, что число машин Z меняется по сложной поверхности отклика типа $Z = f(Г, M)$ (где $Г$ — номер года: 1 — 1975 г.; 2 — 1976 и т. д.; M — номер месяца в году). По данным работы [5, с. 36], выпуск машин изменяется по нелинейной зависимости. Причем наиболее трудно математически описать этап начала освоения производства (1-й год выпуска).

После структурно-параметрической идентификации на ЭВМ ЕС-1020 получена модель вида

$$Z = \left(-9{,}505 + 10{,}2883Г - 1{,}6769Г^{1{,}6097}\right) \times \left(1{,}5572 + 0{,}5954M - 0{,}6006M^{0{,}9924}\right). \quad (1)$$

Показатель изменчивости остатков $V = 25{,}0$ %, среднее квадратичное отклонение $\sigma = 6{,}9$ шт. Начиная с момента $Г = 2$, $M = 7$, модель (1) с достаточной точностью описывает фактические данные. Отклонение $\Delta = 100\ (\widehat{Z} - Z)/\widehat{Z}$, где $\widehat{Z}$ — фактический месячный выпуск машин не превышает 26 %.

В модели (1) приведены два укрупненных фрейма (понятие по [1, с. 144]), которые взаимосвязаны. Факторы «год» и «месяц» нами определены по ранговой шкале на целочисленной оси [3, с. 155—159]. Известно, что дискретные задачи принятия решений имеют четкую алгебраическую структуру [8, с. 104]. Поэтому модель (1) можно использовать для анализа тенденции выпуска машин типа ЛП-19.

Функция $f(Г)$ к 1983 г. (код 9) получила предел насыщения выпуска, что соответствует (по схеме [5, с. 36]) уровню стабилизации выпуска. Действительно, переход завода в 1984 г. на выпуск ЛП-19А оказался своевременным. Это позволило использовать внутренние резервы и в 1985 г. увеличить выпуск ЛП-19А до 525 шт. Однако этот результат достигнут за счет предельных усилий: производственная мощность завода загружена на 92 %. В табл. 1 приведены некоторые

Таблица 1

Данные для сопоставления по выпуску валочно-пакетирующих машин

Год выпуска	Код $Г$	Фактические значения		Расчетные данные	
		$Z_г$, шт.	Тип машины	$Z_г$, шт	Δ, %
1976	2	100*	ЛП-19	98	+ 2,0
1977	3	200	»	219	— 8,7
1978	4	300	»	305	— 1,7
1979	5	357	»	374	— 4,8
1980	6	424	»	422	+ 0,5
1981	7	480	»	457	+ 4,8
1982	8	500	»	478	+ 4,4
1983	9	462	»	484	— 4,8
1984	10	491	421ЛП-19 + + 70ЛП-19А	477**	+ 2,9
1985	11	525	ЛП-19А	458**	+ 12,8
1990	16	(1 000)	(ЛП-19М)	183**	—

* В 1975 г. выпущено 20 машин, и модель (1) неадекватна для первого года выпуска. ** В пересчете на один тип машины — ЛП-19. В скобках указаны прогнозные значения.

сопоставительные данные годового выпуска $Z_г$, вычисляемого по формуле:

$$Z_г = f(Г) \sum_{M=1}^{12} f(M). \qquad (2)$$

Период упреждения экстраполяционного прогноза не должен превышать период основания прогноза [4], который в табл. 1 составляет 8 лет. Поэтому экстраполяция на 1990 г. возможна. Если бы завод не совершенствовал производственный аппарат, то можно бы ожидать значительного снижения выпуска.

Выпуск 1 000 машин ЛП-19М возможен только на основе коренной реконструкции завода.

Рассмотрим изменение себестоимости изготовления C и трудоемкости H одной машины (табл. 2).

Таблица 2

Экономические показатели выпуска ЛП-19 и ЛП-19А

Год выпуска	Код $Г$	Тип T	Фактические значения		Расчетные данные	
			$\hat{C}$, тыс. р.	$\hat{H}$, нормо-ч	C, тыс. р.	H, нормо-ч
1975	1	1	37,005	2 181	35,586	2 183,6
1976	2	1	35,695	2 167	33,874	2 147,9
1977	3	1	32,309	1 945	30,603	2 103,3
1978	4	1	28,977	2 080	31,129	2 058,7
1979	5	1	28,008	2 080	30,321	2 014,2
1980	6	1	27,049	2 060	29,288	1 969,6
1981	7	1	25,947	2 020	28,057	1 925,0
1982	8	1	26,267	1 876	25,904	1 880,4
1983	9	1	25,605	1 680	23,372	1 835,9
1984	10	1,143*	25,500**	1 618	22,688	1 654,0
1985	11	2	24,377	1 571,6	25,320	1 492,2

* Среднее для двух типов $T_{10} = (421 \cdot 1 + 70 \cdot 2)/491 = 1{,}143$. ** Среднее значение C по двум типам машин: 1 — ЛП-19; 2 — ЛП-19А.

После моделирования получены формулы:

для М1

$$C = (10{,}9588 - 2{,}6843 \exp(0{,}05381\Gamma)) \times$$

$$\times (1 + 0{,}1820\hat{Z}_{\text{г}}^{-0{,}2040})(1 + 0{,}000964\hat{H})(1 + 0{,}2843T); \quad (3)$$

для М2

$$H = (1\,903{,}1 - 37{,}921\Gamma - 4\,218{,}51 \exp(-6{,}3260\Gamma)) \times$$

$$\times (1 + 0{,}1755T^{-5{,}3913}). \quad (4)$$

Кроме того, был вычислен тренд себестоимости изготовления ЛП-19 вида ($T = 1$, $\Gamma = \overline{1,9}$):
для М3

$$C_1 = 24{,}0662 + 18{,}6313 \exp(-0{,}2876(\Gamma + 0{,}07136)). \quad (5)$$

Регрессионные модели характеризуются статистическими показателями адекватности, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Модель	V, %	σ, тыс. р.	$\lvert\Delta_{max}\rvert$, %
М1	7,08	2,04	11,03
М2	4,60	8,91*	9,28
М3	2,34	0,68	3,81

* Единица измерения — нормо-час.

Данные показывают, что модель М3 с очень высокой точностью описывает изменение себестоимости изготовления ЛП-19. Однако эта модель неприемлема для прогноза, так как с 1984 г. выпускается ЛП-19А, а с 1989 г. будет выпускаться ЛП-19М.

В табл. 2 приведены расчетные значения C и H, полученные по М1 и М2.

Значения отклонений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Γ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\Delta_{\text{с}}$, %	3,84	5,10	5,28	—7,43	—8,26	—8,28	—8,13	1,38	8,72	11,03	—3,87
$\Delta_{\text{н}}$, %	—0,12	0,88	—8,14	1,02	3,17	4,39	4,70	—0,24	—9,28	—2,22	5,05

Данные говорят о достаточно высокой адекватности М1 и М2. В 1985 г. себестоимость изготовления снизилась на 3,87 % по сравнению с расчетной вследствие поставки машин со смазочными маслами худшего качества и др. Трудоемкость повысилась из-за освоения новой машины ЛП-19А. С доверительной вероятностью 70 % можно прогнозировать значения C и H вплоть до 1996 г. (период основания прогноза по табл. 2 составляет 11 лет).

Ниже приведены прогнозные значения, полученные по моделям М1 и М2 (табл. 5) при $\hat{F} = 16$ и 21, $T = 2$ и 3 (ЛП-19М); $Z_{\text{г}} = 1\,000$ шт.; H в модели 1 рассчитывают по модели 2.

В соответствии с методикой [2] для ЛП-19М принят коэффициент сложности 1,5. Очевидно, существует минимальный предел стабилизации

Таблица 5

Результаты прогноза себестоимости и трудоемкости изготовления машин ЛП-19А и ЛП-19М

Горизонт прогноза	Выпуск ЛП-19А до 1995 г.		Выпуск ЛП-19М с 1989 г.	
	C, тыс. р.	*H*, нормо-ч	*C*, тыс. р.	*H*, нормо-ч
1990	17,14	1 309,3	25,89	1 964,0
1995	7,77	1 106,8	11,55	1 660,2
Точность прогноза	± 2,04	± 89,1	± 3,06	± 134,0

C, *H* для ЛП-19А и ЛП-19М. Для определения этого уровня, в соответствии с методикой [5], следует проводить дальнейшие исследования. Для этого потребуется функционально-стоимостный анализ как самой конструкции машины [7], так и технологических процессов ее проектирования, изготовления, эксплуатации и утилизации [6].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кибернетика. Дела практические.— М.: Наука, 1984.— 176 с. [2]. Методика отработки конструкций на технологичность и оценки уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения.— М.: Изд-во стандартов, 1976.— 55 с. [3]. Николаев В. И., Брук В. М. Системотехника: методы и приложения.— Л.: Машиностроение, 1985.— 199 с. [4]. Рабочая книга по прогнозированию.— М.: Мысль, 1982.— 430 с. [5]. Сиваков Е. Р., Кирпичев В. И., Вырвинский В. В. Системные исследования развития турбогенераторов.— Л.: Наука, 1984.— 200 с. [6]. Технико-экономический анализ машин и приборов.— М.: Машиностроение, 1985.— 248 с. [7]. Фатхутдинов Р. А. Стандартизация элементов функционально-стоимостного анализа эффективности машин.— М.: Изд-во стандартов, 1985.— 112 с. [8]. Юдин Д. Б., Юдин А. Д. Число и мысль.— М.: Знание, 1985.— Вып. 8: Математики измеряют сложность.— 192 с.

Поступила 9 февраля 1987 г.

УДК 630*378.7

ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО «КАЧЕСТВА» РЕЕВОГО БОНА

В. В. ХУДОНОГОВ

Сибирский технологический институт

Наиболее экономичный способ подготовки рек — обоновка сплавного хода преимущественно реевыми бонами. Это мероприятие позволяет снизить трудозатраты на молевом лесосплаве в 1,5—5 раз. Лесонаправляющие сооружения играют важную роль в успешной работе лесных рейдов, на первоначальном пучковом и микропучковом лесосплаве, они являются неотъемлемой частью оборудования всех лесосплавных процессов.

Наиболее целесообразно применение гидродинамически активных лесонаправляющих сооружений, дающих наибольший эксплуатационный эффект, выражающийся или в увеличении углов атаки бонов, пли в снижении числа рей.

Данная работа посвящена оценкам комплексных показателей «качества» реевых бонов.

Введем следующие обозначения:

L, $в$, $t_б$ — длина, ширина и осадка бона;

$l_р$, $t_р$ — длина и осадка реи;

$i_р$ — число рей;

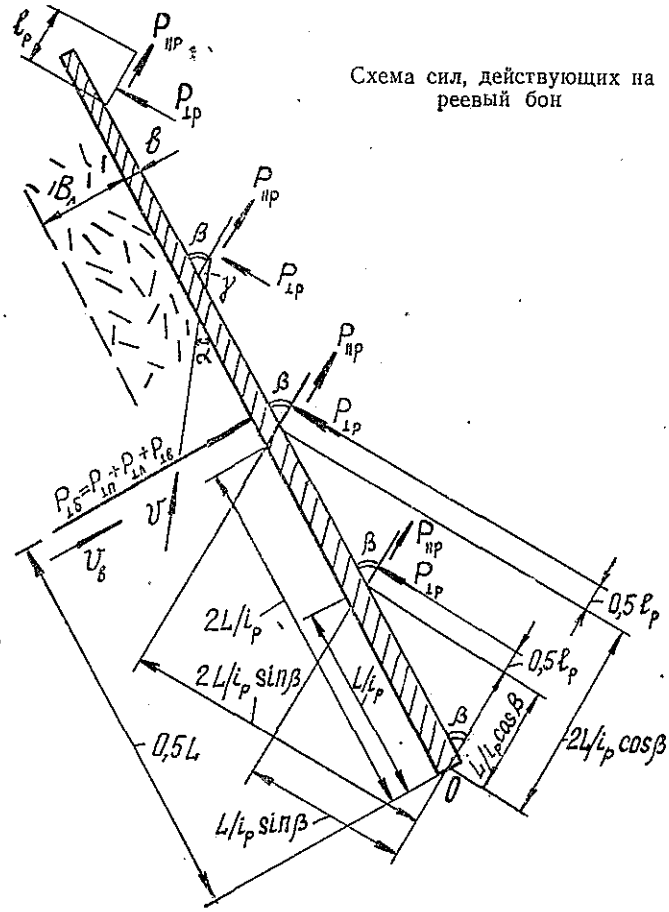


Схема сил, действующих на реевый бон

B_1 — ширина полосы плывущего леса;

α, γ, β — углы атаки бона, реи и установки реи к бону.

На рисунке представлена схема сил, действующих на реевый бон при его взаимодействии с внешней средой (водной, воздушной).

Равновесное состояние бона определяется следующими силами. Нормальная составляющая силы, действующей на бон:

$$P_{\perp б} = P_{\perp п} + P_{\perp л} + P_{\perp в}, \qquad (1)$$

где $P_{\perp п}$ — нормальная составляющая силы воздействия потока на бон;

$P_{\perp л}$ — то же от взаимодействия с полосой плывущего леса;

$P_{\perp в}$ — нормальная сила воздействия ветра на бон и полосу плывущего леса.

Силы, действующие на рею:

$P_{\perp p}$ — нормальная составляющая силы давления потока на рею;

$P_{\parallel p}$ — продольная составляющая силы воздействия потока на рею.

Оценка сил $P_{\parallel p}$ необходима, так как момент от их действия может быть значительным при кажущихся относительно малых значениях этой силы (по сравнению с силами $P_{\perp p}$).

После составления уравнения моментов относительно точки закрепления реевого бона и преобразований получим

$$\frac{l_р}{L}(i_р + 1)\cos\beta = \frac{p_{\perp б}}{p_{\perp р}} \frac{1}{\left(1 - \frac{p_{\parallel р}}{p_{\perp р}} \operatorname{tg}\beta\right)}, \qquad (2)$$

где $p_{\perp б}, p_{\perp р}, p_{\parallel р}$ — силы, приходящиеся на 1 м бона и реи (единичные силы), равные:

$$p_{\perp б} = \frac{P_{\perp б}}{L}; \quad p_{\perp р} = \frac{P_{\perp р}}{l_р}; \quad p_{\parallel р} = \frac{P_{\parallel р}}{l_р}.$$

Обозначим

$$\left(1 - \frac{p_{\parallel р}}{p_{\perp р}} \operatorname{tg}\beta\right) = K_{\parallel}, \qquad (3)$$

где $K_{\parallel}$ — коэффициент, учитывающий снижение гидродинамической активности сооружения, за счет влияния продольных сил, возникающих при взаимодействии реи с потоком.

Окончательно уравнение (2) примет вид

$$\frac{l_р}{L}(i_р + 1)\cos\beta = \frac{p_{\perp б}}{p_{\perp р} K_{\parallel}}. \qquad (4)$$

Представленное в общем виде уравнение равновесия реевого бона (4), с одной стороны, уточняет известные решения, вследствие учета продольных сил, действующих на реи ($K_{\parallel}$), с другой, позволяет оперативно решать задачи по установлению углов атаки бона в различных эксплуатационных условиях.

Отметим, что левая часть уравнения (4) отражает только геометрические характеристики сооружения, являясь величиной постоянной, а правая — отношение единичных сил, действующих на реевый бон, являясь величиной, изменяющейся в зависимости от эксплуатационных условий.

Выражение для $K_{\parallel}$, после подстановки в него значений единичных сил, примет вид:

$$K_{\parallel} = 1 - \frac{f_р}{k_р} \operatorname{ctg}\gamma \operatorname{tg}\beta, \qquad (5)$$

где $f_р$ и $k_р$ — соответственно коэффициенты сопротивления трения и лобового давления (сопротивления) реи.

По расчетам, проведенным для бонов различных конструкций с реями традиционной формы, при значениях $f_р$ и $k_р$, взятых по литературным источникам [2], коэффициент $K_{\parallel}$ колеблется от 0,55 до 0,98, т. е. влияние продольных сил на «активность» сооружения в определенных условиях может быть существенным.

В развитие понятия «показатель сооружения», предложенного Л. И. Пашевским [1], мы вводим комплексные показатели «качества» реевого бона в целом и его отдельных элементов, которые характеризуют в совокупности гидродинамическую «активность» сооружения.

Напишем выражение единичных сил, сил входящих в правую часть уравнения равновесия реевого бона (3), с учетом составляющих нормальной силы, действующей на бон — см. уравнение (1):

$$p_{\perp б} = p_{\perp п} + p_{\perp л} + p_{\perp в}; \qquad (6)$$

$$p_{\perp п} = k_б t_б v^2 \sin\alpha; \tag{7}$$

$$p_{\perp л} = f_л b_л v^2 \sin\alpha; \tag{8}$$

$$p_{\perp в} = k_в (b_л + b) v_в^2; \tag{9}$$

$$p_{\perp р} = k_р t_р v^2 \sin\gamma; \tag{10}$$

$$p_{\parallel р} = f_р t_р v^2 \cos\gamma, \tag{11}$$

где $p_{\perp п}, p_{\perp л}, p_{\perp в}$ — соответственно единичные нормальные силы, действующие на бон от водного потока, полосы плывущего леса шириною $в_л$ и ветра;

$k_б$, $f_л$, $k_в$ — коэффициенты сопротивления бона и полосы плывущего леса от водного потока и ветра;

v, $v_в$ — скорости водного и воздушного потоков.

После подстановки формул (5)—(11) в (3) и преобразований получим

$$\sin\alpha = \frac{k_р t_р l_р (1 + i_р) K_\parallel}{(k_б t_б + f_л b_л) L} \sin\gamma\cos\beta - \frac{k_б (b_л + b) v_в^2}{(k_б t_б + f_л b_л) v^2}. \tag{12}$$

Зависимость (12) можно представить в следующем виде:

$$\sin\alpha = c_{соор} \sin\gamma\cos\beta - c'_{соор} \frac{v_в^2}{v^2}, \tag{13}$$

где $c_{соор}$, $c'_{соор}$ — комплексные показатели «качества» сооружения (КПК),

$$c_{соор} = \frac{k_р t_р l_р (1 + i_р) K_\parallel}{(k_б t_б + f_л b_л) L}; \tag{14}$$

$$c'_{соор} = \frac{k_б (b_л + b)}{k_б t_б + f_л b_л}. \tag{15}$$

КПК $c_{соор}$ отражает «качество» сооружения в целом при взаимодействии с водной средой и лесом. $c_{соор}$ можно представить как отношение КПК системы рей ($c_р$) к КПК собственно бона ($c_б$):

$$c_р = k_р t_р l_р (i_р + 1) K_\parallel; \tag{16}$$

$$c_б = (k_б t_б + f_л b_л) L. \tag{17}$$

$c'_{соор}$ равен отношению комплексных показателей «качества» собственно бона при взаимодействии с ветром — $c_в = k_в$ $(в_л + в)$ и взаимодействии с водным потоком и лесом, с учетом (17):

$$(k_б t_б + f_л b_л) = c_б / L.$$

Следовательно,

$$c_{соор} = \frac{c_р}{c_б}; \tag{18}$$

$$c'_{соор} = \frac{c_в}{c_б / L}. \tag{19}$$

Без учета влияния ветра ($v_в = 0$) формула (13) примет вид

$$\sin\alpha = c_{соор} \sin\gamma\cos\beta \tag{20}$$

и «качество» лесонаправляющего сооружения будет определяться только КПК $c_{соор}$.

Наибольшая «активность» реевого бона проявляется при бо́льших значениях $c_{соор}$ и меньших $c'_{соор}$. На угол атаки лесонаправляющего сооружения в основном влияет первая составляющая правой части уравнения (13). Реальный путь повышения КПК $c_{соор}$ — это создание (см. формулу (14)) гидродинамически активных рей, т. е. повышение КПК $c_р$ (увеличение $k_р$). Уменьшение КПК $c_б$ тоже приводит к росту «качества» сооружения, однако нельзя активно влиять на КПК $c_б$. Можно использовать снижение шероховатости омываемой поверхности (снижение $f_б$), создать рациональные направляющие грани бона (снижение $k_б$). Уместны технико-экономические оценки применения в конкретных условиях бонов с козырьками, так как козырьки, позволяя увеличить предельные углы атаки бона, вместе с тем ухудшают его гидродинамические качества.

Проведенный анализ показывает, что создание гидродинамически активных рей — наиболее эффективное мероприятие в повышении эксплуатационных качеств реевых бонов.

На основе теоретического анализа и экспериментов определены следующие направления конструирования «активных» рей:

переход от традиционных (плоские пластины) к нетрадиционным формам;

сочетание системы пластин (двухмерных тел), дающих при взаимодействии наибольший гидродинамический эффект;

сочетание в системе двухмерных и трехмерных (объемных) тел.

Практическим воплощением одного из этих направлений явились конструкции РГДА-01 (рея гидродинамически активная) и РУ-01 (рея управляемая).

В 1986 г. в Тасеевской СПК ПО Енисейлесосплав были успешно испытаны, приняты комиссией и рекомендованы к широкому внедрению в производство экспериментальные образцы этих рей.

В навигацию 1987 г. в Тасеевской СПК внедрены два бона с опытными партиями гидродинамически активных рей: крапивинский лесонаправляющий бон длиной 400 м с семью реями РГДА-02; первомайский управляемый бон длиной 400 м, оборудованный четырьмя модулями-реями (РУ-02), служащий для регулирования подачи леса на правобережье Первомайского рейда и на Кулаковский рейд.

В разработке конструкций, расчетах, изготовлении и производственных испытаниях экспериментальных образцов участвовал автор статьи.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Пашевский Л. И., Попов А. И. Лесонаправляющие сооружения.— Л.: Гослестехиздат, 1938.— 165 с. [2]. Шульц Г. Ф. Наплавные лесонаправляющие сооружения.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 238 с.

Поступила 3 августа 1987 г.

УДК 630*378 : 627.231.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕРЖАЩЕЙ СИЛЫ СКЛАДНЫХ ЯКОРЕЙ

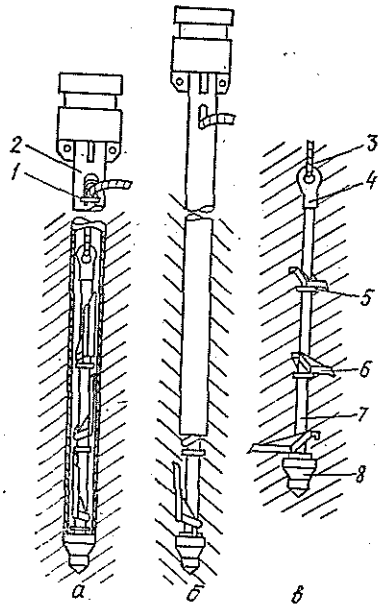
А. А. МИТРОФАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

На лесосплавных предприятиях в последнее время нашли применение новые якоря ЯС-15 и ЯС-30, разработанные Архангельским лесотехническим институтом совместно с производственным объединением Двиносплав [1]. Якоря применяют в качестве донных и береговых опор

для крепления плотов на стоянках и наплавных сооружений рейдов. Их можно также использовать для крепления нефте- и газопроводов, мачт линий электропередач и в других целях.

Складной якорь (см. рисунок) состоит из веретена *7*, снабженного в нижней части конусом *8*, а в верхней — муфтой *4*, соединенной с бриделем *3*. На веретено свободно надеты три лапы *6* и установлены шайбы *5*. Перед забивкой в грунт якорь вместе с бриделем помещают в трубу *2* и фиксируют сжимом *1* (рис. *а*). После забивки сжим убирают, и труба поднимается на поверхность (рис. *б*). Лапы в это время отклоняются в стороны к стенкам скважины. При приложении к бриделю вертикальной нагрузки они, врезаясь в грунт, включаются в работу (рис. *в*).



Процесс установки складного якоря

Технические характеристики складных якорей приведены в табл. 1.

Рабочая площадь якорей ЯС-15 и ЯС-30 в табл. 1 составляет соответственно 0,67 и 0,50 от площади круга радиусом, равным длине одной лапы, и определена по разности влияния на призму выпирания грунта круглого тела и фигуры, представляющей проекцию якоря в плане.

Таблица 1

Показатели	Тип якоря	
	ЯС-15	ЯС-30
Размах лап в раскрытом положении, мм	520	800
Внешний диаметр забивной трубы, мм	140	194
Рабочая площадь якоря, м^2	0,16	0,26
Масса якоря, кг	37,3	83,0
Диаметр бриделя в зависимости от нагрузки, мм	25...32	32...42
Стоимость якоря, р.	47,00	91,38

К основным достоинствам складных якорей можно отнести простоту изготовления, малую стоимость и высокий коэффициент цепкости.

Благодаря компактности в сложенном положении, якоря можно забивать в руслах рек с каменистым дном, что подтверждает опыт их применения в Онежской сплавконторе.

Достоинство складных якорей состоит также в том, что при их установке не наблюдается рыхления грунта, что имеет место, например, при установке винтовых якорей. А известно, что первоначальная плотность грунта в зависимости от условий восстанавливается через 2...5 лет. При забивке трубы с якорем (рис. *а*) происходит не рыхление, а уплотнение грунта. После подъема трубы скважина заполняется преимущественно поверхностным грунтом.

В общем случае допускаемая вертикальная нагрузка на якорь (Н), по аналогии с винтовыми сваями, по рекомендации СНиП II-17-77, может быть определена по формуле

$$P_в = \frac{K}{1{,}75}(AC + \gamma g B H)F, \qquad (1)$$

где K — коэффициент условий работы; для водонасыщенного грунта $K = 0{,}5$;

A, B — безразмерные коэффициенты, определяемые по СНиП II-17-77;

C — расчетное удельное сцепление глинистого или параметр линейности песчаного грунта в рабочей зоне по СНиП II-15-74, Н/м^2;

F — рабочая площадь якоря, м^2;

γ — плотность грунта ненарушенной структуры, кг/м^3;

H — глубина забивки якоря, м;

1,75 — коэффициент запаса;

g — ускорение свободного падения, м/с^2.

Глубина забивки якоря по СНиП II-17-77 должна быть не менее $5D$ при глинистых грунтах и не менее $6D$ при песчаных грунтах (где D — размах лап), что подтверждается натурными опытами по подъему якорей. При большей глубине забивки держащая сила якоря существенно не повышается.

Допускаемую горизонтальную нагрузку на якорь определяют по формуле

$$P_г = P_в e^{\mu\alpha}, \tag{2}$$

где $\mu = \operatorname{tg}\varphi$ — коэффициент трения бриделя по грунту;

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$ — угол обхвата бриделем массива грунта;

β — угол наклона бриделя к горизонту на поверхности грунта (для условий лесосплава $\beta \leqslant 0{,}52$ рад).

Для применения формул (1) и (2) необходимо знать физико-механические свойства грунта ненарушенной структуры в месте установки якоря. В условиях лесосплавных рейдов получить такие данные практически невозможно. В связи с этим мы предлагаем определять их по удельному сопротивлению грунта при забивке якоря на рабочую глубину, что аналогично известной в грунтоведении методике динамического зондирования грунта при помощи конуса. В этом случае достаточно определить только вид грунта в месте забивки.

Определим энергию удара груза E двумя способами:

через удельное сопротивление R и отказ трубы l

$$E = R\omega l, \tag{3}$$

где ω — площадь горизонтальной проекции конуса якоря,

и через массу груза m и высоту падения h

$$E = mgh. \tag{4}$$

Решая совместно уравнения (3) и (4), получим:

$$R = \frac{mgh}{\omega l}. \tag{5}$$

Зная R и применяя справочную литературу, например [2], можно для песчаных водонасыщенных грунтов определить вид песка, его плотность, коэффициенты A и B и решить уравнения (1) и (2). Соответствующие расчеты для якорей ЯС-15 и ЯС-30 приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 подтверждаются и натурными испытаниями. Так, в 1984 г. на о. Краснофлотский в Архангельске была определена держащая сила трех якорей ЯС-15 и якоря ЯС-30. Грунт мелкий водонасыщенный, песок средней плотности. Наименьшая держащая сила якорей ЯС-15 составила 245 кН, якоря ЯС-30 — 400 кН. С учетом коэффициента запаса 1,75 допускаемая нагрузка для них равна соответственно 141 и 229 кН, что близко к табличным значениям.

Таблица 2

Вид грунта	φ, град	$R \cdot 10^2$, кН/м^2	Допускаемая нагрузка, кН			
			ЯС-15		ЯС-30	
			$P_в$	$P_г$	$P_в$	$P_г$
Пески любой крупности рыхлые	—	35	—	30	60	100
Пески средней плотности:						
пылеватые	26...30	20...85	33	58	67	117
мелкие	32	20...85	60	115	123	236
средние	35...38	35...125	130	284	268	587
крупные и гравелистые	38...40	35...125	150	300	300	600
Пески плотные:						
пылеватые	34...36	85	134	278	267	557
мелкие	36...38	125	155	341	314	691
средние, крупные и гравелистые	38	125	> 200	> 400	> 350	> 700

Для применения табл. 2 на практике необходимо в конце забивки якоря замерить высоту падения груза h и отказ трубы l, а затем по формуле (5) подсчитать величину R. Необходимо также определить вид песка.

Для ориентировочных расчетов следует иметь в виду, что поймы и русла рек сложены преимущественно из мелких песков средней плотности.

Анализ данных табл. 2 показывает, что работа складных якорей на грунтах средней плотности и плотных высокоэффективна. В то же время нецелесообразно использовать якоря на рыхлых песках и плывунах.

Правильное определение параметров якоря в конкретных условиях эксплуатации будет способствовать повышению эффективности и надежности работы сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Митрофанов А. А. Якорь складной: Информ. листок о научно-техническом достижении № 85—27.— Архангельск: ЦНТИ, 1985. [2]. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений. / НИИ оснований и подземных сооружений Госстроя СССР.— М.: Стройиздат, 1977.— 375 с.

Поступила 24 февраля 1987 г.

УДК 630*378.7

О РАСЧЕТЕ РЕЕВОГО ЛЕСОНАПРАВЛЯЮЩЕГО СООРУЖЕНИЯ

В. М. АЗАРЕНКОВ

КомигипроНИИлеспром

Реевые лесонаправляющие сооружения получили широкое распространение на лесосплаве. Из всех видов лесонаправляющих сооружений они наиболее экономичны и удобны в эксплуатации.

Реевые боны применяют для обоновки лесосплавного хода на реках с молевым сплавом, для устройства лесопроводов и направления аварийного леса в молеуловители, для наполнения продольных запаней на судоходных реках. Во всех случаях угол α между реевым боном и направлением течения потока не должен превышать максимально допустимого угла $\alpha_м$, при котором бревна не подныривают под бон.

Максимально допустимое значение угла $\alpha_м$ зависит от конструкции бона (наличие козырька) и скорости течения потока. Чем больше скорость потока, тем меньше этот угол [2].

Положение реевого бона в потоке (угол α) определяется расстоянием между реями при определенных значениях их длины и осадки.

Используя расстояние между реями за основной показатель методики расчета реевого бона, можно провести полный анализ изменения его положения под воздействием полосы молевого леса различной ширины.

В работе [1] из условия равновесия реевого бона была получена зависимость

$$i = AK\frac{L}{l_р}, \tag{1}$$

где i — число рей, шт.;
A — параметр сооружения;
K — угловой коэффициент;
L — длина бона, м;
$l_р$ — длина реи, м.

Формулу (1) можно преобразовать к виду

$$\frac{l_с}{l_р} = \frac{1}{AK}, \tag{2}$$

где $l_с = \frac{L}{i}$ — расстояние между реями, м.

Обозначив $\frac{l_с}{l_р} = l_0$,

где l_0 — отношение межреевого расстояния к длине реи (относительное межреевое расстояние),

получим:

$$l_0 = \frac{1}{AK}. \tag{3}$$

Параметр сооружения при воздействии полосы леса

$$A = \frac{\zeta_б t_б}{\zeta_р t_р} + \frac{f_л b_л}{\zeta_р t_р}, \tag{4}$$

где $\zeta_б$ — коэффициент сопротивления бона потоку в зависимости от осадки бона и рабочего угла $\alpha_р$;
$t_б$ — осадка бона, м;
$f_л$ — коэффициент давления леса;
$в_л$ — ширина полосы молевого леса, м;
$\zeta_р$ — коэффициент сопротивления реи;
$t_р$ — осадка реи, м.

Если нагрузка на бон отсутствует или лес проплывает одиночными бревнами, то:

$$A = A' = \frac{\zeta'_б t_б}{\zeta'_р t_р}, \tag{5}$$

где A' — параметр сооружения при отсутствии леса;
$\zeta'_б$ — коэффициент сопротивления бона при угле $\alpha_м$;
$\zeta'_р$ — коэффициент сопротивления реи при угле $\alpha_м$.

Угловой коэффициент K

$$K = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma\cos\beta}, \tag{6}$$

где α — угол между направлением течения и боном;
β — угол между реей и боном;
γ — угол атаки реи потоком ($\gamma = \beta - \alpha$).

Таким образом, по формуле (2) определяют расстояние между реями при любом заданном значении угла α, как при наличии леса, так и без него. Значение угла β можно принять постоянным, так как его изменение на 10° в ту или другую сторону от оптимального не влияет существенно на угол α [5].

Тип бона	Скорость потока, м/с	$\alpha_м$, °	l_0
Шестибревенный без козырька	0,5	28	1,8
	1,0	22	3,1
	1,5	16	5,8
	2,0	12	9,2
С козырьком в одно бревно	0,5	28	1,3
	1,0	24	1,8
	1,5	20	2,8
	2.0	16	4,2
С глубокосидящим козырьком	0,5	28	0,9
	1,0	26,5	1,1
	1,5	24	1,4
	2,0	22	1,8

В таблице представлены максимально допустимые значения углов $_м\alpha$ в зависимости от скорости потока [2] и соответствующие им значения l_0, определенные по формуле (3) для разных типов бонов. Габариты реи 6,5 × 0,5 м, $\beta = 55°$, расчетные коэффициенты $\zeta'_б$ и $\zeta'_р$ приняты из [3].

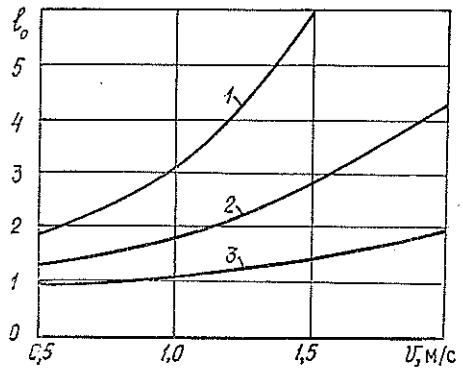


График зависимости l_0 от v: *1* — шестибревенный бон без козырька; *2* — бон с козырьком в одно бревно; *3* — бон с глубокосидящим козырьком

По данным таблицы построен график (см. рисунок) зависимости l_0 от скорости потока v для разных типов бонов.

Данные таблицы и график можно применять для определения l_0 при малой нагрузке на реевый бон. Увеличение расстояния между реями в сравнении с графиком приводит к увеличению длины бона и его общей стоимости.

Использование данных таблицы и рисунка возможно, например, для окончательного расчета реевого бона, направляющего аварийный лес в молеуловитель, расположенный ниже лесосплавного рейда. При ширине полосы леса $в_л < 2$ м, вследствие изменения скоростного режима у бона, не происходит дополнительного давления от плывущего леса на бон [4].

Рассмотрим лесонаправляющие сооружения, работающие при ширине полосы леса $в_л \gg 2$ м. Такие реевые боны под давлением полосы леса отжимаются к берегу на определенный угол, а после проплава леса возвращаются в первоначальное положение.

При направлении леса в продольную запань (на судоходной реке) и при ограждении побочней лесосплавных рек ширина полосы молевого леса может изменяться от одиночных бревен до максимума. Чтобы исключить подныривание бревен под бон при нарастающей ширине полосы леса, межреевое расстояние также определяют по графику на рисунке.

Таким образом, при проектировании реевых бонов следует различать два угла расположения реевого бона в потоке: при максимальной ширине полосы молевого леса и без него. Колебание реевого бона не должно мешать судоходству (на судоходных реках) и обеспечивать определенную степень перекрытия ширины реки. Поскольку относительное межреевое расстояние задано графиком, а максимально допустимый угол $\alpha_м$ находится по таблице, далее следует определить угол положения бона при максимальной ширине полосы леса или по заданному углу $\alpha_р$ найти максимально допустимую ширину полосы леса.

Определение значения угла $\alpha_р$ при заданной максимальной ширине полосы леса — сложная задача, в то время как максимально допустимую ширину полосы леса при заданном рабочем угле $\alpha_р$ находят по приведенным формулам.

Принимаем, например, из таблицы для шестибревенного бона без козырька при скорости течения 1 м/с отношение межреевого расстояния к длине реи $l_0 = 3{,}1$. Тогда при ширине полосы леса $в_л < 2$ м реевый бон будет расположен под углом $\alpha_м = 22°$ к направлению потока.

Определяем параметр сооружения из формул (3) и (6)

$$A = \frac{1}{l_0} \cos\beta \frac{\sin\gamma_р}{\sin\alpha_р}, \qquad (7)$$

где $\gamma_р$ — рабочий угол атаки реи потоком.

Принимаем $\alpha_р = 10°$, $\beta = 55°$, тогда $\gamma_р = 45°$ и

$$A = \frac{1}{3{,}1} \cdot 0{,}574 \cdot \frac{0{,}707}{0{,}174} = 0{,}752.$$

Остается определить, какую ширину полосы леса может выдержать указанное сооружение при изменении угла расположения к потоку от $\alpha_м$ до $\alpha_р$.

Из формулы (4) получим

$$b_л = A \frac{\zeta_р}{f_л} t_р - \frac{\zeta_р}{f_л} t_б; \qquad (8)$$

$$b_л = 0{,}752 \frac{1{,}11}{0{,}014} \cdot 0{,}5 - \frac{0{,}43}{0{,}014} \cdot 0{,}25 = 22{,}1 \text{ м}.$$

Таким образом, расчет показывает, что указанный бон при колебании $\alpha_м - \alpha_р = 22 - 10 = 12°$ выдержит ширину полосы молевого леса 22 м.

Длина реевого бона определяется в зависимости от намечаемой степени перекрытия боном ширины реки и рабочего угла $\alpha_р$. Число рей находят по формуле

$$i = \frac{L}{l_с}.$$

Предлагаемый способ расчета реевого лесонаправляющего сооружения позволяет проанализировать положение реевого бона в потоке в целях предотвращения подныривания леса под бон.

Он позволяет выбрать оптимальное расстояние между реями и упрощает технику расчета.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Азаренков В. М. Экономическое обоснование длины и числа рей бона // Сб. науч. тр. по лесосплаву / ЦНИИлесосплава.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— № 13.— С. 64—71. [2]. Водный транспорт леса: Справочник / Под ред. В. И. Патякина.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 404 с. [3]. Донской И. П., Савельев В. В. Водный транспорт леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 286 с. [4]. Патякин В. И., Дмитриев Ю. Я., Зайцев А. А. Водный транспорт леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1985.— 335 с. [5]. Шульц Г. Ф. Наплавные лесонаправляющие сооружения.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 239 с.

Поступила 30 января 1986 г.

УДК 630*848.7-791.8 : 621.86.06

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ НА СОРТИРОВКЕ СОРТИМЕНТОВ

Г. М. ВАСИЛЬЕВ, Е. Г. ЕСЮНИН

СНПЛО

В ВЛПО Свердлеспром, имеющем прирельсовые нижние склады, используются более 150 поточных линий с раскряжевочными установками ЛО-15С и др. На линии занято в среднем 6 рабочих, из них двое — управлением манипулятором и раскряжевкой, четверо — сортировкой сортиментов. Сортировка сортиментов длиной более 3 м во многих предприятиях механизирована с помощью сбрасывателей. Использование манипуляторов практически затруднено из-за большого числа групп сортировки длинномерных сортиментов, большого их размера и массы и мало что даст.

Механизировать сортировку коротья пока не удается. По нашему мнению, для этой цели можно использовать минипулятор сравнительно небольшой грузоподъемности и стоимости. Применение манипулятора для сортировки коротья вместе с использованием сбрасывателей длинномерных сортиментов позволило бы сократить бригаду с 6 до 4 человек и увеличить производительность труда на поточных линиях в 1,5 раза.

Чтобы определить требования к сортировочному устройству для коротья, исследовали поток короткомерных сортиментов и функционирование системы сортировочный транспортер — манипулятор.

Наблюдения за выходом короткомерных сортиментов проводили на линии ЛО-15С, установленной в Красноуфимском ЛПХ, где производительность поточных линий в 1,5 раза выше, чем средняя сменная по объединению.

Для сортировки долготья (на 12 групп) используются сбрасыватели ЛТ-166.

Время раскряжевки сортиментов составляет 6... 10 с, интервалы же поступления короткомерных сортиментов на сортировку сильно колеблются.

Случайные временные интервалы их поступления можно полностью описать с вероятностной точки зрения, если задать закон их распределения. Многие из транспортных потоков описывают законом Пуассона. Это справедливо и для потока объемов сортиментов, выходящего от основной технологической линии [3]. Поэтому при анализе потока

поступления короткомерных сортиментов на сортировочный транспортер предполагалось, прежде всего, проверить его соответствие распределению Пуассона.

На основании фотохронометражных наблюдений было подсчитано число короткомерных сортиментов, поступающих на сортировочный транспортер за интервал времени, равный 1 мин. Вероятность числа короткомерных сортиментов в заданном интервале, соответствующую пуассоновскому распределению, определяют по формуле [2]:

$$P = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, \quad (1)$$

где λ — интенсивность поступления короткомерных сортиментов;

k — число поступивших на сортировочный транспортер короткомерных сортиментов.

Обработка экспериментальных данных и сравнение их с теоретическим распределением при заданном числе степеней свободы и уровне значимости $q = 5$ % с помощью χ^2-критерия позволили сделать вывод, что экспериментальное распределение потока короткомерных сортиментов близко к пуассоновскому.

Интенсивность поступления короткомерных сортиментов на сортировочный транспортер для условий Красноуфимского ЛПХ составляет $\lambda = 4{,}39$ треб./мин. Для других предприятий на поточных линиях типа ЛО-15С и ПЛХ-3АС с манипулятором средняя интенсивность поступления короткомерных сортиментов близка к отмеченной.

Наблюдения показали, что простои сортировочного транспортера в Красноуфимском ЛПХ из-за ручной сброски и поправки сортиментов в лесонакопителях составляют 16,5 %, на других предприятиях — в пределах 2,5 ... 23,4 %.

Время укладки короткомерных сортиментов в лесонакопители также носит случайный характер, так как зависит от расстояния перемещения, заполнения лесонакопителей, квалификации оператора и других причин. Таким образом, рассматриваемая система сортировочный транспортер — манипулятор относится к системе, для описания функционирования которой может быть использована теория массового обслуживания.

По критерию времени пребывания требований это система с ожиданием. Особенность ее работы в том, что поступившее в систему требование, застав обслуживающий канал занятым, вынуждено ожидать своей очереди. Требования к обслуживанию принимаются в порядке очередности поступления в систему.

При сортировке короткомерных сортиментов с помощью поворотного манипулятора сортименты раскладываются по лесонакопителям, расположенным по радиусу поворота стрелы и рукояти. Очевидно, что основной поток сортиментов целесообразно укладывать в ближние лесонакопители, остальные — в дальние. Таким образом, значительная доля требований будет обслуживаться быстро, что соответствует показательному закону распределения времени обслуживания [2].

При показательном законе функция распределения имеет вид

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (2)$$

где $\mu = \frac{1}{\overline{t}_{обс}}$ — положительная постоянная величина.

Величина $\overline{t}_{обс}$ равна математическому ожиданию времени обслуживания, т. е. средней величине рабочего цикла манипулятора.

Возможными состояниями системы с ожиданием являются: S_0 — в системе нет заявок; S_1 — манипулятор занят, заявок в очереди нет; S_2 — манипулятор занят, заявка становится в очередь.

Для исключения простоев сортировочного транспортера необходима буферная площадка, на которую будут сбрасываться короткомерные сортименты, ожидающие обслуживания. Необходимую емкость буферной площадки определим из выражения для вероятности отказа обслуживания заявки [2]

$$P_{\text{отк}} = \frac{\rho^n}{(\rho+1)^n}, \qquad (3)$$

где n — емкость буферной площадки;

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ — приведенная интенсивность потока заявок.

Логарифмируя уравнение (3), получим формулу для определения емкости буферной площадки:

$$n = \frac{\ln P_{\text{отк}}}{\ln \rho - \ln(\rho+1)}. \qquad (4)$$

В таблице представлены значения емкости буферной площадки для различных значений среднего цикла манипулятора (при условии, что вероятность отказа в обслуживании не превышает 1 %).

Определение емкости буферной площадки

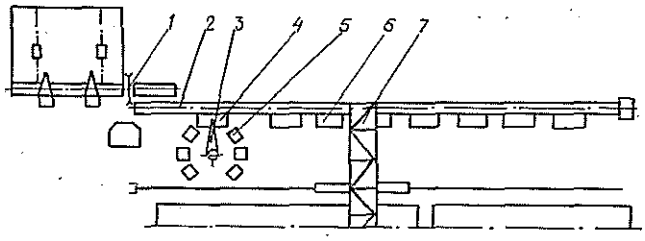
Средний цикл манипулятора $\overline{t}_{\text{обс}}$, с	Интенсивность обслуживания заявок μ, треб./мин	Приведенная интенсивность потока заявок ρ	Емкость буферной площадки, n, шт.
7	8,57	0,51	4,24
9	6,67	0,66	4,99
11	5,45	0,81	5,73
13	4,62	0,95	6,41
15	4,00	1,09	7,07
17	3,53	1,24	7,79

С увеличением среднего цикла манипулятора повышается емкость буферной площадки. При емкости большей 4-5 короткомерных сортиментов возможны их перекосы и кострение на буферной площадке, что ведет к дополнительным затратам времени на разбор пачки и захват сортиментов манипулятором. Поэтому целесообразно ограничить емкость 4-5 сортиментов, а средний цикл манипулятора должен составлять 7... 9 с. Таким образом, чтобы не вызывать остановок раскряжевочной установки, манипулятор должен иметь большой резерв производительности.

Вылет манипулятора обусловливается двумя обстоятельствами: возможностью захвата лесоматериалов с буферной площадки при условии размещения на ней в щети 4-5 сортиментов и возможностью укладки лесоматериалов по всей ширине лесонакопителя. При максимальном диаметре сортиментов 60 см ширина буферной площадки должна составлять 2,4 ... 3,0 м. Лесонакопители имеют ширину 2,8 м и устанавливаются по радиусу поворота на расстоянии минимального вылета манипулятора от оси поворота, который конструктивно равен 2,5 м (с учетом габаритных размеров поворотной платформы, размеров захвата и стоек лесонакопителя). Таким образом, вылет манипулятора должен быть не менее 5,0 ... 5,5 м.

Наблюдения показали, что средний вес короткомерных лесоматериалов колеблется в пределах 0,17 ... 2,53 кН. Фактически при максимальном диаметре 60 см он может составить 7,5 ... 9,5 кН. Исходя из полученных данных, грузоподъемность манипулятора на максимальном

вылете можно принять равной 2 . . . 3 кН, так как с крупными сортиментами манипулятор будет работать в режиме подтаскивания до транспортного положения. В транспортном положении грузоподъемность манипулятора должна составлять 9 . . . 10 кН.



В НИИ СНПЛО для сортировки короткомерных сортиментов с учетом рассмотренных требований разработан проект поворотного манипулятора со средним расчетным циклом 8,5 с. Схема расположения манипулятора приведена на рисунке. Манипулятор *3* устанавливается у сортировочного транспортера *2* в зоне, обслуживаемой краном *7*. Короткомерные сортименты, поступающие от раскряжевочной установки *1*, сбрасываются на буферную площадку *4*, с которой затем рассортировываются по лесонакопителям *5*. Сортировка длинномерных сортиментов и укладка их в лесонакопители *6* осуществляется с помощью различного типа сбрасывателей.

Решение уравнений Колмогорова для возможных состояний системы сортировочный транспортер — манипулятор при принятых условиях показывает, что ее функционирование будет характеризоваться следующими вероятностями [1]: $p_0 = 0{,}5$; $p_1 = 0{,}31$; $p_2 = 0{,}19$.

Таким образом, в среднем 31 % времени манипулятор будет заниматься сортировкой короткомерных сортиментов, не создавая очереди заявок. Из последующих заявок около 19 % вынуждены становиться в очередь, т. е. короткомерные сортименты будут сбрасываться на буферную площадку и рассортировываться в свободное время, которого у манипулятора достаточно (около 50 %).

Расчеты показывают, что для манипулятора с такими параметрами годовой экономический эффект от использования составит 4 800 р. за счет увеличения производительности труда и сокращения простоев сортировочного транспортера.

Выводы

1. Манипулятор для сортировки короткомерных сортиментов на прирельсовых нижних складах после их раскряжевки на линии ЛО-15С должен иметь продолжительность цикла 7 . . 9 с при емкости буферной площадки 4-5 сортиментов и до 17 с при увеличении емкости до 8 шт.

2. Для сортировки короткомерных сортиментов на 5-6 групп манипулятор должен иметь вылет не менее 5,5 м и грузоподъемность на максимальном вылете около 3 кН, а на меньшем вылете в транспортном положении — 9 . . . 10 кН.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вентцель Е. С. Исследование операций.— М.: Наука, 1980.— 209 с. [2]. Новиков О. А., Петухов С. И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания.— М.: Сов. радио, 1969.— 400 с. [3]. Редькин А. К. Управление операциями на лесных складах.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 208 с.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.047/049 : 536.24

ОБОБЩЕННАЯ СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЭВМ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Г. С. ШУБИН

Московский лесотехнический институт

Ранее [8] отмечалось, что различные процессы сушки и тепловой обработки древесины можно отнести к двум категориям: 1) процессы, при которых фазовый переход происходит по всему объему одновременно или вообще отсутствует; 2) процессы, при которых границы фазовых переходов подвижны.

Выполненный анализ показал, что, несмотря на различия в процессах, имеется возможность описать их единой системой уравнений, приведенной ниже, которая является некоторой модификацией уравнений А. В. Лыкова для процесса сушки тела в виде пластины при углублении зоны испарения [1].

Представлялось также важным распространить эту систему уравнений на случай переменных по объему материала условий среды (например, при обработке в штабеле, пакете и т. п.), когда характер их изменения заранее неизвестен.

$$c_{1,2}\rho_{1,2}\frac{\partial t_{1,2}}{\partial t}=\mu(x)\frac{\partial}{\partial x}\left[\lambda_{1,2}\frac{\partial t_{1,2}}{\partial x}\partial(x)\right]+\varepsilon_{1,2}\rho_0 r_\Phi\frac{\partial u_{1,2}}{\partial t}+$$

$$+c_{\text{эл}1,2}\,q'_{1,2}\frac{\partial t_{1,2}}{\partial x}; \qquad (1)$$

$$\frac{\partial u_{1,2}}{\partial \tau}=\mu(x)\frac{\partial}{\partial x}\left[\left(a'_{1,2}\frac{\partial u_{1,2}}{\partial x}+a'_{1,2}\delta_{1,2}\frac{\partial t_{1,2}}{\partial x}\right)\partial(x)\right]; \qquad (2)$$

$$t_2(x,\ \tau=0)=f_t(x); \qquad (3)$$

$$u_2(x,\ \tau=0)=f_u(x); \qquad (4)$$

$$\alpha_1\left[t\big|_{x=0}-t_{c_1}(\tau)\right]-\lambda_1\frac{\partial t_1}{\partial x}\Big|_{x=0}-r_\Phi(1-\varepsilon_1)q'_1(\tau)\big|_{x=0}=0; \qquad (5)$$

$$\alpha_2\left[t\big|_{x=l}-t_{c_2}(\tau)\right]-\lambda_2\frac{\partial t_2}{\partial x}\Big|_{x=0}-r_\Phi(1-\varepsilon_2)q'_2(\tau)\big|_{x=l}=0; \qquad (6)$$

$$q'_1(\tau)\big|_{x=0}+a'_1\rho_0\frac{\partial u_1}{\partial x}\Big|_{x=0}+a'_1\rho_0\delta_1\frac{\partial t_1}{\partial x}\Big|_{x=0}=0; \qquad (7)$$

$$q'_2(\tau)\big|_{x=l}+a'_2\rho_0\frac{\partial u_2}{\partial x}\Big|_{x=l}+a'_2\rho_0\delta_2\frac{\partial t_2}{\partial x}\Big|_{x=l}=0; \qquad (8)$$

$$t_1(\tau)\big|_{x=x}=t_2(\tau)\big|_{x=x}=t_\Phi=\text{const}; \qquad (9)$$

$$u_1(\tau)\big|_{x=x}=u_2(\tau)\big|_{x=x}=u_{\text{п. н}}=\text{const}; \qquad (10)$$

$$\left(a_1' \frac{\partial u}{\partial x} + a_1' \delta_1 \frac{\partial t_1}{\partial x}\right)\Big|_{x=\varkappa} = \left(a_2' \frac{\partial u_2}{\partial x} + a_2' \delta_2 \frac{\partial t_2}{\partial x}\right)\Big|_{x=\varkappa}; \quad (11)$$

$$r_\Phi \left[(1-\varepsilon_1) q_1'(\tau) - (1-\varepsilon_2) q_2'(\tau)\right] = \lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa} - \lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}; \quad (12)$$

$$\frac{\partial t_{c_1}}{\partial z} = \frac{\alpha_1 (t|_{x=0} - t_{c_1})}{\omega_1 \rho_{c_1} c_{c_1} R_{\text{пр}}}; \quad (13)$$

$$\frac{\partial t_{c_2}}{\partial z} = \frac{\alpha_2 (t|_{x=l} - t_{c_2})}{\omega_2 \rho_{c_2} c_{c_2} R_{\text{пр}}}; \quad (14)$$

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial z} = \frac{\alpha_1' \rho_0 (u|_{x=0} - u_{p_1})}{\omega_1 \rho_{\text{п. н}} R_{\text{пр}}} - \frac{\varphi_1}{R_{\text{п}}} \times$$

$$\times \left[\frac{(t_{c_1} + 273)\frac{\partial p_{\text{п. н}_1}}{\partial z} - p_{\text{п. н}_1}\frac{\partial t_1}{\partial z}}{(t_{c_1}+273)^2}\right] \frac{1}{\rho_{\text{п. н}_1}}; \quad (15)$$

$$\frac{\partial \varphi_2}{\partial z} = \frac{\alpha_2' \rho_0 (u|_{x=l} - u_{p_2})}{\omega_2 \rho_{\text{п. н}_2} R_{\text{пр}}} - \frac{\varphi_2}{R_{\text{п}}} \times$$

$$\times \left[\frac{(t_{c_2} + 273)\frac{\partial p_{\text{п. н}_2}}{\partial z} - p_{\text{п. н}_2}\frac{\partial t_2}{\partial z}}{(t_{c_2}+273)^2}\right] \frac{1}{\rho_{\text{п. н}_2}}. \quad (16)$$

В уравнениях (1)—(16) обозначено:

$c_{1,2}$, $\lambda_{1,2}$, $\rho_{1,2}$ — соответственно удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности и плотность материала в его зонах *1* и *2* по сечению (рис. 1, *а*);

$t_{1,2}$ и $u_{1,2}$ — температура и влагосодержание материала ($u = \frac{W}{100}$, где W — влажность, %);

ρ_0 — плотность сухого материала;

$\mu(x)$ и $\partial(x)$ — параметры формы тела;

ε — критерий фазового перехода;

$a_{1,2}'$ и $\delta_{1,2}$ — коэффициенты влагопроводности и термовлагопроводности;

τ — время;

x и $\varkappa$ — соответственно координата по сечению материала и координата, на которой происходит фазовый переход;

α_1 и α_2 — коэффициенты теплообмена на внешних поверхностях *1* ($x = 0$) и *2* ($x = l$) материала (рис. 1, *б*);

$c_{\text{вл}1,2}$ — теплоемкость переносимой внутри тела влаги;

$t_{c1,2}$ — температура среды;

r_Φ — теплота фазового перехода;

$q_{1,2}'$ — поток влаги к поверхностям тела;

t_Φ — температура фазового перехода;

$u_{\text{п. н}}$ — максимальное гигроскопическое влагосодержание (предел насыщения клеточных стенок);

z — координата в направлении движения агента обработки (рис. 1, *б*);

$2R_{\text{пр}}$ — зазор между материалом для прохода агента обработки (например, толщина прокладки);

ω, ρ_c, c_c, φ — скорость, плотность, удельная теплоемкость и степень насыщенности агента обработки;

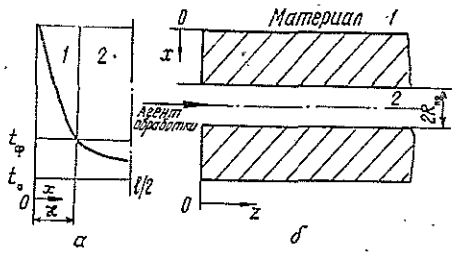


Рис. 1. К математическому описанию процесса: *а* — в материале (пластина, цилиндр *1* — оттаявшая зона, *2* — замороженная зона); *б* — в объеме материала

$u_р$ — равновесное влагосодержание;

$p_{п.н}$ и $\rho_{п.н}$ — давление и плотность насыщенного пара;

$R_п$ — газовая постоянная пара.

В приведенной системе:

(1) и (2) — дифференциальные уравнения тепло- и массопереноса в зонах *1* и *2* по сечению материала;

(3) и (4) — начальные условия;

(5)—(8) — граничные условия (ГУ) III рода на внешних поверхностях *1* и *2* тела: (5) и (6) — по теплу, (7) и (8) — по влаге;

(9) и (10) — условия равенства температуры и влагосодержания;

(11) и (12) — уравнения потоков влаги и тепла на границе фазового перехода;

(13)—(16) — балансовые дифференциальные уравнения изменения температуры среды (13), (14) и степени ее насыщенности (15), (16), выведенные нами для случая сушки и тепловой обработки материала в слое, пакете (штабеле).

При одинаковых условиях среды для каждой стороны материала (например, доски) исключают уравнения (6), (8), (14), (16), а в выражениях (5), (7), (13) и (15) — индекс 1. Из уравнений (9) и (10) следует, что система записана для случая постоянного значения параметров фазового перехода ($t_ф$ и $u_{п.н}$).

Приведенная обобщенная система нелинейных уравнений тепломассопереноса, кроме учета переменных условий среды (что позволяет рассматривать процессы в любом месте по объему слоя или штабеля материала), обобщена на случай цилиндра, когда парамстры $\mu(x) = \frac{1}{x}$ и $\nu(x) = x$ (для пластины $\mu(x) = 1$ и $\nu(x) = 1$). Эта система предусматривает несимметричные граничные условия на внешних поверхностях, включает конвективный член $c_{вл_{1,2}} q'_{1,2} \frac{\partial t_{1,2}}{\partial x}$ (который учитывает перенос тепла влагой) и позволяет как частные случаи получать записи уравнений переноса и краевых условий для процессов с подвижными границами (применительно к древесине — оттаивание и промерзание, низко- высокотемпературная сушка при $W > W_{п.н}$) и для процессов, не сопровождаемых движением границы фазовых переходов. В случае неоднородного строения тела по сечению (например, ядро и заболонь в древесине) уравнения формулируют с ГУ IV рода, а при однородном строении — с ГУ III и I рода.

Приведем несколько примеров.

1. При оттаивании (процесс с подвижными границами) поле влажности стабильно: $\frac{\partial u}{\partial \tau} = 0$ и $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$, выпадают уравнения (2), (4), (7), (8), (10), (11); $\varepsilon_1 \equiv \varepsilon_{льда}$; $\varepsilon_2 = 0$ (зона *2* полностью заморожена, фазового перехода в ней нет, $\varepsilon_1 = 1$,

оттаявшая зона разморожена, фазовый переход произошел в ней полностью). Тогда для симметричной пластины

$$c_{1,2}\rho_{1,2}\frac{\partial t_{1,2}}{\partial \tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_{1,2}\frac{\partial t_{1,2}}{\partial x}\right); \tag{17}$$

$$t_2(x,\ \tau=0)=f_t(x); \tag{18}$$

$$\alpha_1\left(t_{c_1}-t\,|_{x=0}\right)+\lambda_1\frac{\partial t_1}{\partial x}\Big|_{x=0}; \tag{19}$$

$$\frac{\partial t_2}{\partial x}\Big|_{x=\frac{l}{2}}=0; \tag{20}$$

$$t_1(\tau)\,|_{x=\varkappa}=t_2(\tau)\,|_{x=\varkappa}=t_\Phi=\text{const}; \tag{21}$$

$$\lambda_2\frac{\partial t_2}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}-\lambda_1\frac{\partial t_1}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}=r_\Phi q_2'(\tau)=r_\Phi\rho_\Phi\frac{\partial \varkappa}{\partial \tau}. \tag{22}$$

По своему физическому смыслу правая часть в уравнении (22) $r_\Phi q_2'(\tau)$, характеризующая расход тепла, в данном случае должна быть записана в виде $r_\Phi\rho_\Phi\frac{\partial \varkappa}{\partial \tau}$ (где ρ_Φ — масса льда, превращаемого в воду):

$$\rho_\Phi=\rho_{усл}\left(u-u_{г.\,ж}\right). \tag{23}$$

Здесь $u_{г.\,ж}$ — количество не замерзающей в древесине влаги [4].

В такой записи уравнение (22) превращается в известное условие Стефана.

2. При низкотемпературном процессе сушки и $u_н > u_{п.\,н}$ имеет место движение границы фазовых превращений на уровне $u=u_{п.\,н}$. Поле температуры после прогрева практически стабильно. Тогда $\frac{\partial t}{\partial \tau}=0$ и $\frac{\partial t}{\partial x}=0$. Из системы выпадают все уравнения, связанные с температурным полем; остается (уравнение влагопереноса приведем для случая без термовлагопроводности):

$$\frac{\partial u_{1,2}}{\partial \tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left(a'_{1,2}\frac{\partial u_{1,2}}{\partial x}\right); \tag{24}$$

$$q_1'(\tau)\,|_{x=0}=a'_1\rho_0\frac{\partial u_1}{\partial x}\Big|_{x=0}; \tag{25}$$

$$u_1(\tau)\,|_{x=\varkappa}=u_2(\tau)\,|_{x=\varkappa}=u_{п.\,н}=\text{const}; \tag{26}$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial x}\Big|_{x=\frac{l}{2}}=0; \tag{27}$$

$$u_2(x)=f_u(x); \tag{28}$$

$$a'_2\frac{\partial u_2}{\partial x}-a'_1\frac{\partial u_1}{\partial x}=0. \tag{29}$$

Нетрудно видеть, что система уравнений (24)—(29) совпадает по форме с системой (17)—(22). Уравнение (29) по структуре несколько отличается от условия Стефана (22). Однако можно привести его к такому же виду, приняв a' отдельно для жидкой $a'_{2,\,ж}$ и паровой $a'_{1,\,п}$ фазы:

$$a'_{2,\,ж}\rho_0\frac{\partial u_2}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}-a'_{1,\,п}\rho_0\frac{\partial u_1}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}=\rho_\Phi\frac{\partial \varkappa}{\partial \tau}. \tag{30}$$

3. Нагревание при начальной температуре древесины $t_0>0$ (процесс без фазовых переходов). Поле влажности стабильно, $\frac{\partial \varkappa}{\partial \tau}=0$. Если тело неоднородно (например, при наличии ядра — *1* и заболони — *2*), то $\lambda_1\neq\lambda_2$, дифференциальное уравнение теплопереноса примет вид выражения (17), а условие Стефана (22) — вид ГУ IV рода:

$$\lambda_2\frac{\partial t_2}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}=\lambda_1\frac{\partial t_1}{\partial x}\Big|_{x=\varkappa}, \tag{31}$$

где $\varkappa$ — толщина тела *1*.

При однородном теле ($\lambda_1 = \lambda_2$) уравнение (31) превращается в тождество, а в равенстве (17) пропадают индексы 1 и 2, и оно превращается в обычное дифференциальное уравнение теплопроводности.

Аналогично получают выражения для низкотемпературного процесса сушки при $W < W_{\text{п. н}}$.

В связи с нелинейностью сформулированной выше системы уравнений (1)—(16) она не имеет аналитического решения. Однако решение может быть получено численно и реализовано на ЭВМ.

Для практических расчетов были разработаны две программы: 1) для задач с подвижными границами фазового перехода (пластина, цилиндр) при переменных коэффициентах, например, оттаивание (промерзание), высокотемпературная сушка; 2) для задач без подвижных границ применительно к пластине при переменных условиях среды и переменных коэффициентах с добавлением уравнения (35), характеризующего изменение внутренних напряжений и предложенного Б. Н. Уголевым [3]. Обе программы базируются на системах уравнений, которые являются частными случаями общей системы (1)—(16).

Остановимся на анализе второго случая. Система уравнений включает в себя [5] (полную запись опускаем): дифференциальные уравнения для температурного (1) и влажностного полей (2) однородной пластины; начальные условия (3), (4); условия симметрии тела (начало отсчета от оси)

$$\left.\frac{\partial t}{\partial x}\right|_{x=0} = 0; \tag{32}$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=0} = 0; \tag{33}$$

симметричные граничные условия для тепла (5) и для влаги (7), поток которой q' записан в виде:

$$q'(\tau) = \alpha' \rho_0 \left[u\big|_{x=R} - u_{\text{р}}(\tau)\right]; \tag{34}$$

уравнение изменения внутренних напряжений

$$\Delta\sigma_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} \left[(\alpha_{\text{у}}(u_i)\,\Delta u_i - \alpha_{\text{у}}(u_j)\,\Delta u_j)\,E(u_i, t_i)\right]}{\sum_{i=1}^{m} E(u_i, t_i)} E(u_j, t_j); \tag{35}$$

дифференциальные уравнения изменения температуры среды $t_{\text{с}}$ и степени ее насыщенности φ в виде соотношений (13) и (15) (одинаковые условия по разные стороны пластины).

В уравнениях (34), (35) введены обозначения:

α' — коэффициент влагообмена;

$\alpha_{\text{у}}$ — коэффициент усушки;

Δu — изменение влагосодержания;

E — модуль упругости;

j — относится к исследуемому слою;

$i = 1, 2, 3, \ldots, j, \ldots, m$.

Уравнение (35) характеризует приращение за данный временной шаг напряжений в любом слое многослоевой модели, однозначно определяемое изменением u и t в теле.

Программа расчетов по описанной системе уравнений была реализована на ЭЦВМ ЕС-1060. Эта система достаточно сложна для практического использования. Сложность состоит в необходимости располагать большим набором переносных и термодинамических параметров, которые в большинстве случаев зависят от потенциалов. Это сразу переводит уравнения в разряд нелинейных. Система включает в

себя неизотермический перенос массы, предполагает многомерность тел. Наконец, в уравнение температурного поля (1) входит критерий фазового перехода ε, характеризующий долю воды, испаряемой внутри тела. Этот параметр (имеет значения от 0 до 1) зависит от условий процесса и трудно определим. Для его описания фактически требуется дополнительное уравнение. Поэтому целесообразно оценить вклад члена, включающего ε, в характерные параметры процесса и термовлагопроводности в суммарный влагоперенос. (Вопросы учета многомерности рассмотрены в работах [6, 7, 9]).

Расчеты системы на ЭВМ позволили ответить на поставленные вопросы. При расчетах использованы аппроксимации из работы [10].

В таблице приведены значения $\overline{W}$, $t_п$, $W_п$, $\sigma_п$, $\sigma_ц$, $t_ц$, $W_ц$ ($\overline{W}$ — средняя по сечению влажность, индекс п — поверхность, ц — центр) для различных периодов сушки доски τ (бук, толщина $s = 40$ мм, $W_н = 60$ %, $\omega = 2$ м/с) при нормальном режиме и разных значениях ε (0; 0,5; 1,0).

ε	$\overline{W}$, %	$W_п$, %	$W_ц$, %	$t_п$, °С	$t_ц$, °С	$\sigma_п$, МПа	$\sigma_ц$, МПа
0	55,28 / 32,54	18,40 / 15,83	72,84 / 41,59	56,63 / 60,96	56,66 / 60,94	1,887 / 2,192	—0,144 / —0,498
0,5	55,27 / 32,65	18,34 / 15,83	72,92 / 41,78	56,66 / 60,96	56,16 / 60,69	1,89 / 2,188	—0,145 / —0,495
1,0	55,49 / 32,82	18,32 / 15,83	73,27 / 42,07	56,62 / 60,94	55,61 / 60,44	1,888 / 2,184	—0,146 / —0,494

Примечание. В числителе данные для $\tau = 5{,}2$ ч; в знаменателе — $\tau = 27{,}2$ ч.

Из данных таблицы видно, что ε оказывает большее влияние на различные показатели в центральной зоне материала, и в расчеты может быть введено любое его значение; перепады температуры по толщине невелики, и процесс низкотемпературной сушки можно приближенно рассматривать как изотермический.

Термовлагопроводность оценивали при помощи расчетов на ЭВМ, а также путем сопоставления опытных данных и аналитических расчетов. В последнем случае использовали систему уравнений тепломассопереноса в критериальном виде [2], в решение которой среди других параметров входит средний по сечению потенциал переноса влаги $\overline{\Theta'}$ (аналог влагосодержания) и критерий Поснова $Pn = \delta \frac{\Delta t}{\Delta u}$ (Δt и Δu — перепады температуры и влагосодержания). Сопоставляли значения $\overline{\Theta'}$ при получающихся в опытах значениях Pn (данные по коэффициентам термовлагопроводности δ принимали из работы [7]) и при $Pn = 0$, когда термовлагопроводность отсутствует.

Результаты сопоставления расчетных (на ЭВМ и аналитических) и опытных данных показали, что термовлагопроводность, способствуя переносу влаги сразу после прогрева, задерживает перенос при сушке на 0...8 %. Из этого следует, что для практических расчетов сушки термовлагопроводность в большинстве случаев можно не учитывать, что не относится к специальным случаям (например, при осциллирующей сушке материалов или начальной обработке пиломатериалов при температуре среды, существенно превышающей температуру при последующей сушке).

На рис. 2 приведены полученные при решении описанной системы уравнений на ЭВМ графики изменения влажности, температуры, внут-

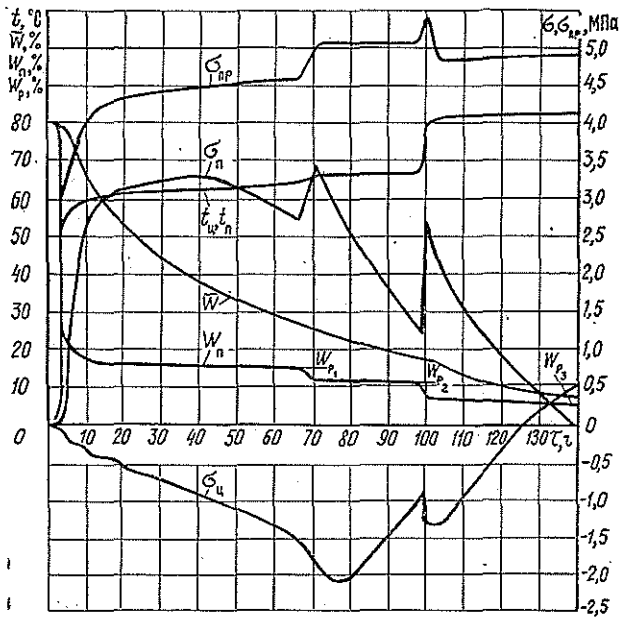


Рис. 2. Графики $\overline{W} = f(\tau)$, $W_п = f(\tau)$, $t_п = f(\tau)$, $t_ц = f(\tau)$, $\sigma_п = f(\tau)$, $\sigma_ц = f(\tau)$, $\sigma_{пр} = f(\tau)$ во время сушки

ренних напряжений и предела прочности во времени для пиломатериалов (бук, $s = 25$ мм, режим 5В, $\omega = 2$ м/с), находящихся в первом, ближайшем к входу воздуха, боковом ряду штабеля, а на рис. 3 — графики изменения степени насыщенности среды φ ($а$) и ее температуры $t_с$ ($б$) по ширине штабеля во время сушки (сосна, $s = 25$ мм, режим 3Г, нереверсивная циркуляция ($\omega = 2$ м/с)).

Графики рис. 2 показывают закономерный характер изменения влажности и внутренних напряжений во времени. При этом поверхностная влажность на каждой ступени сушки длительное время близка к равновесной, что характерно для ГУ I рода, являющихся частным случаем ГУ III рода, при которых решали задачу.

Графики рис. 3 подтверждают адекватность приведенной выше математической модели, что видно, в частности, из вполне удовлетво-

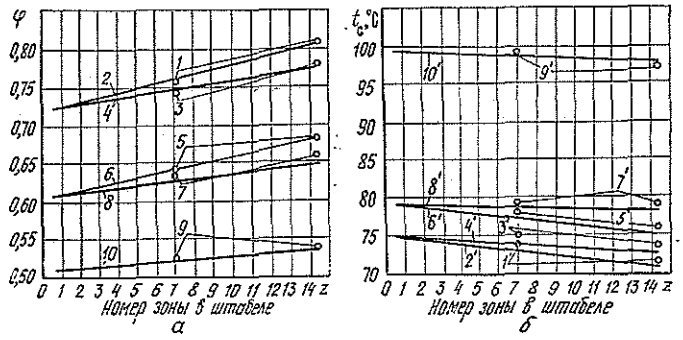


Рис. 3. *1* и *1′* — $\tau = 19{,}1$ ч; *2* и *2′* — 20,37; *3* и *3′* — 26,3; *4* и *4′* — 27,57; *5* и *5′* — 28,3; *6* и *6′* — 28,33; *7* и *7′* — 32,3; *8* и *8′* — 33,476; *9* и *9′* — 42,3; *10* и *10′* — 42,382 ч

рительного совпадения кривых изменения температуры среды t_c и степени ее насыщенности φ в штабеле, рассчитанных на ЭВМ по программе 2 (сплошные линии), с расчетами (кружочки), выполненными позонно-интервальным методом (штабель разбивали на зоны, к каждой из которых применяли уравнения при постоянных условиях; полученные на входе из зоны параметры принимали равными параметрам на входе в следующую зону). При этом время при счете на ЭВМ и в аналитическом расчетном методе не всегда точно совпадало. В работе [5] показано также вполне удовлетворительное совпадение расчетных кривых сушки в разных зонах штабеля, полученных на ЭВМ и позонно-интервальным методом.

Расчеты по программе, разработанной на базе уравнений (1)—(4), (13), (15), (32)—(35), позволяют решать круг технологических задач по сушке и нагреванию древесины как в виде единичных сортиментов, так и в объеме штабеля.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Лыков А. В. Теория сушки.— М.: Энергия, 1968. [2]. Лыков А. В., Михайлов Ю. А. Теория тепло- и массопереноса.— М.: Госэнергоиздат, 1963. [3]. Уголев Б. Н., Лапшин Ю. Г., Кротов Е. В. Контроль напряжений при сушке древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1980. [4]. Чудинов Б. С. Теория тепловой обработки древесины.— М.: Наука, 1968. [5]. Шубин Г. С. Метод расчета длительности кондиционирующей обработки пиломатериалов после сушки // Лесн. журн.— 1987.— № 3. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Шубин Г. С. Особенности и метод расчета процессов сушки и нагревания древесины с учетом многомерности и анизотропии // Актуальные направления развития сушки древесины: Всесоюз. конф.— Архангельск.— 1980. [7]. Шубин Г. С. Проектирование установок для гидротермической обработки древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1983. [8]. Шубин Г. С. Совершенствование методов расчета процессов нагревания и сушки древесины и их обобщение // Деревообраб. пром-сть.— 1980.— № 6. [9]. Шубин Г. С. Физические особенности и расчет процессов сушки древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1973. [10]. Шубин Г. С., Чемоданов А. В. Основные аппроксимирующие функции для программы счета на ЭЦВМ процессов нагревания и сушки древесины // Науч. тр. / МЛТИ.— 1985.— Вып. 170.

Поступила 15 июня 1987 г.

УДК 674.053 : 621.933.61

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРОЧНЕНИЯ БОКОВИН ПОПЕРЕЧИН ПИЛЬНОЙ РАМКИ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Л. А. ШАБАЛИН, В. Ф. ВИНОГРАДОВ, В. И. СМИРНОВ, Н. Ф. РЯБУХИН

Уральский лесотехнический институт
Даниловский ЗДС

При эксплуатации одноэтажных лесопильных рам наблюдаются остаточные прогибы боковин нижних поперечин пильных рамок (ПР), вызывающие заклинивание ползунов в направляющих, чрезмерный их нагрев, быстрый износ и дополнительный расход мощности. Кроме того, возрастают напряжения в стойках из-за внецентренного сжатия и возникает необходимость уменьшения длины пил между опорными планками.

Для выяснения причин остаточных прогибов поперечин были проведены экспериментальные тензометрические исследования напряженного состояния элементов ПР наиболее распространенной модели лесорамы Р63-4А. Напряжения с помощью 87 тензодатчиков измеряли от статических сил (натяжения пил и распора струбцин) и осциллографировали в период разгона, холостого режима работы, пиления и выбега.

На рис. 1 приведены экспериментальные эпюры максимальных нормальных напряжений, МПа, возникающих в элементах ПР от ста-

тических и динамических сил вблизи верхней (левые эпюры, *а*) и нижней (правые эпюры, *б*) мертвых точек, при максимальном числе пил 12, установленных с минимально допустимым шагом и натянутых с рекомендуемым усилием 30 кН.

Эксперименты показали, что в деталях ПР в основном преобладают статические составляющие напряжений. Так, в опасных сечениях растянутых поясов верхней и нижней поперечин статические и амплитудные напряжения составляют соответственно 266; 61 и 348; 28 МПа, а максимальные напряжения — 327 и 376 МПа. При таких напряжениях прочность верхней поперечины достаточна, а боковины нижней поперечины имеют малую статическую несущую способность. Это подтверждается тем, что от натяжения максимального числа пил с рекомендуемым усилием 30 кН в боковинах нижней поперечины, изготовленных из стали 45 ($\sigma_т = 380$, $\sigma_в = 610$, $\sigma_{-1} = 270$ МПа), напряжения в опасном сечении (348 МПа) близки к пределу текучести материала. Если учесть, что усилие растяжения пил не контролируется и превышает, по данным различных исследований, в 1,5—2 раза рекомендуемые значения, то уже при натяжении пил возможны появления у боковин остаточных прогибов, достигающих в производственных условиях 5 . . . 15 мм.

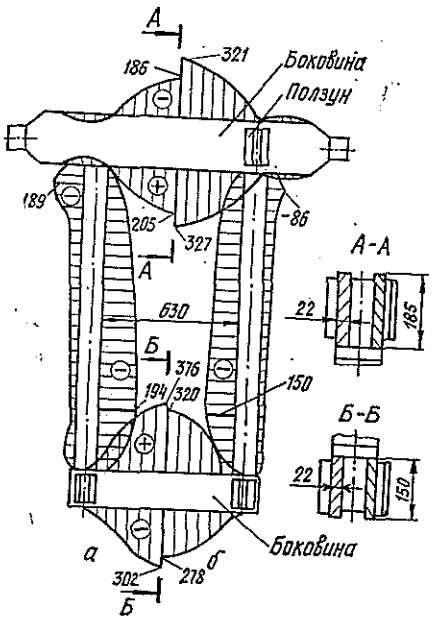


Рис. 1

Из сказанного следует, что для исключения прогибов боковин необходимо осуществлять на производстве контроль натяжения пил или повысить их статическую несущую способность.

Вопросам контроля и стабилизации сил натяжения пил посвящено значительное число работ. При контролируемой натяжке пил не только повысится надежность остова ПР, но и увеличится долговечность пил и их захватов. Однако известные на сегодняшний день способы и устройства контроля натяжения рамных пил пока несовершенны: не отвечают необходимой точности, требуют специальных таблиц и значительного времени для измерений. При внедрении таких устройств необходимо также учитывать специфику эксплуатации и обслуживания одноэтажных лесорам.

С учетом изложенного, рассмотрена задача по повышению статической несущей способности боковин. Ее можно решить тремя способами: 1) использованием высокопрочных легированных сталей с пределом текучести $\sigma_т \geqslant 600$ МПа; 2) применением более рациональных двутавровых или «швеллерных» сечений; 3) термическим упрочнением материала боковин.

Первые два способа для выпускаемых серийно и находящихся в эксплуатации лесорам, из-за дефицитности легированных сталей и необходимости изменения размеров и конструкции боковин, оказались неприемлемыми.

Известно, что при закалке среднеуглеродистых сталей значительно повышаются их статические механические характеристики. Так, по

данным одной из работ*, закалкой и средним отпуском стали 45 можно увеличить ее пределы текучести и прочности соответственно на 70 и 50 %. С учетом особенностей напряженного состояния, обработки и сборки боковин была применена их поверхностная закалка токами высокой частоты (ТВЧ) на длине 400 мм.

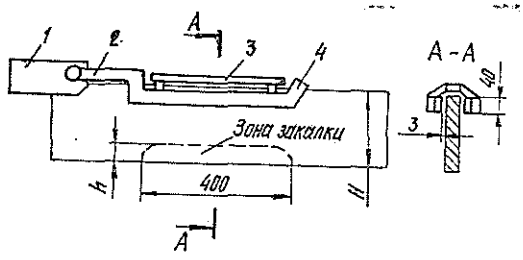


Рис. 2

На рис. 2 приведена схема установки индуктора со спрейерным устройством для закалки растянутых и сжатых поясов боковин ТВЧ: *1* — шина контактная; *2* — шина токоподводящая; *4* — провод индуктирующий; *3* — спрейер, у которого для подачи закалочной жидкости (воды) на внутренних поверхностях трех камер имеются отверстия диаметром 1,5 мм.

Для отработки режимов упрочнения была произведена закалка ТВЧ трех партий боковин по 5 шт. в каждой партии. Партии отличались высотой закаленного слоя h в растянутых и сжатых поясах, которую принимали равной 30, 40 и 50 мм.

Нагрев осуществляли на высокочастотной установке с ламповым генератором ЛЗ-207, номинальная мощность которого 200 кВт, а частота колебательного контура — 66 кГц.

Режимы термообработки: температура нагрева 850...900 °С, продолжительность нагрева 70...80 с, длительность охлаждения 40 с, расход воды при давлении 0,2 МПа — 3,5 м³/ч, температура отпуска в печи 150 °С, продолжительность отпуска 1,5 ч.

Эффективность упрочнения боковин проверяли на гидравлическом прессе при прогибе их сосредоточенной нагрузкой F, приложенной посредине длины, и измерением суммарного и (после снятия нагрузки) остаточного прогибов. Упрочненные боковины нагружали до их разрушения, а неупрочненные — до появления остаточных прогибов более 10 мм.

Наилучшие прочностные свойства имели боковины, у которых высота закаленного слоя 40 мм. Структура закаленного слоя представляет мелкозернистый мартенсит с твердостью 40...50 HRC. При h = = 30 мм наблюдаются повышенные остаточные прогибы, а при h = = 50 мм возрастает склонность боковин к хрупкому разрушению.

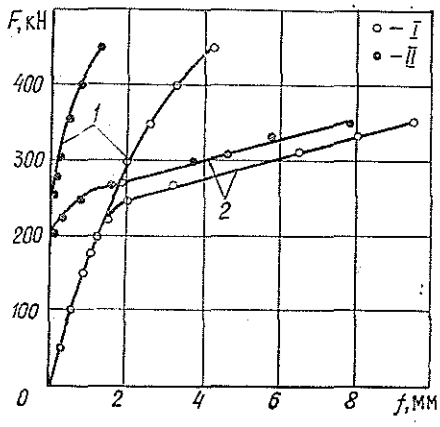


Рис. 3

На рис. 3 приведены графики изменения суммарных (*I*) и остаточных (*II*) прогибов упрочненных *1* (h = 40 мм) и неупрочненных *2* боковин нижней поперечины в зависимости от сосредоточенной нагрузки F.

Как видно из рис. 3, в пределах упругих деформаций (до F = = 200 кН) остаточные прогибы у обеих боковин равны нулю, а их

* Гуляев А. П. Металловедение.— М.: Металлургия, 1977.— 648 с.

суммарные прогибы возрастают пропорционально прикладываемому усилию. При дальнейшем увеличении нагрузки у неупрочненной боковины прогибы резко повышаются. У закаленной боковины темп нарастания прогибов значительно меньше и при нагрузке $F = 500$ кН происходит ее хрупкое разрушение.

В связи с различным характером деформирования упрочненных и неупрочненных боковин встает вопрос о количественной оценке эффективности примененного способа. Если принять предельными нагрузки, при которых у боковин появляются первые признаки остаточных прогибов, то закалка ТВЧ повышает их статическую несущую способность на 25 %. При более высокой допустимой величине остаточного прогиба эффект упрочнения боковин значительнее. Так, при остаточном прогибе нижних поперечин $f_{ост} = 0{,}5$ мм, когда их концевые сечения поворачиваются на угол, соответствующий выбору рекомендуемых зазоров между ползунами и направляющими, статическая несущая способность упрочненных боковин повысилась более чем на 50 %.

Производственную проверку упрочненных закалкой ТВЧ боковин нижних поперечин пяти ПР проводили на ряде предприятий, где отказы ПР из-за чрезмерных остаточных прогибов были основной причиной простоев лесорам Р63-4А. В течение трехлетних испытаний таких ПР у боковин не было зарегистрировано ни остаточных прогибов, ни усталостных отказов, не было обнаружено и износа опорных (для захватов пил) поясов поперечин.

Таким образом, поверхностная закалка ТВЧ на определенную длину и высоту только растянутых и сжатых слоев боковин нижних поперечин из стали 45 — существенный резерв повышения надежности ПР одноэтажных лесопильных рам.

Поступила 14 апреля 1986 г.

УДК 674.815

ОЦЕНКА РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАДИЙ ПРОЦЕССА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПЛИТ

Т. В. КИШКУРНО

Белорусский технологический институт

Развитие современной промышленности характеризуется возрастающими потребностями в плитных материалах. В связи с этим возникает необходимость в интенсификации производства этих материалов, которая возможна за счет либо вновь проектируемых технологических линий, либо совершенствования режимов функционирования существующих производств и более полного использования возможностей управления. В этих условиях появляется возможность не только судить о качестве готовых плит, но и управлять их качеством в технологическом процессе. Такое управление предлагается осуществлять уже на стадии производства плит, влияя на режимные параметры процесса.

Задача управления процессом производства древесностружечных плит (ДСП), с целью обеспечения наилучшего качества продукции, может быть сформулирована как задача оптимального управления: для данных значений входных и возмущающих воздействий X, изменяющихся в диапазоне $X_1 \leqslant X \leqslant X_2$, и ограничений на показатели качества плит $V_1 \leqslant V \leqslant V_2$ требуется выбрать такие управляющие воздействия Y из области $Y \in U$, при которых функция цели $E = f\ (X, Y, V)$ принимает экстремальное значение $E = \text{extr}\ E\ (X, Y, V)$.

Успешное решение данной задачи определяется разработкой математической модели, адекватно отражающей качественные и количественные свойства процесса.

Описание процесса производства ДСП основано на принципе выполнения условия материального и энергетического балансов, а также на принципе равенства параметров промежуточного продукта между последовательными стадиями процесса.

Анализ процесса производства ДСП позволил выделить три основные стадии: сушку стружек, смешивание стружек со связующим и прессование плит, так как они оказывают решающее воздействие на качество всего процесса в целом. Влияние же остальных стадий можно учесть либо при задании начальных условий, либо в виде ограничений на параметры процесса.

Характеристики процессов сушки, смешивания и прессования приведены в работах [2—5]. Для получения математических моделей характеристики отдельных стадий были разбиты на две группы:

1) расходные характеристики, которые связывают расходы сырья и материалов, проходящие через данную стадию процесса, с параметрами, обеспечивающими данный расход;

2) энергетические характеристики, которые связывают мощность, вырабатываемую, потребляемую (или передаваемую) данной стадией, с режимными параметрами процесса, а также описывают условия теплового баланса.

В качестве расходных характеристик для сушильного барабана использовали уравнение его производительности по абс. сухой стружке, для смесителя — уравнения расхода стружки и расхода связующего, для пресса — уравнение производительности.

Энергетические характеристики процессов прессования ДСП и сушки стружки представлены уравнениями теплового баланса, а характеристики процесса осмоления — уравнением баланса мощности, потребляемой смесителем.

Для получения математических моделей стадий процесса приведенные характеристики дополняются зависимостями, характеризующими связь параметров в статических режимах и ограничения на них.

Полученная система уравнений описывает стадии сушки, смешивания и прессования. Математическая модель позволяет провести более детальное исследование параметров стадий процесса и оценить их влияние на качество плитных материалов.

Однако сложность нелинейной алгебраической системы уравнений, включающей графические и табличные зависимости (которые описывают данные стадии), не позволяет использовать ее для решения задачи оптимизации. Возможный вариант установления взаимосвязей параметров процесса — применение метода малых отклонений [6], сущность которого заключается в линеаризации исходной системы алгебраических уравнений и применении ее для расчета режимов основных стадий технологического процесса.

На основе метода малых отклонений можно составить таблицы коэффициентов влияния, которые отражают зависимость ряда параметров от изменения остальных параметров процесса. Коэффициенты влияния могут быть использованы для диагностики отклонений технологического режима производства плит и выбора управляющих параметров процесса.

Задачу составления коэффициентов влияния можно разбить на три этапа: 1) линеаризация системы уравнений, описывающей данную технологическую стадию процесса; 2) нахождение решения линеаризованной системы уравнений через независимые параметры; 3) расчет получившихся коэффициентов влияния.

После линеаризации системы уравнений, описывающих процессы сушки, смешивания и прессования, были получены новые системы линейных алгебраических уравнений, связывающие между собой относительные изменения параметров. Коэффициенты линеаризации этих систем определены по параметрам номинального технологического режима работы.

Для получения таблиц коэффициентов влияния следует, исходя из цели и задач исследования, выразить зависимые параметры процесса через независимые. За независимые принимали такие параметры, которые могут изменяться вследствие влияния различных технологических факторов процесса. К ним относятся на стадии сушки: температура на входе в сушильный барабан $T_{вх}$, влажность сырой стружки $W_н$, количество стружки, поступающей в сушильный барабан, $G_с$, угол наклона сушильного барабана β, скорость вращения сушильного барабана n; на стадии смешивания: скорость вращения смесителя $n_с$, насыпная масса стружки γ, норма расхода связующего P, концентрация связующего K, влажность сухой стружки $W_{стр}$; на стадии прессования: продолжительность цикла прессования ДСП $\tau_ц$, влажность стружечного брикета $W_{бр}$, температура плит пресса $T_{пл}$, удельное давление прессования ДСП $P_{уд}$, масса стружечного брикета $M_{бр}$.

В качестве зависимых параметров принимают на стадии сушки: температуру на выходе из сушильного барабана $T_{вых}$, влажность сухой стружки $W_к$, количество испаренной влаги G_W, расход тепловой энергии на сушку Q; на стадии смешивания: производительность смесителя $G_{стр}$, расход связующего на смешивание $Q_{св}$, влажность осмоленной стружки $W_{осм}$, потребляемую смесителем мощность N_0; на стадии прессования: производительность пресса $П$, толщину прессуемой стружечной плиты $\delta_{пл}$, плотность прессуемой стружечной плиты $\rho_{пл}$, расход тепловой энергии за один цикл прессования $Q_т$, мощность, потребляемую электродвигателем, для создания необходимого давления прессования $N_{дв}$.

В связи с тем, что некоторые параметры приняты за независимые, часть уравнений полученной линейной системы, в которых эти параметры определены как зависимые, можно отбросить. В результате получается замкнутая система уравнений. В общем виде ее можно записать в форме

$$\vec{AX} = B,$$

где A — матрица, составленная из коэффициентов при зависимых параметрах;
B — матрица правых частей.

Данную систему решали с помощью программы GAUJOR методом Гаусса — Жордана [1].

В табл. 1—3 представлены результаты решения.

Таблица 1

Коэффициенты влияния на стадии сушки ($G_с = 3\,000$ кг/г, $W_к = \text{const}$)

y \ x	$\delta T_{вх}$	$\delta W_н$	$\delta G_с$	$\delta\beta$	δn
$\delta T_{вых}$	1,38	—0,568	—1,001	0,074	0,071
$\delta W_к$	—4,22	3,389	5,361	—0,785	—0,748
δG_W	0,152	—0,122	0,807	0,028	0,027
δQ	0,52	—0,232	0,289	0,035	0,033

Каждая графа табл. 1—3 соответствует отклонению зависимого параметра технологического процесса x при изменении на 1 % независимого параметра y этого же процесса.

При оценке влияния отклонений независимых параметров по данному уравнению должен учитываться знак отклонения.

В табл. 1 приведены коэффициенты влияния сушильного отделения. Из данных табл. 1 видно, что канал по $W_к$ более чувствителен к изменению параметров $T_{вх}$, $W_н$, $G_с$, чем канал по $T_{вых}$, поэтому он должен быть более предпочтительным при решении задач управления процессом. G_W зависит от $G_с$ и в меньшей степени — от $T_{вх}$ и $W_н$; Q опреде-

ляется значениями $T_{вх}$, $W_н$ и $G_с$. Независимые параметры β и n оказывают существенное влияние только на $W_к$, а на остальные зависимые параметры они влияют незначительно.

Таблица 2

Коэффициенты влияния на стадии смешивания ($n_с = 985$ мин$^{-1}$, $W_{осм} = \text{const}$)

y \ x	$\delta n_с$	$\delta\gamma$	δP	δK	$\delta W_{стр}$
$\delta G_{стр}$	1	1	0	0	0
$\delta Q_{св}$	1	1	1	—1	—0,034
$\delta W_{осм}$	0	0	0,804	0,608	0,089
δN_0	2,041	1	0	0	0

В табл. 2 приведены коэффициенты влияния процесса смешивания стружки со связующим. Исходя из данных табл. 2, можно сделать вывод о том, что $W_{осм}$ в большей степени зависит от параметров связующего, а именно от P и K и в меньшей — от $W_{стр}$. Однако учитывая, что на практике относительное отклонение от номинального значения $W_{стр}$ велико, то и этот параметр нельзя не учитывать при выявлении причин, вызвавших изменение $W_{осм}$. На $G_с$ и $Q_{св}$ может повлиять изменение $n_с$, а также γ. Кроме этого, на $Q_{св}$ влияет K, P и в меньшей степени — $W_{стр}$; N_0 возрастает при увеличении $n_с$ и γ.

Таблица 3

Коэффициенты влияния на стадии прессования ($\delta_{пл} = 19$ мм, $\rho_{пл} = \text{const}$)

y \ x	$\delta\tau_ц$	$\delta W_{бр}$	$\delta T_{пл}$	$\delta P_{уд}$	$\delta M_{бр}$
$\delta П$	—1,835	—1,498	—0,0103	—2,789	6,086
$\delta(\delta_{пл})$	0,835	—1,498	—0,0103	—2,789	6,086
$\delta\rho_{пл}$	0,529	1,136	0,0065	2,167	—3,856
$\delta Q_т$	0,711	0,457	0,809	1,565	2,736
$\delta N_{дв}$	0	0	0	1	0
$\delta W_{пл}$	—3,517	2,28	—0,043	—7,146	14,136

Из данных табл. 3, в которой приведены коэффициенты влияния для процесса прессования ДСП, следует, что на $\rho_{пл}$ и $\delta_{пл}$ независимые параметры оказывают противоположное по знаку воздействие. Коэффициенты влияния независимых параметров на $П$ полностью совпадают с коэффициентами влияния на $\delta_{пл}$. Отличие составляет только влияние $\tau_{пр}$. Объясняется это функциональной зависимостью $П$ от $\delta_{пл}$ и $\tau_{пр}$. На $Q_т$ влияют все независимые параметры, причем их возрастание вызывает увеличение $Q_т$, а $N_{дв}$ прямо пропорционально только $P_{уд}$. На $W_{пл}$ незначительное влияние оказывает только $T_{пл}$, степень влияния остальных независимых параметров довольно велика.

Использование линеаризованных уравнений для оценки коэффициентов влияния иногда приводит к ошибкам, если малые отклонения некоторых независимых параметров существенно изменяют зависимые. В этом случае величины параметров, определенные по линеаризованным зависимостям, следует принять за первое приближение, а затем необходимо корректировать найденные значения по точным уравнениям или графическим характеристикам.

Комплексный анализ полученных результатов позволяет установить характерные режимные параметры стадий и оценить технико-экономические показатели технологического процесса производства ДСП.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Джонсон К. Численные методы в химии.— М.: Мир, 1983.— 504 с. [2]. Карасев Е. И. Оборудование предприятий для производства древесных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 360 с. [3]. Киприанов А. И., Калинин Н. Н., Храмов Ю. В. Процессы и аппараты производства древесных плит и пластиков.— М.: Лесн. пром-сть, 1985.— 285 с. [4]. Отлев И. А., Штейнберг Ц. Б. Справочник по древесностружечным плитам.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 240 с. [5]. Стерлин Д. М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 383 с. [6]. Черкез А. Я. Инженерные расчеты газотурбинных двигателей методом малых отклонений.— М.: Машиностроение, 1965.— 355 с.

Поступила 6 июля 1987 г.

УДК 674.09-791.8.001.5

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА ПИЛОПРОДУКЦИИ

Л. С. СУРОВЦЕВА, М. А. ОКУЛОВА

Архангельский лесотехнический институт

Одна из основных задач лесопильно-деревообрабатывающей промышленности — повышение выхода спецификационной пилопродукции без увеличения объемов перерабатываемого сырья. Решать данную задачу для конкретных условий можно различными путями. Один из них — тесная взаимосвязь параметров распиливаемого сырья и получаемой продукции. По установившейся традиции, сортировку и распиловку пиловочного сырья ведут по одному или двум четным диаметрам вершинного торца бревна. Однако проводимые исследования показывают, что такой принцип сортировки не всегда целесообразен и не дает желаемого результата.

Цель данной работы — установить возможность увеличения выхода спецификационной пилопродукции за счет более тесной взаимосвязи с размерами распиливаемого пиловочного сырья. Исследования проводили применительно к Котласскому деревообрабатывающему комбинату производственного объединения Северолесоэкспорт, выпускающему пиломатериалы внутризаводской обработки для различных видов тары, заготовок для мебели, дверных и оконных блоков, а также пилопродукцию внутрисоюзного потребления. Спецификация пиломатериалов весьма разнообразна и имеет в своем составе до 40—45 сечений.

Лесопильный цех Котласского ДОКа в своем составе имеет три потока: два на базе лесопильных рам РД 75-6(7) и один на базе ЛАПБ-2. Опыты проводили только для сырья, распиливаемого со 100 %-ной брусовкой на рамных потоках.

Для решения поставленной задачи в качестве исходных положений принимали: исследуемые диаметры 18...40 см; средняя длина бревен $l = 5{,}1$ м; кривизна — в пределах допускаемой (ГОСТ 8486—86); порода древесины — ель, сосна; сбежистость и объем бревен рассчитывали по формулам, заложенным в программу; толщина пил — 2,2 мм, ширина пропила — 3,8 мм; сечения выпиливаемых досок соответствовали спецификации пилопродукции; минимальная длина доски $l_д = 1{,}0$ м; градация пиломатериалов по длине — 0,25 м.

Для сопоставимости полученных результатов и установления диапазона диаметров пиловочного сырья, при котором можно увеличить объемный выход пилопродукции, исследования проводили в три этапа: 1) определение объемного выхода пиломатериалов для диапазона пиловочного сырья через один четный диаметр; 2) определение объемного выхода пиломатериалов для принятого на Котласском ДОКе диапазона распиливаемых диаметров через два четных диаметра; 3) опре-

деление объемного выхода пиломатериалов с градацией пиловочного сырья через 0,5 см и установление оптимального диапазона вершинного торца бревна.

Расчет поставов и определение объемного выхода пиломатериалов производили на ЭВМ ЕС-1022 по разработанной на кафедре лесопильно-строгальных производств АЛТИ программе «VIHOD».

На первом этапе поставы рассчитывали для каждого номинального диаметра с учетом его верхней и нижней границ, а затем определяли

Таблица 1

Номер поста-ва	Постав	Объемный выход пиломатериалов, %, при сортировке сырья по 1- и 2-м четным диаметрам, см								Средневзвешенный выход для d=18...20 см
		17,0	18,0	18,9	Средневзвешенный, d = 18	19,0	20,0	20,9	Средневзвешенный, d = 20	
1	1 × 105, 4 × 25 7 × 25	52,0	51,9	53,8	52,6	53,8	52,8	53,6	53,4	53,0
2	1 × 100, 4 × 25 2 × 40, 4 × 25	53,6	53,4	54,2	53,7	54,3	54,9	54,6	54,6	54,1
3	1 × 80, 4 × 25 2 × 50, 4 × 25	53,3	53,7	53,1	53,4	52,6	50,2	50,8	51,2	52,3
4	1 × 120, 4 × 19 8 × 22	53,5	53,1	52,0	52,9	52,0	56,2	54,9	54,4	53,7
5	1 × 110, 4 × 25 2 × 39, 4 × 25	53,2	52,8	55,1	53,7	55,2	54,6	56,7	55,5	54,6
6	1 × 95, 4 × 25 9 × 20	52,1	52,5	51,9	52,2	51,9	53,7	52,8	52,8	52,5
7	1 × 95, 4 × 25 8 × 22	51,7	52,8	51,7	52,1	51,1	51,4	50,9	51,1	51,6

Таблица 2

Номер поста-ва	Постав	Объемный выход пиломатериалов, %, при сортировке сырья по 1- и 2-м четным диаметрам, см								Средневзвешенный выход для d=22...24 см
		21,0	22,0	22,9	Средневзвешенный, d = 22	23,0	24,0	24,9	Средневзвешенный, d = 24	
8	1 × 130, 4 × 25 4 × 32, 4 × 25	56,1	55,6	56,5	56,1	57,0	58,3	57,4	57,6	56,8
9	1 × 130, 4 × 25 2 × 60, 4 × 25	57,3	57,5	59,7	58,2	60,5	59,1	58,0	59,2	58,6
10	1 × 140, 4 × 25 11 × 20	50,8	50,7	52,7	51,4	53,3	55,0	55,1	54,5	52,8
11	1 × 120, 4 × 25 10 × 22	54,8	55,5	55,6	55,3	55,4	56,2	55,4	55,7	55,5
12	1 × 135, 4 × 25 3 × 35, 4 × 25	56,3	57,4	58,0	57,2	57,7	58,1	56,8	57,5	57,3
13	1 × 150, 4 × 22 3 × 40, 4 × 22	58,2	59,6	58,0	58,6	57,7	60,7	59,0	59,1	58,8
14	1 × 150, 4 × 22 4 × 32, 4 × 22	58,6	57,2	58,3	58,1	57,8	59,9	60,8	59,5	58,7

Таблица 3

Номер постава	Постав	Объемный выход пиломатериалов, %, при сортировке сырья по 1- и 2-м четным диаметрам, см								Средневзвешенный выход для d=26...28 см
		25,0	26,0	26,9	Средневзвешенный, d = 26	27,0	28,0	28,9	Средневзвешенный, d = 28	
15	1 × 120, 2 × 32, 4 × 25, 12 × 22	56,0	54,6	53,6	54,7	53,5	53,1	54,1	53,6	54,1
16	1 × 130, 6 × 25 3 × 60, 4 × 25	59,0	57,7	56,7	57,8	56,4	58,0	57,1	57,2	57,5
17	1 × 150, 6 × 22 3 × 50, 4 × 25	59,5	59,2	59,0	59,2	58,7	58,2	57,2	58,0	58,6
18	1 × 130, 6 × 22 5 × 32, 4 × 22	55,6	57,0	57,0	56,5	56,7	54,9	53,6	55,1	55,8
19	1 × 140, 6 × 25, 1 × 50, 10 × 20	56,2	55,3	54,6	55,4	54,4	53,4	55,2	54,3	54,8

средневзвешенный объемный выход. На базе расчетов средневзвешенного объемного выхода пиломатериалов по одному четному диаметру (первый этап) на втором этапе определяли средневзвешенный объемный выход для двух четных диаметров в зависимости от применяемых поставов (табл. 1—5).

Расчеты показали, что на Котласском ДОКе не следует сортировать пиловочное сырье по одному четному диаметру, так как объемный выход продукции при этом не увеличивается, технологическая же операция сортировки сырья усложняется, а трудозатраты возрастают. Следовательно, традиционная сортировка бревен по одному-двум четным диаметрам не дает увеличения выхода пилопродукции.

На третьем этапе исследования расчет объемного выхода пиломатериалов производили по той же программе «VIHOD» при тех же исходных данных, однако градация вершинного торца бревен была принята равной 0,5 см. Кроме того, был расширен диапазон охвата бревна поставом до (0,4...0,9) d. Расчеты показали, что объемный выход для рассчитываемой градации диаметров изменяется скачкообразно, но наблюдается общая тенденция увеличения объемного выхода пиломатериалов до определенного диаметра, а затем его уменьшение.

Процесс изменения объемного выхода пиломатериалов в зависимости от градации вершинного торца бревна и применяемых поставов представлен математической моделью в виде полинома второго порядка. Определение коэффициентов уравнений регрессии и проверку полученных уравнений производили на ЭВМ «Наири-2» по разработанной в АЛТИ программе.

На рис. *а, б, в, г* представлены расчетный объемный выход пилопродукции (ломаная кривая), а также выход, полученный по уравнениям регрессии (плавная кривая), в зависимости от групп поставов и диаметра вершинного торца бревна.

Полученные уравнения регрессии можно использовать для изменения и уточнения диапазона сортировки бревен по диаметрам, исходя из реальных условий работы заводов и применяемых поставов.

В табл. 6 в зависимости от поставов приведены рекомендуемые градации сортировки пиловочного сырья по диаметрам.

Исследования показали, что изменение градации сортировки пиловочного сырья позволит увеличить объемный выход пилопродукции

Таблица 4

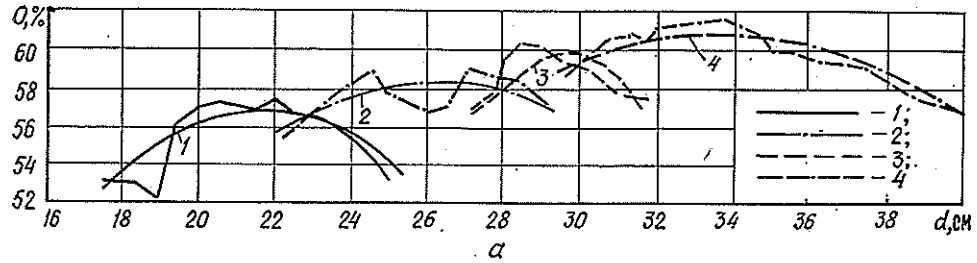
Номер постава	Постав	Объемный выход пиломатериалов, %, при сортировке сырья по 1- и 2-м четным диаметрам, см										
		29,0	30,0	30,9	Средневзвешенный, $d = 30$	31,0	32,0	32,9	Средневзвешенный, $d = 32$	33,0	34,0	34,9	Средневзвешенный, $d = 34$
20	1 × 150, 2 × 50, 6 × 25, 5 × 40, 6 × 25	58,2	59,2	59,6	59,0	59,8	58,9	57,5	58,7	57,3	56,0	55,9	56,4
21	1 × 150, 2 × 40, 6 × 25, 6 × 32, 6 × 25	59,1	58,6	58,0	58,6	57,8	57,1	56,9	57,3	56,8	56,0	54,9	55,9

Таблица 5

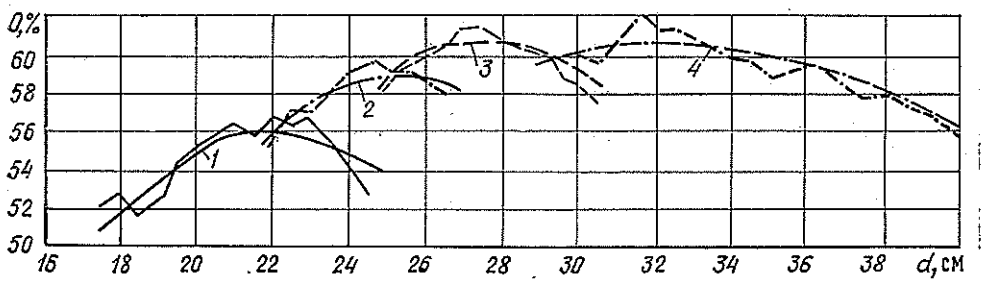
Номер постава	Постав	Объемный выход пиломатериалов, %, при сортировке сырья по 1- и 2-м четным диаметрам, см										Средневзвешенный выход для $d = 30$ и более
		35,0	36,0	36,9	Средневзвешенный, $d = 36$	37,0	38,0	38,9	Средневзвешенный, $d = 38$	39,0	40,0	40,9	Средневзвешенный, $d = 40$	
20	1 × 150, 2 × 50, 6 × 25, 5 × 40, 6 × 25	55,8	55,6	55,1	55,5	54,8	53,6	52,5	53,6	52,4	52,0	51,1	51,8	56,6
21	1 × 150, 2 × 40, 6 × 25, 6 × 32, 6 × 25	54,6	54,3	53,8	54,2	53,6	53,0	52,5	53,0	52,3	51,2	50,2	51,2	55,9

(теоретический) в пределах от 0,6 до 5,2 % в зависимости от поставов в условиях Котласского ДОКа. По рассматриваемым группам поставов средневзвешенное увеличение объемного выхода пилопродукции составит от 2,0 до 3,0 %. Кроме того, на примере четырех сочетаний различных поставов видно, что сортировать сырье потребуется на четыре основные группы: 17,5 ... 22,5 см; 23,0 ... 26,0; 26,5 ... 29,5; 30,0 см и более.

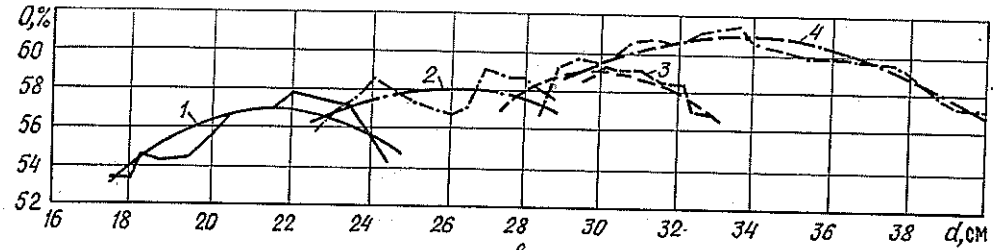
На Котласском ДОКе внедрено разработанное ЦНИИМОДом устройство для измерения диаметров бревен УИДБ-2, которое при соответствующей наладке может осуществлять рекомендуемую сортировку пиловочного сырья по диаметрам.



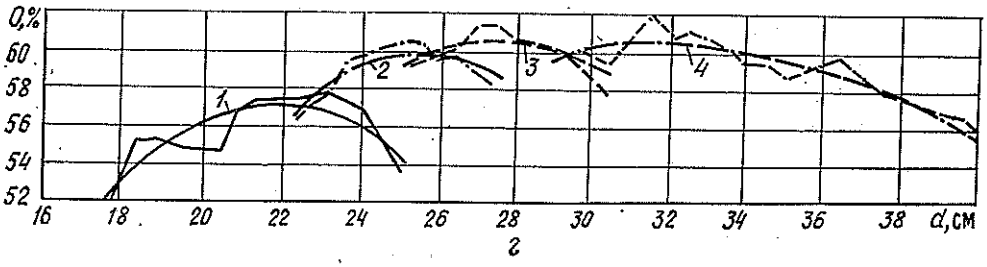
а



б



в



г

а — I группа поставов: *1* — $y = -0{,}231\,x^2 + 9{,}961\,x - 50{,}849$; *2* — $y = -0{,}158\,x^2 + 8{,}291\,x - 50{,}334$; *3* — $y = -0{,}621\,x^2 + 36{,}33\,x - 471{,}37$; *4* — $y = -0{,}101\,x^2 + 6{,}868\,x - 55{,}378$; *б* — II группа поставов: *1* — $y = -0{,}237\,x^2 + 10{,}306\,x - 56{,}274$; *2* — $y = 0{,}341\,x^2 + 17{,}016\,x - 153{,}30$; *3* — $y = -0{,}216\,x^2 + 11{,}919\,x - 103{,}57$; *4* — $y = -0{,}070\,x^2 + 4{,}474\,x - 11{,}267$; *в* — III группа поставов: *1* — $y = -0{,}234\,x^2 + 10{,}117\,x - 52{,}146$; *2* — $y = -0{,}081\,x^2 + 4{,}382\,x - 1{,}486$; *3* — $y = -0{,}244\,x^2 - 14{,}62\,x - 159{,}74$; *4* — $y = -0{,}093\,x^2 + 6{,}270\,x - 44{,}65$; *1* — $y = -0{,}204\,x^2 + 8{,}880\,x - 39{,}932$; *2* — $y = -0{,}268\,x^2 + 13{,}658x - 113{,}76$; *3* — $y = -0{,}231\,x^2 + 12{,}747\,x - 115{,}1$; *4* — $y = -0{,}070\,x^2 + 4{,}455\,x - 10{,}596$; *г* — IV группа поставов: *1* — $y = -0{,}20\,x^2 + 8{,}88\,x - 39{,}93$; *2* — $y = -0{,}34\,x^2 + 17{,}02\,x - 153{,}30$; *3* — $y = -0{,}22\,x^2 + 11{,}92\,x - 103{,}57$; *4* — $y = -0{,}07\,x^2 + 4{,}47\,x - 11{,}27$.

Таблица 6

Номер постава	Постав	Диаметры сырья предприятия, см	Объемный выход при существующей сортировке, %	Рекомендуемые диаметры, см	Объемный выход при новой градации, %	Отклонения от существующей сортировки, %	Средневзвешенное увеличение объемного выхода пиломатериалов
	I группа						
1	1 × 120, 4 × 19 8 × 22	18 . . . 20	53,7	17,5 . . . 23,0	55,3	1,6	
2	1 × 120, 4 × 25 10 × 22	22 . . . 24	55,5	23,0 . . . 27,5	57,6	2,1	
3	1 × 120, 2 × 32, 4 × 25; 12 × 22	26 . . . 28	54,1	27,5 . . . 30,0	59,3	5,2	2,7
4	1 × 150, 2 × 50, 6 × 25; 5 × 40, 6 × 25	30 и выше	56,6	30,0 . . . 40,0	59,6	3,0	
	II группа						
1	1 × 95, 4 × 25 8 × 22	18 . . . 20	51,6	17,5 . . . 22,5	54,5	2,9	
2	1 × 130, 4 × 25 4 × 32, 4 × 25	22 . . . 24	56,8	22,5 . . . 25,5	58,2	1,4	3,0
3	1 × 130, 6 × 22 5 × 32, 4 × 22	26 . . . 28	55,8	25,5 . . . 29,0	60,5	4,7	
4	1 × 150, 2 × 40, 6 × 25; 6 × 32, 6 × 25	30 и выше	55,9	29,0 . . . 40,0	59,3	3,4	
	III группа						
1	1 × 100, 4 × 25 2 × 40, 4 × 25	18 . . . 20	54,1	17,5 . . . 23,0	55,6	1,5	
2	1 × 120, 4 × 25 10 × 22	22 . . . 24	55,5	23,0 . . . 28,0	57,6	2,1	2,4
3	1 × 140, 6 × 25 1 × 50, 10 × 20	26 . . . 28	54,8	28,0 . . . 30,0	58,8	4,0	
4	1 × 150, 2 × 50, 6 × 25; 5 × 40, 6 × 25	30 и выше	56,5	30,0 . . . 40,0	59,3	2,8	
	IV группа						
1	1 × 110, 4 × 25 2 × 39, 4 × 25	18 . . . 20	54,6	17,5 . . . 23,0	55,6	1,0	
2	1 × 150, 4 × 22 4 × 32, 4 × 22	22 . . . 24	58,7	23,0 . . . 26,0	59,3	0,6	2,0
3	1 × 130, 6 × 22 5 × 32, 4 × 22	26 . . . 28	55,8	26,0 . . . 29,5	60,4	4,6	
4	1 × 150, 2 × 40, 6 × 25; 6 × 32, 6 × 25	30 и выше	55,9	29,5 . . . 40,0	59,3	3,4	

Следовательно, один из резервов повышения объемного выхода пилопродукции — изменение традиционно принятой сортировки пиловочного сырья по диаметрам и переход на сортировку сырья, исходя из конкретных условий размерной характеристики сырья и пилопродукции.

Поступила 2 июня 1987 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

УДК 630*824.86

НОРМАТИВНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ С ЗУБЧАТЫМИ КЛЕЕВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПРИ ИЗГИБЕ И РАСТЯЖЕНИИ

Л. М. КОВАЛЬЧУК, Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ, Е. Б. РЮМИНА

ЦНИИСК, ЦНИИМОД

Склеивание пиломатериалов по длине с последующим раскроем на заготовки требуемых размеров — одно из перспективных направлений рационального использования древесины в заводском малоэтажном домостроении и при изготовлении панелей, ферм и других дощатых строительных конструкций. Настоящая работа выполнена для определения влияния параметров и расположения зубчатых клеевых соединений на нормативы прочности пиломатериалов при изгибе и при растяжении.

Образцы выборок 1—5 и 7—9 изготавливали из еловой древесины на экспериментально-производственном заводе «Красный Октябрь» (г. Архангельск) и испытывали в ЦНИИМОДе. Образцы выборки 6 изготавливали из сосновой древесины на Юресской СПМК (Литовская ССР) и исследовали в ЦНИИСКе. Длина образцов выборок 1—4 составляла 2 250 мм, а выборок 5—9 — 1 500 мм. Для склеивания использовали фенолрезорцино-формальдегидный клей ФРФ-50 (ТУ 6-05-1880—79). Параметры зубчатых клеевых соединений (согласно ГОСТ 19414—79) и их местоположение указаны в табл. 1. Отверждение клея происходило при температуре +20 °С и относительной влажности воздуха 75...80 % в течение 24 ч. После 30 сут кондиционирования в условиях цеха влажность образцов составила 10 ± 2 %.

Для сравнения брали контрольные образцы-аналоги без клеевых соединений (выборки 1—6), изготовленные из пиломатериалов той же партии, что и образцы основных выборок. Основные и контрольные образцы выборок 1—7 испытывали при изгибе нагружением кромки, а выборки 8П — при изгибе нагружением пласти. При испытаниях на изгиб (согласно ГОСТ 21554.2—81) нагрузку прикладывали в третях пролета. Образцы выборки 9Р изучали на растяжение (по ГОСТ 21554.5—78) на разрывной машине ЦНИИМОД — Р-100.

Результаты испытаний пиломатериалов приведены в табл. 1, а оценка достоверности различия прочностных показателей образцов по t-критерию Стьюдента — в табл. 2.

Оценкой достоверности установлено (табл. 2), что различие прочности горизонтальных и вертикальных зубчатых клеевых соединений несущественно, поскольку $t^{1-2}=0{,}6$, что меньше предельного значения $t_{0,05}=2{,}09$ [1]. Различие прочности образцов выборок 2 и 3, отличающихся положением зубчатых соединений в пролете, также несущественно. Это можно объяснить принятой схемой испытаний с приложением усилий в третях пролета, что обеспечивало одинаковый по величине наибольший изгибающий момент на всем участке средней трети пролета, т. е. в зоне расположения зубчатых соединений. Прочность цельных образцов-аналогов при этом была в среднем на 15 % выше, чем образцов с клеевыми соединениями при достоверном различии — $t^{1-1'}=2{,}9$; $t^{2-2'}=3{,}2$ и $t^{3-3'}=2{,}6$ при предельном значении $t_{0,05}=2{,}08$.

Следовательно, зубчатые клеевые соединения, расположенные в зоне максимальных изгибающих моментов, независимо от направления нарезки существенно снижают прочность пиломатериалов при изгибе.

Таблица 1

Номер выборки	Сечение, мм	Тип образцов	Расположение зубчатых соединений в пролете l	Объем выборки n, шт.	Среднее арифметическое $\bar{x}$, МПа	Среднее квадратическое отклонение s, МПа	Коэффициент вариации, v, %
1	45 × 145	Г-50 × 12 × 2	В середине l	20	43,53	6,87	15,8
1′		Цельные	—	20	50,87	8,89	17,5
2		В-50 × 12 × 2	В середине l	20	42,12	6,22	15,1
2′		Цельные	—	20	50,60	9,40	18,5
3		В-50 × 12 × 2	В третях l	20	43,30	6,17	14,3
3′		Цельные	—	20	50,30	9,55	18,9
4		В-50 × 12 × 2	1/6 l от опор	20	49,98	7,45	14,9
4′		Цельные	—	20	50,20	8,30	17,0
1 + 2 + + 3		В-50 × 12 × 2	В середине и третях l	60	42,98	6,41	14,9
1′ + 2′ + + 3′ + 4′		Цельные	—	78	50,46	9,02	17,9
5	38 × 138	В-32 × 8 × 1	В середине l	29	44,55	6,69	15,0
5′		Цельные	—	24	52,29	10,19	19,5
6		В-20 × 6 × 1	В середине l	26	36,64	8,49	23,2
6′		Цельные	—	36	41,82	12,51	29,9
7	38 × 140	В-32 × 8 × 1	В середине l	60	39,25	7,99	20,4
8П		»	»	57	43,40	6,15	14,2
9Р		»	»	48	25,00	4,64	18,5

Примечание. Номер выборки без штриха соответствует клееным пиломатериалам, а со штрихом — образцам-аналогам без клеевых соединений.

Таблица 2

Номер выборки	t-критерий значимости различия выборок										
	1′	2	2′	3	3′	4	4′	5	5′	6	6′
1	2,9	0,6	—	0,1	—	2,8	—	0,1	—	2,7	—
1′	—	—	0,1	—	0,2	—	0,2	—	0,1	—	2,6
2	—	—	3,2	0,5	—	3,4	—	0,9	—	2,1	—
2′	—	—	—	—	0,1	—	0,1	—	0,0	—	2,5
3	—	—	—	—	0,6	2,8	—	0,3	—	2,6	—
3′	—	—	—	—	—	—	0,0	—	0,1	—	2,3
4	—	—	—	—	—	—	0,1	2,8	—	5,3	—
4′	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	2,4
5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	3,3	—
5′	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2

Результаты анализа однородности выборок 1—3 позволили объединить их в одну совокупность. При удалении зубчатых клеевых соединений из зоны максимального изгибающего момента прочность образцов выборки 4 несущественно отличается от цельных образцов выборки 4′. Уменьшение длины зубчатого шипа от 50 до 32 мм не оказывает существенного влияния на прочность пиломатериалов из ели (табл. 2). По данным испытаний, временной прочностью обладают пиломатериалы из сосны с зубчатыми клеевыми соединениями В-20 × × 6 × 1.

На прочность с заданным уровнем обеспеченности существенное влияние оказывает выбор типа распределения, аппроксимирующего эмпирический ряд. Распределения показателей прочности в пределах каждой выборки согласно ω^2-критерию, в основном, не противоречат нормальному закону при критическом значении $\omega^2_{кр} = 1{,}98$ [1]. Критерий значимости асимметрии распределений также не превышает пре-

дельных значений, тогда как критерий значимости эксцесса для выборок 1 и 3 выше предельного значения $t_{0,05} = 1,98$ на 0,52 и 0,19 соответственно. Поэтому экспериментальные данные более тесно соответствуют логнормальному закону. Оценкой соответствия эмпирических распределений закону Пирсона установлено, что выборка 5 подчиняется IV типу кривых ($\eta = 0,06$), а все остальные — I типу кривых ($\eta = -0,01 \div -0,29$).

В соответствии с указанными законами распределения, с помощью ЭВМ по программе ЦНИИСКа рассчитывали показатели нормативной прочности с обеспеченностями 0,95; 0,99 и 0,9986.

В связи с тем, что при логнормальном законе нормальному закону распределения подчиняются логарифмы значений выборки, нормативные сопротивления R^i в этом случае определяли с использованием зависимости

$$\ln \frac{R^i}{s} = \ln \frac{\overline{x}}{s} - \eta^i_{\ln} v,$$

где $\eta^i_{\ln}$ — коэффициент обеспеченности нормированного логнормального распределения, учитывающий влияние коэффициента вариации v;

$\overline{x}$ — среднее арифметическое;

s — среднее квадратичное отклонение.

При коэффициенте вариации $v = 10$ % и уровнях обеспеченности 0,95; 0,99 и 0,9986 значения $\eta^i_{\ln}$ составляют 1,55; 2,05 и 2,58, при $v =$ $= 20$ % — соответственно 1,40; 1,86 и 2,25, а при $v = 30$ % — соответственно 1,30; 1,68 и 1,97.

Таблица 3

Номер выборки	Нормативы прочности, исходя из закона распределения, МПа								
	Пирсона	нормального	логнормального	Пирсона	нормального	логнормального	Пирсона	нормального	логнормального
	при обеспеченности								
	0,95			0,99			0,9986		
1	33,77	32,14	33,48	30,86	27,51	30,26	29,14	23,91	27,08
1′	37,93	36,18	38,05	34,08	30,13	33,95	31,52	23,36	30,13
2	32,28	31,63	32,72	30,49	27,38	29,73	29,86	23,06	26,75
2′	37,21	35,15	37,30	33,81	28,79	33,00	31,37	21,67	29,42
3	35,48	33,08	34,07	34,93	28,87	31,10	34,68	24,70	28,13
3′	34,21	34,60	33,90	31,43	28,15	32,52	33,85	20,92	28,62
4	38,53	37,70	38,97	36,61	32,52	35,47	36,14	27,52	31,97
4′	37,34	36,12	37,86	37,86	35,06	30,30	33,98	35,76	30,30
1 + + 2 + + 3	32,36	32,41	35,57	28,86	28,06	30,23	25,99	23,19	27,50
1′ + + 2′ + + 3′ + + 4′	36,04	35,47	37,54	33,57	29,41	33,38	32,23	23,36	29,50
5	34,05	33,51	34,65	27,68	28,96	31,50	19,23	23,88	28,42
5′	36,37	35,47	38,02	32,79	28,54	33,02	31,53	21,72	29,70
6	22,77	22,62	24,99	17,83	16,84	21,26	12,98	11,15	18,51
6′	25,14	21,18	25,56	22,63	21,68	20,81	21,06	4,07	17,19
7	27,35	26,04	28,08	23,59	20,59	24,36	20,53	14,51	21,25
8П	33,83	33,23	34,21	32,10	29,04	31,25	31,45	24,36	28,36
9Р	19,85	17,35	18,42	18,77	14,22	16,33	18,03	10,70	14,36

Результаты расчета представлены в табл. 3. Из данных табл. 3 следует, что прочность пиломатериалов при изгибе нагружением кромки с обеспеченностью 0,95, при аппроксимации нормальным законом распределения, имеет более низкие значения, чем при логнормальном законе и распределении Пирсона. Однако независимо от типа распределения прочность при изгибе кромки с указанным уровнем обеспеченности в основном выше 24 МПа, что (согласно СНиП П-25—80 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования») соответствует нормативному сопротивлению древесины второго сорта. С возрастанием уровня обеспеченности до 0,99 и 0,9986 различие показателей прочности пиломатериалов с клеевыми соединениями и цельных значительно уменьшается. Это можно объяснить, в частности, большей изменчивостью прочности цельных пиломатериалов.

При изгибе нагружением пласти распределение прочности выборки 8П также не противоречит нормальному закону ($\omega^2 = 0{,}39$), подчиняется логнормальному ($\omega^2 = 0{,}4$) и описывается 1-м типом кривых Пирсона ($\eta = -0{,}01$). При уровне обеспеченности 0,95 значения прочности для всех видов распределения выше 30 МПа, что, согласно СНиП П-25—80, соответствует нормативному сопротивлению древесины I сорта.

Распределение прочности пиломатериалов с зубчатыми клеевыми соединениями при растяжении (выборка 9Р) не противоречит нормальному, логнормальному законам и распределению Пирсона, а ее значения с обеспеченностью 0,95 во всех случаях выше 15 МПа, что также соответствует нормативному сопротивлению древесины II сорта (согласно СНиП П-25—80).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Закс Л. Статистическое оценивание.— М.: Статистика.— 1976.— 598 с.

Поступила 11 февраля 1986 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 630*863 : 547.724.1 + 66.01/09

О МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ПОЛУЧЕНИЯ ФУРФУРОЛА

В. И. СОБОЛЕВ, Е. Ф. МОРОЗОВ, М. С. КЕБИЧ

Белорусский технологический институт

Физическую модель процесса прямого получения фурфурола в промышленном гидролизаппарате качественно можно представить как большое количество элементарных реакционных объемов, распределенных по высоте слоя растительного сырья, в каждом из которых, в соответствии с распределением температуры, катализатора и геометрических характеристик частиц, свои кинетические и диффузионные условия, во многом определенные характером движения потока пара в слое сырья. Исследование подобных сложных процессов целесообразно осуществлять с минимальными затратами и без нарушения работы действующего производства в масштабе лабораторной модели [5].

При существующем уровне разработки процесса прямого получения фурфурола полное его математическое моделирование практически невозможно, а имеющиеся зависимости являются полуэмпирическими и требуют уточнения [4]. На данном этапе масштабирование необходимо проводить эмпирическим способом.

В настоящей статье рассматриваются некоторые аспекты применения теории подобия, лежащей в основе масштабирования и физического моделирования, к процессу прямого получения фурфурола.

Известно [1, 3], что применимость физического подобия и теории подобия зависит от возможности сохранения численного равенства одновременно критериев геометрического, гидродинамического, химического, теплового и диффузионного подобия.

Геометрическое подобие, заключающееся в определении размеров модельного реактора подобного промышленному гидролизаппарату, характеризует инвариант (Γ), равный отношению высоты к диаметру аппарата. Среднюю величину Γ для гидролизаппаратов периодического действия объемом от 37 до 80 м^3 с достаточной степенью точности можно принять равной 4.

В отличие от гидролизаппарата, имеющего в нижней части конус, назначение которого определяется условиями проведения перколяционного гидролиза, модель может быть выполнена в виде трубчатого цилиндра, т. е. геометрическое подобие заменяется геометрическим родством.

При выборе размеров лабораторной модели и постановке экспериментов необходимо также учитывать условия гидравлического моделирования, обеспечение минимального объема загрузки сырья для получения воспроизводимых данных, а также подобие начальных условий распределения потока на входе в слой сырья.

Гидродинамической моделью, в наибольшей степени соответствующей характеру рассматриваемого процесса, является модель идеального вытеснения, а реактор с зернистым слоем сырья, продуваемого потоком пара, приближается к реактору вытеснения. Однако в реальных условиях наблюдаются отклонения от идеального вытеснения. Режим

приближается к нему, когда величина критерия Рейнольдса (Re) больше 10, отношение длины реактора к эквивалентному диаметру частиц значительно превышает 20, а отношение диаметра реактора к эквивалентному диаметру частиц больше 10 [2].

Эквивалентный диаметр частиц колеблется от 1,0 ... 1,5 мм у опилок лиственной древесины до 3,5 ... 4,5 мм у рисовой и подсолнечной лузги [6]. Отсюда минимальный диаметр реактора составит $4{,}5 \cdot 10^{-2}$ м, а при использовании стержней кукурузных початков или древесной щепы эта величина должна быть увеличена в 6—8 раз.

Для изучения процесса получения фурфурола в лабораторных условиях мы использовали цилиндрический реактор, снабженный штуцерами для ввода пара и вывода его с продуктами реакции и имеющий внутренний диаметр $7{,}5 \cdot 10^{-2}$ м и высоту 0,3 м. Объем реактора позволяет загружать около 200 г абс. сухих березовых опилок или 100 ... 150 г абс. сухой подсолнечной или рисовой лузги, что, как показали проведенные исследования процесса, достаточно для получения воспроизводимых данных по выходу целевого продукта. При этом соблюдаются условия гидравлического моделирования.

Необходимым условием для химического подобия должно быть прежде всего равенство скоростей химических реакций образования и распада фурфурола при заданных кинетических условиях как в модели, так и в промышленном аппарате, т. е. соблюдение равенства критериального отношения, определяющего реальный выход фурфурола P:

$$P = \frac{K_1 t_1}{K_2 t_2}, \qquad (1)$$

где K_1 и K_2 — константы скорости образования и распада фурфурола;

t_1 и t_2 — соответствующие продолжительности этих процессов.

Значения констант и величина t_1, зависящие только от вида и концентрации катализатора и температуры процесса, определяют кинетику образования и распада фурфурола и не зависят от масштаба реактора. Время пребывания фурфурола в реакционной зоне t_2 определяется также гидродинамическими факторами, прежде всего, скоростью отгонки фурфурола потоком теплоносителя.

Гидродинамическое подобие при движении потока пара в слое сырья характеризует критерий Re, значения которого в случае двух подобных течений должны быть равны. На этом основано определение критической скорости потока на «холодных» лабораторных моделях, когда вместо пара используют газ или воздух при нормальных условиях [9].

При продувке полидисперсного слоя растительного сырья за определяющий размер в критерии Re принимают эквивалентный диаметр частиц, который, как и величина кинематической вязкости пара, одинаков для модели и промышленного аппарата. Следовательно, при гидродинамическом подобии скорость движения потока пара также должна быть одинаковой.

Режим течения восходящего потока пара в слое измельченных растительных материалов при критических скоростях характеризуется числом Re, равным 20—30, т. е. процесс протекает в ламинарной области [6, 9], вблизи границы с переходной областью.

Практически неосуществимо моделирование массообмена в процессе получения фурфурола, когда при термокаталитической обработке непрерывное уменьшение размеров частиц сырья может приводить к изменению режима течения, а также непостоянна концентрация образующегося фурфурола и сопутствующих продуктов в движущемся паровом потоке.

Массообменные или диффузионные процессы связаны, прежде всего, со временем пребывания фурфурола в реакционной зоне, которая, в

соответствии с кинетикой, определяет степень распада фурфурола и слагается из продолжительности внутренней диффузии фурфурола из частиц сырья в паровую фазу и продолжительности его пространственного вытеснения из реактора. Внутренняя диффузия, скорость которой определяется природой растительного материала и извлекаемого компонента, не зависит от внешних воздействий. На внешнюю диффузию, определяющую перенос фурфурола в потоке пара, можно воздействовать путем регулирования скорости этого потока.

Для диффузионного подобия необходимо, как минимум, соответствие средней продолжительности пребывания потока в модели и аппарате. Поскольку критическая скорость пара в слое сырья составляет в среднем 0,10 ... 0,15 м/с, то средняя продолжительность пребывания потока в гидролизаппарате объемом 40 м^3 равна 50 ... 70 с. При условии геометрического и гидродинамического подобия эта величина в лабораторном реакторе диаметром 0,1 м составит лишь 2 ... 4 с, т. е. внешнедиффузионные факторы практически не будут влиять на выход фурфурола, что весьма идеализирует рассматриваемый процесс.

Очевидно, сохранить численное равенство одновременно критериев гидродинамического и диффузионного подобия не представляется возможным. С точки зрения достижения химического подобия, более целесообразно, сохраняя геометрическое подобие, исходить из создания одинаковой концентрационной обстановки в лабораторной модели и аппарате, основанной на равенстве времени пребывания потока пара. В этом случае линейная скорость потока пара в реакторе диаметром 0,1 м составит около 0,01 м/с.

Однако, исключив гидродинамическое подобие, необходимо, тем не менее, принять одинаковый режим течения потока в модели и аппарате, который для рассматриваемого нами процесса является ламинарным.

В процессе переноса тепла при получении фурфурола прямым методом преобладает конвективный теплообмен в условиях вынужденной конвекции. В гидролизаппаратах периодического действия, где температурное поле меняется во времени, осуществляется нестационарный теплообмен. На развитие полей температуры и величину коэффициентов переноса влияют характер потока движущегося теплоносителя, а также изменение капиллярнопористой структуры растительного материала и химические превращения. Поэтому практически невозможно обеспечить тепловое подобие, соблюдающееся при совпадении температуры в сходственных точках модели и аппарата, и определяемое равенство критериев Нуссельта (Nu).

Однако, как показали наши расчеты [8], коэффициент теплообмена, являющийся основным определяемым параметром в критерии Nu, для любых условий гидродинамического обтекания частиц, несмотря на их относительно малую теплопроводность, оказывается достаточно большим по сравнению с константами химического процесса.

Следовательно, влияние тепловых процессов при получении фурфурола должно определяться, в первую очередь, условиями протекания химических превращений, а не внешней гидродинамикой потока. Поэтому основное требование как для модели, так и промышленного аппарата, — создание определенных температурных условий для протекания химического процесса образования фурфурола с заданной скоростью.

С технологической точки зрения, при масштабировании процесса следует стремиться к достижению, по крайней мере, того же выхода целевого продукта, что и в модели [7].

В нашем случае это условие сводится к сохранению одинаковых скоростей образования и выведения фурфурола из реакционной зоны в

сходственных точках модели и аппарата, и, как было показано выше, при сохранении одновременно гидродинамического и диффузионного подобия выполнить его невозможно. Необходимо ограничиться, прежде всего, соблюдением химического и диффузионного подобия в модели геометрически подобной промышленному гидролизаппарату.

Таким образом, применение теории подобия к химико-технологическому процессу получения фурфурола из растительного сырья прямым методом носит ограниченный характер, а полное эмпирическое моделирование его на установках различного масштаба невозможно.

Тем не менее, резюмируя вышеизложенное, лабораторную модель, в которой несложно создать стабильные в пространстве и во времени кинетические, диффузионные и тепловые условия протекания процесса получения фурфурола из растительного сырья, следует рассматривать как один из элементарных объемов промышленного аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Аэров М. Э., Тодес О. М. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем.— Л.: Химия, 1968.—512 с. [2]. Денбиг К. Г. Теория химических реакторов.— М.: Химия, 1968.— 192 с. [3]. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии.—М.: Химия, 1971.— 784 с. [4]. Корольков И. И. Метод расчета выхода фурфурола при фурфурольных варках растительного сырья // Гидролизн. и лесохим. пром-сть.— 1985.— № 1.— С. 6—8. [5]. Моделирование промышленных режимов получения фурфурола на лабораторной установке / Е. Ф. Морозов, В. И. Соболев, Р. А. Решто и др. // Химия и химическая технология.— Минск.— 1974.— Вып. 7.— С. 122—125. [6]. Морозов Е. Ф. Производство фурфурола.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 200 с. [7]. Общие основы химической технологии / С. Бретшнайдер, В. Кавецкий, Я. Лейко и др.— Л.: Химия, 1977.— 504 с. [8]. Соболев В. И., Морозов Е. Ф. Теплообмен в процессе получения фурфурола из березовых опилок при атмосферном давлении.— Минск, 1981.— 10 с.— Деп. в ВНИИПИЭИлеспром 13.07.81, № 717д. [9]. Соболев В. И., Морозов Е. Ф., Ручко А. Е. Исследование гидродинамики стационарного слоя растительного сырья // Химия и химическая технология.— Минск.— 1975.— Вып. 8.— С. 70—75.

Поступила 30 ноября 1987 г.

УДК 674.815-41 : 628.512

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ВЫДЕЛЕНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА ИЗ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

А. А. ЭЛЬБЕРТ, О. В. ДОРОХОВА, А. М. СИНГУРИНДИ, Л. И. КРЮКОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Актуальная проблема улучшения свойств древесностружечных плит (ДСП) — снижение их токсичности, обусловленной выделением формальдегида (CH_2O) [4]. Основной источник последнего — карбамидоформальдегидное связующее. Однако показано [10, 11], что на выделение формальдегида из ДСП, кроме связующего, оказывает влияние и породный состав древесины, в частности, содержание кислотных групп и экстрактивных веществ. Представляет интерес оценить количество формальдегида, выделяющегося из древесины различных пород, как фон при определении токсичности ДСП.

В данном случае исследования проводили на свежесрубленной древесине березы, осины и сосны, а также на березовых «карандашах», представляющих собой отходы фанерного производства и применяемых в производстве ДСП. Количество формальдегида, выделяющееся из древесных частиц, оценивали по методу WKI [11].

Древесные частицы (30...35 г) помещали над дистиллированной водой (35 мл) в плотно закрытые бутыли, которые выдерживали в термостате при температуре 60 °С в течение 4 ч. Затем определяли содержание формальдегида, выделившегося из проб в воду йодометрическим методом, а также колориметрическим по интенсивности окрашенного раствора продукта реакции формальдегида с ацетилацетоном [9]. Данные о выделении формальдегида из древесных частиц приведены в табл. 1.

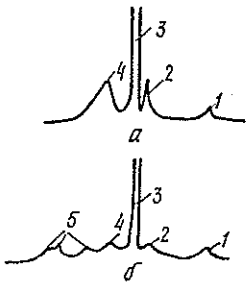
Таблица 1

Порода	Содержание CH_2O, мг/100 г абс. сухой древесины, найденное методом		Содержание гемицеллюлоз, %
	йодометрическим	колориметрическим	
Береза	7,9	0,50	25...27*
Березовый карандаш	3,4	0,47	18
Осина	5,9	0,46	20...21*
Сосна	4,6	0,47	18...20*

* Данные взяты из работы [3].

Как видно из табл. 1, количество формальдегида, найденное йодометрическим методом, в среднем на порядок выше полученного при использовании колориметрического метода. В связи с этим был проведен ГЖХ-анализ водного раствора, полученного при испытании древесины березы.

ГЖХ-анализ осуществляли на приборе ЛХМ-8МД с использованием ионизационно-пламенного детектора и катарометра. Твердый носитель — полихром-1, в качестве жидкой фазы применяли твин-60, содержащий 2 % азелаиновой кислоты в количестве 5 % от массы неподвижной фазы [2]. Колонка стальная длиной 1 м, диаметром 3 мм, температура термостата 100 °С, газ-носитель — аргон. Скорость газа-носителя 30 мл/мин. Отнесение пика к формальдегиду и метиловому спирту проводили сравнением с хроматограммой метилового спирта и формалина (см. рис.).



Хроматограмма формалина (*а*) и водного раствора (*б*), полученного после испытания по методу WKI древесины березы: *1* — ввод пробы; *2* — метанол; *3* — вода; *4* — формальдегид; *5* — неидентифицированные компоненты

Хроматограмма водного раствора, полученного при испытании древесины березы, содержит дополнительные неидентифицированные компоненты, которые, вероятно, и взаимодействуют с йодом. Ацетилацетон, как известно, — более избирательный реагент на формальдегид, чем йод.

Количество формальдегида, определяемое по методу WKI, как показали исследования, незначительно отличается от значений, полученных перфораторным методом [6, 7]. Последний предусматривает йодометрическое определение свободного формальдегида, и при испытании древесных частиц его содержание составляет 6...8 мг/100 г абс. сухой древесины [7], что соответствует представленным в табл. 1 данным.

В литературе [1] в качестве источника формальдегида, выделяющегося из древесины, рассматривают как полисахариды, так и лигнин.

Однако из компонентов древесины наименьшей гидротермической стабильностью обладают гемицеллюлозы, распад которых, в зависимости от условий, сопровождается образованием некоторых летучих продуктов разложения [5]. Результаты, полученные йодометрическим методом, хорошо согласуются с содержанием гемицеллюлоз в различных породах древесины. Березовый карандаш выделяет меньше летучих продуктов, чем свежесрубленная древесина, что, вероятно, связано со снижением содержания гемицеллюлоз в результате ее предварительной гидротермической обработки.

Как видно из данных табл. 1, количество формальдегида, полученного колориметрическим методом, практически не зависит от породы древесины. На основании этого можно предположить, что в данных условиях испытания основным источником формальдегида может быть неустойчивый к гидротермической обработке гемилигнин, представляющий собой низкомолекулярную фракцию лигнина (6 % от массы древесины) [12].

В литературе [8] сообщаются результаты определения формальдегида, выделяющегося при прессовании неосмоленных частиц. Показано, что влияние породного состава наблюдается лишь при температурах прессования выше 220 °С и низкой влажности.

Представляло интерес определить количество формальдегида, выделяющегося из древесных частиц после прессования их в условиях, приближенных к изготовлению ДСП (температура прессования $T_{прес} = 160$ °С, продолжительность прессования $\tau_{прес} = 5$ мин, давление прессования $p_{прес} = 3{,}5$ МПа).

Данные о выделении формальдегида из древесных частиц после прессования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Условия обработки		Содержание CH_2O, мг/100 г а. с. древесины, найденное методом	
	Температура, °С	Влажность, %	йодометрическим	колориметрическим
Береза	160	5	8,1	0,7
Березовый карандаш	160	5	3,7	0,6
Осина	160	5	5,3	0,6
Сосна	160	5	5,1	0,6
Береза	160	15	7,9	0,6
»	200	5	8,7	0,5
»	200	15	8,4	0,8

Как видно из табл. 2, для всех пород древесины выделение формальдегида не увеличивается.

Повышение температуры прессования и дополнительное увлажнение измельченной древесины березы до влажности ковра перед прессованием ДСП (12...15 %) также не приводят к значительному изменению выделения летучих продуктов из древесины. Для ДСП, изготовленных с использованием карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-МТ (в количестве 12 % от массы древесины), содержание формальдегида, определенное обоими методами, практически совпадает и составляет для йодометрического и колориметрического методов соответственно 38,1 и 39,7 мг/100 г плиты. При определении формальдегида, выделяемого из неосмоленной древесины, йодометрический метод дает завышенные результаты.

Следовательно, количество формальдегида, выделяемое древесиной, незначительно по сравнению с ДСП и практически не зависит от породы древесины.

Наряду с деструкцией связующего и древесины, выделение формальдегида из готовых ДСП может быть обусловлено наличием свободного формальдегида, образующегося при отверждении карбамидоформальдегидной смолы и поглощенного древесиной. Но до сих пор нет ясного представления о механизме поглощения формальдегида древесиной и количественной оценки этого явления.

Для изучения процесса поглощения свободного формальдегида древесные частицы березы обрабатывали формалином различной концентрации. При этом количество вносимого формальдегида находилось в пределах выделяемого из связующего при отверждении (0,5...3 % от массы абс. сухой смолы). Влажность древесины во всех случаях составляла 12 %. Затем формовали ковер и подвергали его прессованию при температуре 160 °С в течение 5 мин. Через сутки определяли количество формальдегида, выделяемого древесиной.

Таблица 3

Количество вносимого CH_2O, мг/100 г абс. сухой древесины	Содержание CH_2O, мг/100 г абс. сухой древесины, найденное методом	
	йодометрическим	колориметрическим
Через 1 ч после прессования		
110	16	9
Через 1 сут после прессования		
55	6	7
110	9	7
220	12	13
330	21	21
Через 1 неделю после прессования		
110	7	6

В табл. 3 представлены данные о выделении формальдегида из древесных частиц березы после поглощения его в условиях прессования ДСП.

Из табл. 3 видно, что поглощение формальдегида древесными частицами возрастает пропорционально увеличению количества вносимого формальдегида.

Значения, полученные при использовании йодометрического и колориметрического методов, в данном случае практически не совпадают.

Однако при определении количества формальдегида, выделяемого сразу же после охлаждения пакета (через 1 ч после прессования), наблюдались те же расхождения между значениями, полученными обоими методами, что и для исходной древесины.

Можно предположить, что с течением времени, при общей тенденции к снижению выделения формальдегида, происходит взаимодействие его с древесиной, изменяющее характер продуктов деструкции последней. Это отражается в уменьшении выделения летучих, определяемых по реакции с йодом.

На возможность взаимодействия древесины с формальдегидом указано в ряде работ. Так, например, отмечено [12], что древесина набухает значительно больше в водном растворе формальдегида, чем в воде.

Таким образом, поглощение формальдегида древесиной имеет сложный характер, и вклад этого процесса в выделение формальдегида из ДСП более значителен по сравнению с деструкцией древесины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Домбург Г. Э., Сергеева В. Н. Термический анализ древесины и ее компонентов в условиях подавления и инициирования процесса термораспада // Химия древесины.— 1969.— № 4.— С. 117. [2]. Паронян Р. В., Саркисян В. К. Определение формальдегида методом газожидкостной хроматографии в смеси первичных альдегидов, спиртов и кислот // Журн. аналит. химии.— 1974.— Т. 29, вып. 3. [3]. Химия древесины / Под ред. М. А. Иванова.— М.: Лесн. пром-сть, 1962.— 400 с. [4]. Эльберт А. А. Химическая технология древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 223 с. [5]. Gollis C., Mozolovà L., Suty L. Degradacne,

produkty ligninua scharidov v bukovom predhydrolysàte // Výsk. pr. odboru pap. a celul.— 1977.— 22.— 25—31. [6]. European Federation of Associations of Particleboard Manufacturers (FESYP), Formaldehyde Bestimmung bei Spanplatten, FESYP, Giessen, 1975. [7]. Kellner M. Meranie uvolneneho formaldehydu z vrstvenych materialov // Drevo.— 1980.— Rocnik 35, n. 6.— S. 163—166. [8]. Marutzky R., Mehlhorn L., May H.-A. / Holz als. Roh und Werkstoff.— 1980.— N 9.— S. 329—335. [9]. Meyer B. Urea-Formaldehyde Resins. Addison-Wesley, Reading, Mass, 1979. [10]. Riehl G. Zer Herstellung von Spanplatten mit Formaldehydarmen // Holztechnologie.— 1985.— 26, N 4.— S. 206—209. [11]. Roffael E. Formaldehydabgabe von Spanplatten und anberen Werkstoffen, DRW, Stuttgart, 1982. [12]. Stamm A. S. Wood and Cellulose Science.— Ronald Press Company.— New-Jork, 1967.

Поступила 17 декабря 1987 г.

УДК 674.817-41

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ ЛЕГКИМ ГИДРОЛИЗОМ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ

Т. В. СУХАЯ

Белорусский технологический институт

Процесс превращения древесины в древесноволокнистые плиты (ДВП) характеризуется комплексным термомеханическим воздействием на ее вещество на отдельных технологических стадиях: при размоле щепы с предварительным пропариванием, горячем прессовании плит и термообработке их в камере. В мокром способе получения плит активно участвует вода. Параметры процессов вызывают глубокие структурные и химические превращения основных компонентов древесины, обеспечивающие получение прочного и водостойкого материала. Сущность этих превращений на протяжении ряда лет изучали в Ленинградской лесотехнической академии [6, 8, 9, 12, 16], ВНПОбумпром [3], зарубежные исследователи [17, 18], в Белорусском технологическом институте [13—15].

Анализ литературных сведений и проведенные нами исследования позволяют высказать определенное мнение об основных направлениях превращений лигнина и углеводов при получении ДВП мокрым способом. В этом процессе первоочередное значение, вероятнее всего, имеет расщепление лигноуглеводных связей древесинного вещества, сопровождающееся образованием новых функциональных групп, способных участвовать в реакциях сшивки. Лигнин претерпевает внутри- и межмолекулярную деструкцию за счет реакций гидролиза, окисления и низкотемпературного пиролиза с образованием также новых активных групп. При этом образуются олигомерные и низкомолекулярные продукты, выполняющие функцию клея горячего отверждения. Конденсация лигнина в условиях получения ДВП протекает через стадию элиминирования с образованием углерод-углеродных и эфирных связей.

Гемицеллюлозы при получении ДВП мокрым способом подвержены главным образом гидролизу. Для проявления их клеящих свойств необходимо, чтобы процесс гидролиза протекал до олигомерных фрагментов и чтобы создавались условия для полимеризации продуктов их деструкции.

Наблюдаются высокая лабильность превращений лигнина и гемицеллюлоз и конкурентный характер деструктивных и полимеризационно-поликонденсационных реакций.

На основании вышеизложенного, логично заключить, что для получения высококачественных ДВП требуется вести технологический процесс в условиях, обеспечивающих первоначально повышение реакционной способности лигнина и гемицеллюлоз, а затем — их поликон-

денсационные и полимеризационные превращения. При этом целлюлоза — основной армирующий компонент ДВП — должна оставаться мало измененной.

Такое действие может вызвать слабый раствор серной кислоты. Серную кислоту часто вводят в древесноволокнистую массу из древесины преимущественно лиственных пород для создания требуемого проклеиванием значения pH. Опыт работы цехов ДВП-1 и ДВП-2 ПО Бобруйскдрев показал, что при создании условий для отлива ковра из массы, подвергнутой воздействию серной кислоты, качество ДВП значительно повышается [1].

Основной критерий выбора параметров такого воздействия на древесину лиственных пород в производственных условиях — содержание РВ в подсеточных водах [11]. Оно должно быть в пределах 0,15 . . . 0,25 % (в обычных условиях эта величина не превышает 0,1 %). Для повышения эффекта прочности и водостойкости плит при введении в древесноволокнистую массу серной кислоты последнюю вводят в машинный бассейн, а не в ящик непрерывного проклеивания (как это принято). В бассейне масса самопроизвольно выдерживается с кислотой в течение примерно 40 мин перед выходом ее на сетку отливной машины; при этом pH среды зависит от температуры и для 70 °С составляет 4,9—5,0; при 60 °С — 4,6—4,8; при 50 °С — 4,0—4,3. Повышение параметров вызывает деструкцию волокон и связанную с этим потерю прочности плит и пятна на их поверхности, понижение не дает положительного эффекта.

Условия работы цеха ДВП-1 ПО Бобруйскдрев были воспроизведены нами совместно с работниками предприятий в цехах ДВП ПО Витебскдрев и Астраханского ЦКК и также дали положительные результаты.

В табл. 1 приведены данные промышленных испытаний в ПО Витебскдрев.

Таблица 1

Влияние обработки массы раствором серной кислоты на физико-механические показатели ДВП

Образец		pH массы	Физико-механические показатели					
			Сопротивление изгибу, МПа		Водопоглощение, %		Набухание, %	
			Предел	Среднее значение	Предел	Среднее значение	Предел	Среднее значение
Контрольный	1	4,35	41,0 . . . 46,0	42,0	25,9 . . . 28,6	28,1	18,8 . . . 19,2	18,9
»	2	4,30	40,0 . . . 42,4	41,4	23,6 . . . 28,2	28,2	16,4 . . . 20,3	18,9
Опытный	3	4,65	42,6 . . . 51,2	45,1	22,0 . . . 32,0	29,7	14,3 . . . 18,1	17,7
»	4	4,90	44,6 . . . 52,3	45,8	20,3 . . . 29,5	28,0	17,1 . . . 20,8	20,0
»	5	4,50	41,3 . . . 46,6	44,8	24,3 . . . 27,2	25,0	17,3 . . . 20,8	20,0
»	6	4,75	42,9 . . . 45,9	45,9	26,1 . . . 29,7	29,5	16,1 . . . 18,9	18,5
»	7	4,85	47,5 . . . 55,6	51,2	21,3 . . . 28,4	27,6	14,3 . . . 19,1	18,1

В качестве контрольных были приняты средние значения показателей качества плит, отобранных в промышленной линии за 2 ч (контр. 1) и непосредственно перед началом опытов (контр. 2). При этом цех работал в типичном режиме. Температура массы составила 58 . . . 62 °С. Во время опытов режим работы промышленной линии не изменился, за исключением места подачи серной кислоты: при отборе контрольных образцов плит 2 %-й раствор серной кислоты подавали в ящик непрерывного проклеивания, при отборе опытных образцов — в машинный бассейн сначала через переливное отделение ящика непрерывного проклеивания (образцы 3, 4, 5), затем в

массопровод после рафинатора (образцы 6, 7). Образцы для анализа отбирали через каждые 2 ч работы цеха. Продолжительность воздействия серной кислоты зависела от емкости массного бассейна, который был заполнен полностью, и массу вырабатывали в течение 40 мин; pH массы регулировали количеством подаваемой серной кислоты. В табл. 1 приведены также фактически полученные значения pH массы, определенные непосредственно перед выходом ее на сетку отливной машины.

Из данных табл. 1 видно, что качество ДВП, получаемых из древесноволокнистой массы, выдержанной с кислотой, выше, чем из массы, полученной в аналогичных условиях, но без выдержки.

Ряд авторов считают [11], что положительный эффект легкого гидролиза массы определяется способностью гемицеллюлоз лиственной древесины в вышеуказанных условиях частично гидролизоваться с переходом в гидролизат отдельных фракций в виде олигосахаридов, декстринов и моносахаридов. В процессе отлива и формирования ковра они осаждаются на древесных волокнах и при прессовании и термообработке отверждаются, выполняя функцию связующего. Выполненные нами исследования показали, что механизм воздействия серной кислоты на древесные волокна в этих условиях еще более сложен.

При проведении этих исследований из древесины березы (*Betula verrucosa* Ehrh.) были получены препараты близкого природному лигнина Пеппера (диоксанлигнина, выделенного в атмосфере азота (ДЛА) [10] и гемицеллюлоз, выделенных по методу Уайза. Препараты были суспендированы в водном растворе серной кислоты при pH 4,3 и температуре 50 °С и выдержаны в течение различных периодов времени. Полученные образцы были подвергнуты соответствующему анализу.

Данные о влиянии длительности обработки на изменения препаратов гемицеллюлоз представлены на рис. 1, из которого видно, что с продолжительностью воздействия раствора серной кислоты на гемицеллюлозы

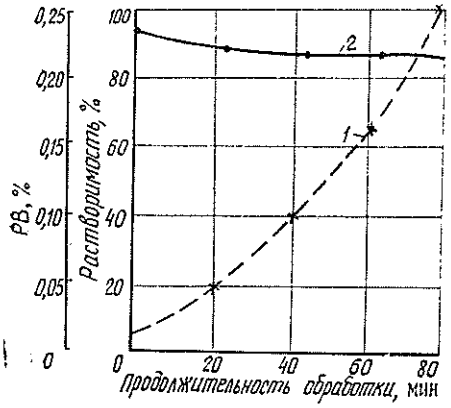


Рис. 1. Влияние продолжительности обработки на изменения гемицеллюлоз: *1* — содержание РВ в гидролизатах; *2* — растворимость препаратов в процессе обработки

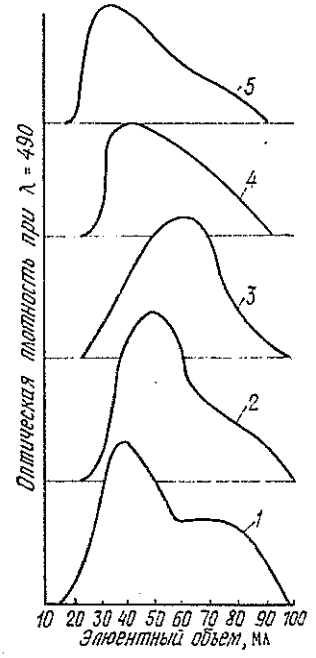


Рис. 2. Гель-хроматограммы препаратов гемицеллюлоз: *1* — исходный; *2* — обработанный в течение 20 мин; *3* — 40; *4* — 60; *5* — 80 мин

интенсивно возрастает содержание РВ в гидролизатах, а их растворимость при обработке снижается. ИК-спектры всех препаратов оказались совершенно идентичными, а гель-хроматограммы — подобными (рис. 2). На гель-хроматограммах, полученных по методике [2], наблюдается лишь небольшой сдвиг максимума поглощения в сторону боль-

ших элюентных объемов при обработке в течение 20 и 40 мин и в сторону меньших элюентных объемов — при 60 и 80 мин. Это может свидетельствовать в первом случае о некоторой деструкции гемицеллюлоз, а во втором — их реверсии или полимеризации. Из этого следует, что в условиях легкой кислотной обработки древесины глубоких структурных изменений гемицеллюлоз не происходит. Вероятнее всего, от их макромолекул отщепляются наиболее подвижные концевые группировки и боковые ответвления.

Таблица 2

Влияние легкой кислотной обработки ДЛА на его химические изменения

Показатели	Значения показателей в препаратах ДЛА	
	исходных	обработанных серной кислотой
Общее количество гидроксильных групп, %	8,07	3,40
Содержание фенольных гидроксильных групп, %	1,29	1,29
не сопряженных с карбонильной, %	0,042	0,014
сопряженных с карбонильной, %	1,248	1,266
Содержание алифатических гидроксильных групп, %	6,78	3,82
Среднемассовая молекулярная масса $\overline{M}_W$	4 885	6 950
Среднечисловая молекулярная масса $\overline{M}_N$	895	4 265
Полидисперсность	5,45	1,63
ВООП в ИК-спектрах в области частот, $см^{-1}$		
3 200 . . . 3 600	1,07	1,57
1 720 ± 5	0,38	0,37
1 220 ± 1	0,26	0,37

В табл. 2 приведены данные анализов препаратов ДЛА до аналогичной обработки серной кислотой и после нее в течение 40 мин. Определение гидроксильных групп проведено по методике [4], гель-хроматографические исследования — [5], ИК-спектроскопия — [7]. Из данных табл. 2 видно, что при легкой кислотной обработке лигнин существенно изменяется, претерпевая преимущественно конденсационные превращения, так как содержание гидроксильных групп в нем уменьшается, а молекулярная масса увеличивается.

При этом структура лигнина становится более однородной (снижается полидисперсность), а сила водородных связей, судя по поглощению в длинноволновой области ИК-спектров, увеличивается.

Таким образом, легкая кислотная обработка древесноволокнистой массы в условиях производства ДВП повышает реакционную способность как гемицеллюлоз, так и лигнина, в результате чего улучшаются физико-механические показатели плит.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 638485 СССР. Способ изготовления древесноволокнистых плит / А. А. Санчуковский, Л. И. Рыщук, Н. К. Барковский и др. // Открытия. Изобретения.— 1978.— № 47.— С. 46. [2]. Артемьева И. С., Шарков В. И., Леванова В. П. Исследование продуктов реверсии глюкозы методом гель-хроматографии // Хроматографический анализ в химии древесины.— Рига, 1975.— С. 3—9. [3]. Гальпер Г. Е., Василевская Г. К., Цыпкина М. Н. Изменения химического и углеводного состава древесины при изготовлении древесноволокнистых плит // Тр. ВНИИПа.— 1967.— № 53.— С. 204—225. [4]. Закис Г. Ф., Можейко Л. Н., Телышева Г. М. Методы определения функциональных групп лигнина.— Рига: Зинатне, 1975.— С. 53—56. [5]. Исследование полидисперсности лигнина Бьеркмана / А. Д. Алексеев, В. М. Резников, Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов // Хи-

мия древесины.— Рига, 1969.— № 4.— С. 49—50. [6]. Казаченко Л. М. Исследование процесса горячего прессования древесноволокнистых плит: Дис... канд. техн. наук.— Л., 1972. [7]. Карклинь В. Б., Охерина Е. Э. ИК-спектроскопия древесины и ее основных компонентов. IX. Начальные положения количественной интерпретации ИК-спектра березовой древесины // Химия древесины, Рига.— 1975.— № 4.— С. 49—58. [8]. Ласкеев П. Х., Липцев Н. В., Грошева Н. А. Химические и физико-химические изменения древесины сосны при дефибраторном размоле // Целлюлоза, бумага и картон: Реф. инф.— 1973.— № 5.— С. 8—9. [9]. Леонович А. А. Теория и практика изготовления огнезащитных древесных плит.— Л.: ЛГУ, 1978.— С. 26—30. [10]. О диоксанлигнине, выделенном в атмосфере азота / В. М. Резников, Т. В. Сухая, Л. Г. Матусевич, И. В. Сенько // ЖПХ.— 1967.— Т. 40. № 6.— С. 1397. [11]. Сакович Н. И., Рыщук Л. И. Производство древесноволокнистых плит из древесины лиственных пород с введением операции предгидролиза // Плиты и фанера: Экспресс-информ.— ВНИПИЭИлеспром, 1977.— Вып. 13.— С. 12. [12]. Солечник Н. Я. Производство древесноволокнистых плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1963.— 338 с. [13]. Сухая Т. В. Пиуновская Л. П., Снопкова Т. А. Исследование изменений компонентов древесины при производстве древесноволокнистых плит // Рациональное и комплексное использование лесных ресурсов: Тез. докл. на всесоюз. конф.— М., 25—26 ноября 1980.— С. 186. [14]. Шкирандо Т. П., Сухая Т. В., Резников В. М. Влияние влажности ковра на химические изменения древесины при производстве древесноволокнистых плит // Химия древесины.— Рига, 1983.— № 6.— С. 90—93; 1986.— № 3.— С. 101—103. [15]. Шкирандо Т. П., Сухая Т. В., Резников В. М. Химические изменения древесины в процессе горячего прессования древесноволокнистых плит полусухого формования // Лесн. журн.— 1986.— № 2.— С. 90—93. (Изв. высш. учеб. заведений). [16]. Эльберт А. А., Дорохова О. В. Карамелизация углеводов в условиях прессования древесноволокнистых плит // Химия древесины.— 1983.— № 2.— С. 48—51. [17]. Runkel R. O., Wilke K. D. Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltnes von Holz // Holz Roh-und Werkchtoff.— 1951.— Jg. 9.— S. 41—51. [18]. Spalt A. Howard. Chemical changes in wood associated with wood fiberboard manufacture // Wood technology: Chemical aspects. Ed. Joldistein.— 1977.— Sec. 43.

Поступила 10 сентября 1987 г.

УДК 676.53.7 + 676.43.3

ВЛИЯНИЕ ВИДА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СВОЙСТВА КАРТОНА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТЕЙ

А. В. КАНАРСКИЙ, Н. В. ПЛАТИЦЫНА, Д. М. ФЛЯТЕ

Марийский филиал ВНИИБ ВНПОбумпрома
Ленинградская лесотехническая академия

Баромембранные процессы экономически целесообразно внедрять в различные отрасли промышленности, предварительно очистив жидкости путем фильтрации через пористые перегородки: ткани, сетки, керамику и т. д. Эти перегородки, называемые предфильтрами, должны отвечать определенным требованиям: эффективно задерживать посторонние частицы при достаточно высокой производительности фильтрации и сроке службы предфильтра, сохранять свою механическую прочность при подготовке и эксплуатации, быть биологически инертными.

Известно, что из целлюлозы изготавливают бумагу и картон с разнообразными физико-механическими свойствами, в частности, с различной пористостью [4]. Кроме того, целлюлоза — биологически инертное вещество. В настоящей работе рассмотрено влияние вида целлюлозы и способа ее обработки на физико-механические и фильтрующие свойства картона, предназначенного для предварительной очистки растворов медицинских препаратов. Специфические требования к этому материалу — биологическая инертность, а также способность задерживать посторонние включения размером 3 мкм при скорости фильтрации не менее 1 500 $дм^3/мин \cdot м^2$. Картон должен иметь толщину 0,5 ... 0,8 мм, быть пригодным к механической переработке — изготов-

лению из него предфильтров в виде дисков, сохранять свои фильтрующие свойства после стерилизации.

В экспериментах использовали целлюлозу лиственных (ГОСТ 14940—75) и хвойных (ГОСТ 12762—77) пород, а также хлопковую (ГОСТ 595—73). Структурно-геометрические свойства древесной целлюлозы изменяли путем мерсеризации: обработка гидроокисью натрия концентрацией 180 г/л при гидромодуле 1 : 4, продолжительность обработки 45 мин при температуре 20 ± 2 °С. Хлопковую целлюлозу размалывали в ролле.

На основе исследуемых целлюлоз изготовляли образцы картона массой 175 г/м², толщина которых соответствовала указанным выше требованиям к картону. Физико-механические свойства фильтровального картона определяли стандартными методами. Аэрогидродинамические свойства фильтр-картона оценивали показателями сопротивления потоку воздуха и скорости прохождения воды, которые находили по ГОСТ 25099—82 и ГОСТ 12290—80. Задерживающую способность картона определяли с использованием модельной среды — полистирольных латексов с монодисперсными частицами диаметром 3 мкм — и оценивали коэффициентом проскока этих частиц через картон [3]. Выбранная модельная среда отражает свойства посторонних включений, присутствующих в медико-биологических жидкостях.

Физико-механические и фильтрующие свойства образцов картона, полученных на основе древесной и хлопковой целлюлозы, представлены в табл. 1, 2 и на рис. 1—3.

Таблица 1

Влияние процесса мерсеризации волокон целлюлозы на свойства фильтровального картона

Вид целлюлозы и способ обработки	Удельная поверхность волокон*, м²/г	Плотность, г/см³	Сопротивление продавливанию (в сухом состоянии), МПа	Максимальный размер пор, мкм	Сопротивление потоку воздуха, Па	Скорость прохождения воды, дм³/мин × × м²	Коэффициент проскока частиц латекса, %
Хвойная немерсеризованная	1,2	0,357	0,204	21,0	195	2 640	65,0
Хвойная мерсеризованная	0,7	0,258	0,068	45,0	8	7 410	78,0
Лиственная немерсеризованная	1,4	0,489	0,201	18,0	370	1 267	60,0
Лиственная мерсеризованная	0,9	0,312	0,036	39,0	13	6 620	75,0

* Удельную поверхность волокон определяли по методу Дерягина (Прибор Д-Ш для определения удельной поверхности порошков по сопротивлению течению разреженного воздуха: Руководство.— М.: ЦНИИТЭИприборостроения, 1971).

Анализ данных табл. 1 показывает, что мерсеризация хвойной и лиственной целлюлозы позволяет улучшить аэрогидродинамические свойства фильтровального картона. В частности, сопротивление потоку воздуха снижается, а скорость прохождения воды значительно возрастает. При этом задерживающая способность фильтровального картона, хотя и незначительно, но уменьшается. Так, коэффициент проскока частиц монодисперсного латекса через картон, изготовленный из мерсеризованной хвойной и лиственной целлюлозы, соответственно на 13 и 15 % выше этого показателя у образцов из немерсеризованной хвойной и лиственной целлюлозы.

Рассматривая структурные и механические свойства образцов картона, можно сказать, что применение в составе картона мерсеризованных волокон снижает его плотность, увеличивает максимальный размер пор и уменьшает сопротивление продавливанию.

Сравнение результатов испытания образцов картона, изготовленных из лиственной и хвойной целлюлозы, а также из смеси этих волокон (табл. 1, 2), показывает, что структурные, механические и фильтрующие свойства картона зависят не только от процесса мерсеризации,

Таблица 2

Влияние вида древесной целлюлозы на свойства фильтровального картона

Содержание мерсеризованной хвойной целлюлозы*, %	Плотность, г/см³	Сопротивление продавливанию в сухом состоянии, МПа	Максимальный размер пор, мкм	Сопротивление потоку воздуха, Па	Скорость прохождения воды, дм³/мин × × м²
10	0,310	0,036	39,5	13	6 100
20	0,300	0,040	40,0	12	6 220
30	0,290	0,046	41,2	11	6 480
40	0,280	0,050	41,5	11	6 710
50	0,270	0,050	42,0	10	6 860
60	0,260	0,055	42,5	9	6 260
70	0,250	0,055	42,5	9	7 100
80	0,250	0,060	43,0	8	7 230
90	0,240	0,086	43,4	8	7 300

* Остальное — лиственная мерсеризованная целлюлоза.

но и от вида целлюлозы. Применение в составе картона лиственной целлюлозы приводит к увеличению его плотности, ухудшению аэрогидродинамических свойств картона и лишь незначительному увеличению задерживающей способности.

Измерения удельной поверхности мерсеризованной и немерсеризованной хвойной и лиственной целлюлозы показали, что внешняя удельная поверхность после мерсеризации снижается на 0,5 м²/г. Внешняя удельная поверхность лиственной целлюлозы выше, чем хвойной. Этим можно объяснить существенные различия в свойствах образцов фильтровального картона, изготовленных из мерсеризованной и немерсеризованной хвойной и лиственной целлюлозы.

Свойства образцов фильтровального картона, изготовленного из хлопковой целлюлозы, также взаимосвязаны с ее внешней удельной поверхностью (рис. 1—3). С увеличением внешней удельной поверхности хлопковой целлюлозы у образцов фильтровального картона воз-

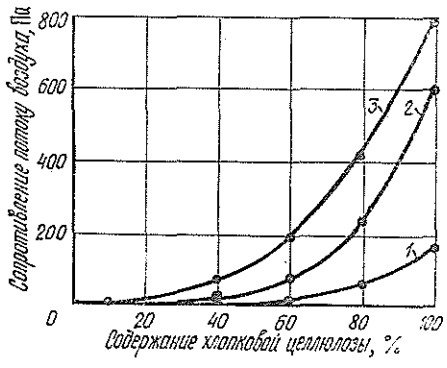


Рис. 1. Зависимость сопротивления потоку воздуха от содержания в картоне мерсеризованной хвойной целлюлозы с удельной поверхностью 0,7 м²/г и хлопковой целлюлозы с удельной поверхностью 1,4 (кривая *1*), 1,75 (кривая *2*), 1,95 м²/г (кривая *3*)

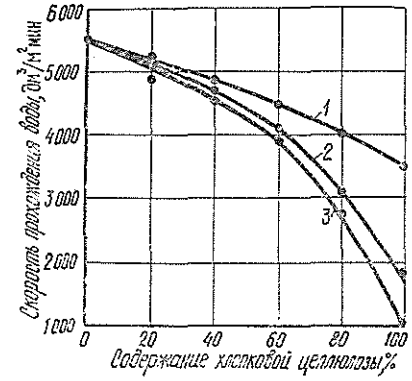


Рис. 2. Зависимость скорости прохождения воды от содержания в картоне мерсеризованной хвойной целлюлозы с удельной поверхностью 0,7 м²/г и хлопковой целлюлозы с удельной поверхностью 1,4 (кривая *1*), 1,75 (кривая *2*), 1,95 м²/г (кривая *3*)

растает показатель сопротивления потоку воздуха, уменьшается показатель скорости прохождения воды и значительно повышается задерживающая способность картона — снижается коэффициент проскока частиц латекса. При равных и близких значениях внешней удельной поверхности лиственной, хвойной и хлопковой целлюлозы (соответственно 1,4; 1,2 и 1,4 м²/г) образцы фильтровального картона, изготовленные из хлопковой целлюлозы, имеют лучшие фильтрующие свойства. Изготовление образцов картона из хлопковой и мерсеризованной хвойной целлюлозы позволяет снизить его аэрогидродинамическое сопротивление. Однако при этом уменьшается задерживающая способность картона.

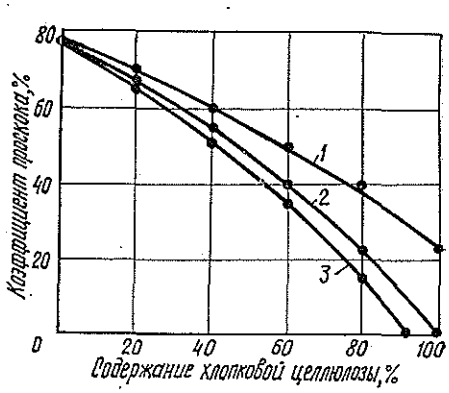


Рис. 3. Зависимость коэффициента проскока латексных частиц через фильтровальный картон от содержания в нем мерсеризованной хвойной целлюлозы с удельной поверхностью 0,7 м²/г и хлопковой целлюлозы с удельной поверхностью 1,4 (кривая *1*), 1,75 (кривая *2*), 1,95 м²/г (кривая *3*)

На основании проведенных исследований разработана и внедрена промышленная технология картона для предварительной фильтрации растворов медицинских препаратов [2]. Испытания показали, что по свойствам картон соответствует требованиям, предъявляемым к предфильтрам, контактирующим с лекарственными препаратами, устойчив к стерилизации, эффективно очищает инъекционные растворы, технологическую воду, щелочные концентраты и т. д. от посторонних включений размером 3 мкм и выше.

Картон по своим потребительским свойствам соответствует высшей категории качества и зарубежным аналогам, в частности, предфильтрам, выпускаемым фирмой «Millipore» (США). Технология картона защищена авторским свидетельством [1]. Экономический эффект от применения картона в народном хозяйстве в 1986 г. составил 130 тыс. р.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 1230638 СССР, МКИ⁴ В 01Д 39/18. Фильтрующий материал для жидкостей / А. М. Гусынина, А. В. Канарский, Х. Г. Кожанова и др. (СССР).— № 3628308/23-26; Заявлено 11.04.83; Опубл. 15.05.86. Бюл. № 18 // Открытия. Изобретения.— 1986.— № 18.— С. 36. [2]. Канарский А. В. Фильтровальный картон для предфильтрации медицинских препаратов // Целлюлоза, бумага и картон.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1983.— № 18.— С. 6—7. [3]. Коренев В. Н. Электронная техника // Технология, организация, производство и оборудование. Сер. 7.— 1973.— Вып. 6 (58).— С. 52. [4]. Фляте Д. М. Свойства бумаги.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— С. 284—299.

Поступила 23 июня 1987 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

УДК 668.72.002.6 : 630*86

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ФЕНОЛОВ

С. С. СМЕТАНИНА, Д. А. ПОНОМАРЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Ранее [1, 2] нами было показано, что при взаимодействии лесохимических фенолов с диэтиламином и формальдегидом образуются основания Манниха, которые являются поверхностно-активными веществами (ПАВ).

В настоящей работе рассмотрена возможность использования указанных продуктов в качестве эмульгаторов битумных эмульсий, применяемых в дорожном строительстве. Дорожные эмульсии состоят из битума, эмульгатора и воды, причем в качестве эмульгатора используют ПАВ анионного или катионного типов. Катионные эмульгаторы представляют собой ПАВ типа аминов, ди-, полиаминов и четвертичных аммониевых солей. Однако выпуск таких эмульгаторов ограничен, а некоторые из них сняты с производства, поэтому потребность в катионных эмульгаторах в дорожном строительстве весьма велика.

Для расширения ассортимента катионных эмульгаторов нами в качестве эмульгатора была исследована аминометилированная древесная смола (для аминирования использовали кубовую смолу Моломского лесохимзавода, содержащую фенолов 60 ... 65 %).

Характеристика аминометилированной древесной смолы: pH 10 %-го водного раствора — 5,9; влажность — 35,9 %; общее содержание азота (на сухое вещество) — 20,2 %; содержание связанного азота (на сухое вещество) — 13,5 %. Полученный продукт полностью растворяется в горячей и холодной воде. Для приготовления эмульсий был применен нефтяной битум марки БНД 90/130. Эмульсии с данным эмульгатором готовили в машине непрерывного действия. Битум поступал нагретый до 130 ... 140 °С, а водный раствор эмульгатора — нагретый при 60 ... 80 °С. Для определения оптимального количества эмульгатора готовили эмульсии с различным содержанием эмульгатора в растворе в пределах 1 ... 5 %..

Установлено, что оптимальное количество — 3 % эмульгатора на сухое вещество. С меньшим содержанием эмульгатора эмульсии получаются грубые и неустойчивые, с большим — происходит вспенивание раствора, что препятствует получению эмульсии требуемого качества. Показатели свойств эмульсии с катионным эмульгатором приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что полученная эмульсия по содержанию битума, вязкости и однородности, а также транспортированию отвечает требованиям, предъявляемым к катионным эмульсиям. Эмульсия получается к тому же медленнораспадающаяся, поэтому она хорошо смешивается с минеральным материалом как пористого зернового состава, так и плотного состава. Однако величина сцепления эмульсии несколько ниже требуемой; под действием воды в течение суток при комнатной температуре площадь поверхности щебня покрывается пленкой битума на 85 ... 90 % вместо требуемых не менее 95 %. Это можно объяснить высоким значением pH эмульгатора, равного 5,9, а также его составом, что необходимо в дальнейшем исследовать.

Свойства эмульсии определяли и в смесях с минеральным материалом. Для этого готовили образцы из мелкозернистых гранитных смесей плотного и пористого зерно-

Таблица 1

Свойства эмульсии	Показатели свойств полученной эмульсии	Технические требования на катионный эмульгатор ГОСТ 18659—81
Содержание битума, %	52	45...55
Условная вязкость при 20 °С, с	11	Не более 35
Однородность (дисперсность), %	0,4	» » 0,5
Смешиваемость со смесями минерального материала:		
пористого зернового состава	Смешивается	Смешивается
плотного зернового состава	»	»
Сцепление пленки вяжущей с минеральным материалом гранитной фракции 20...40 мм по ГОСТ 8267—75, %	85...90	Площадь поверхности щебня должна быть покрыта пленкой вяжущего не менее 95 %
Устойчивость эмульсии при хранении через:		
7 сут	0,4	Массовая доля частиц битума крупнее 0,14 мм должна быть не более 0,5
30 сут	0,5	0,8
Устойчивость эмульсии при транспортировке	Выдерживает, не расслаивается	При транспортировании не должно происходить разделения эмульсии на битум и воду

вого состава с оптимальным количеством эмульсии 9 % в пересчете на сухое вещество битума в эмульсии. Из каждой эмульсионно-минеральной смеси (плотной и пористой) изготавливали не менее 12 образцов. При формировании нагрузку доводили до 40 МПа и выдерживали в течение 3 мин. Приготовленные образцы испытывали через 14 сут хранения на воздухе в комнатных условиях.

Характеристика свойств эмульсионно-минеральных образцов с катионной лесохимической добавкой приведена в табл. 2.

Таблица 2

Свойства	Показатели свойств		Нормы для образцов	
	плотных смесей	пористых смесей	плотных смесей	пористых смесей
Водонасыщение в вакууме, % по объему	4,2	6,5	Не более 4,5	6,5
Набухание, % по объему	1,2	2,0	Не более 1,5	2,0
Предел прочности при сжатии, МПа, при 20 °С	1,7	1,25	Не менее 1,6	1,2
Коэффициент водоустойчивости	0,85	0,85	Не менее 0,8	0,75
Коэффициент длительной водоустойчивости в течение 15 сут	0,45	—	Не менее 0,5	—

Анализируя данные табл. 2, видим, что образцы характеризуются хорошими показателями водонасыщения и набухания. Показатели предела прочности при сжатии и коэффициент водоустойчивости соответствуют требованиям, предъявляемым технической нормативной документацией к данным материалам.

Таким образом, синтезированные на основе лесохимических фенолов эмульгаторы катионного типа позволяют получить устойчивые

битумные эмульсии, которые могут быть рекомендованы к использованию в дорожном строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 1004355 СССР, МКИ³ С 07 С 87/62. Способ получения *N, N*-диэтиламинометилпроизводных фенола / Д. А. Пономарев, И. В. Акимова, С. С. Сметанина и др. (СССР).— № 3233532/23-04; Заявлено 12.01.81; Опубл. 16.03.83, Бюл. № 10 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 10.— С. 102. [2]. Получение поверхностно-активных веществ на основе лесохимических фенолов / И. В. Акимова, Н. Р. Колесова, Д. А. Пономарев, С. С. Сметанина // Лесн. журн.— 1984.— № 1.— С. 91—93. (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 19 июня 1987 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*79 : 674

ПРЯМАЯ ХЛЫСТОВАЯ И СОРТИМЕНТНАЯ ВЫВОЗКА В УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

С. П. БАХТИНА

Ленинградская лесотехническая академия

В последнее время при формировании территориальных лесных комплексов лесозаготовительные и деревоперерабатывающие предприятия могут переходить на прямые хозяйственные связи, организуя хлыстовую или сортиментную вывозку непосредственно в пункты переработки, минуя нижний склад. Это существенно улучшает систему лесоснабжения.

Основными преимуществами прямой поставки хлыстов являются:

уменьшение капитальных вложений и сокращение сроков ввода производственных мощностей лесозаготовительных предприятий;

повышение производительности труда за счет сокращения числа сортиментов на бирже деревоперерабатывающего предприятия по сравнению с этими работами в леспромхозе;

доставка всей стволовой древесины на лесопильно-деревообрабатывающие предприятия, что позволяет комплексно использовать ее, расширить переработку сырья пониженного качества, увеличить выход конечной продукции из исходной биомассы;

концентрация переработки хлыстов на постоянно действующих современных деревоперерабатывающих предприятиях, что повышает загрузку их мощностей и создает лучшие условия для комплексной механизации и автоматизации работ по раскряжевке, сортировке, штабелевке и учету лесопродукции;

внедрение единого транспортного пакета хлыстов, сформированного на лесосеке на кониках лесовозного подвижного состава и доставленного без расформирования на деревообрабатывающее предприятие или лесоперевалочную базу, что позволяет при правильном подборе грузоподъемных механизмов по всему технологическому циклу комплексно механизировать погрузочно-разгрузочные и транспортные работы на основе полной механизации труда;

упрощение структуры управления производством в лесозаготовительных предприятиях в связи с ликвидацией нижнего лесного склада;

перевозка хлыстов замкнутыми маршрутами, что сокращает оборот и повышает ритмичность подачи транспортных средств;

перенесение раскряжевки хлыстов на предприятия, находящиеся в городах и крупных поселках, что позволяет решить ряд проблем закрепления квалифицированных кадров рабочих и ИТР.

Внедрение технологии с поставкой хлыстов ведется в основном с применением существующего оборудования, предназначенного для использования при традиционной технологии. Решенными вопросами новой технологии следует считать выполнение погрузочно-разгрузочных работ и транспортировку хлыстов по железной дороге: создан и выпускается серийно кран-перегрузчик ЛТ-62 с грейфером ЛТ-59, используются другие краны общепромышленного назначения; создана и се-

рийно выпускается платформа-хлыстовоз с длиной рамы 24 м, колеи 1520 мм.

В то же время перевозка хлыстов по дорогам общего пользования автопоездами, габаритная ширина которых по конику превышает 2,5 м, а общая длина 20 м, может производиться только после согласования с органами дорожно-эксплуатационной службы и ГАИ. При организации новой технологии на действующих лесозаготовительных предприятиях возникнут потери от ликвидации нижних лесных складов, включающие остаточную стоимость зданий, сооружений, стационарного оборудования и др., а также потребуется трудоустройство высвобождаемых работников.

Условиями организации прямой хлыстовой вывозки являются: наличие комбинированных деревоперерабатывающих предприятий с широким ассортиментом продукции, что позволяет использовать сырье различного качества; наличие высокопроизводительных транспортных средств; развитая дорожная сеть и близость лесосырьевых баз; хозяйственный механизм, ориентирующий на выход конечной продукции и равностимулирующий развитие лесозаготовительной и деревообрабатывающей деятельности.

Прямую вывозку хлыстов применяют в ПО Серовлес (Свердлеспром), Борисовлес (Минлеспром БССР) и др.*.

Прямая сортиментная вывозка используется, когда сортименты можно вывозить с лесосек непосредственно потребителю. Так работают леспромхозы Латвийской ССР, находящиеся вблизи Риги. Огрский леспромхоз с 1983 г. полностью работает по сортиментной технологии. При этом валку леса, обрезку сучьев, раскряжевку хлыстов осуществляет вальщик с помощью в основном зарубежных бензомоторных пил и вручную — подноску, сортировку и окучивание сортиментов вдоль волока. Погрузка и доставка сортиментов на верхний склад производится сортиментовозом «Форвардер», оборудованным гидроманипулятором «Фискарс-5000», прямая вывозка потребителям — лесовозными автомобилями КамАЗ с гидроманипуляторами.

Комплексная выработка при этом составляет 864 м³ вместо 475 м³ при традиционной хлыстовой технологии (средний объем хлыста 0,24 м³). Сортиментная технология обеспечивает снижение трудоемкости лесозаготовок в целом на 62,4 %, рост комплексной выработки на 1 чел.-дн.— 369 %, снижение удельных капитальных вложений — 21 %, затрат на содержание механизмов — 45 %, приведенных затрат — 48,4 %*.

Улучшение технико-экономических показателей сопровождается, однако, нерациональной раскряжевкой хлыстов на лесосеке бензомоторной пилой (без промера); увеличением количества немеханизированных операций (подноска, сортировка, окучивание сортиментов), выполняемых вальщиком в одиночку; увеличением трудоемкости лесосечных работ, выполняемых в наиболее неблагоприятных условиях.

Качественной, а потому главной, характеристикой названных технологий является возможность безотходного лесозаготовительного процесса как важнейшее направление повышения его эффективности. Но эти технологии следует применять при наличии на данной территории мощностей деревопереработки, способных использовать сырье всех качественных групп, а также развитой транспортной сети и экономически оправданном расстоянии доставки сырья до потребителей. Без выпол-

* Воевода И. Н., Петров А. П. Территориальные отраслевые комплексы (на примере лесной промышленности и лесного хозяйства).— Новосибирск: Наука, 1987.— 286 с.

нения указанных условий организация прямых технологий будет неэффективна.

В качестве критерия экономической эффективности предлагается использовать показатель предельной стоимости биомассы на лесосеке, обеспечивающей рентабельное производство конечной продукции.

Поступила 1 февраля 1988 г.

УДК 630*79

К ПЕРЕХОДУ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА НОРМАТИВНЫЙ МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ

Э. В. ЗАЛУКАЕВА

Архангельский лесотехнический институт

С 1 января 1987 г. предприятия и объединения всех отраслей промышленности перешли на новые условия хозяйствования. Эти условия предполагают значительное усиление роли прибыли в развитии производства на основе применения нормативного метода ее распределения.

Нормативный метод распределения прибыли вводится в целях повышения заинтересованности предприятий в росте эффективности производства и усиления их ответственности за своевременное и полное выполнение обязательств перед государственным бюджетом.

Действовавший ранее метод распределения прибыли имел ряд недостатков. Основной из них — нестабильность доходов государственного бюджета в части поступлений свободного остатка прибыли. Этот вид платежей в бюджет в отличие, например, от платы за фонды, был лишен какой-либо нормативной базы и определялся сальдовым методом. Поэтому при невыполнении предприятием плана прибыли сумма свободного остатка, предусмотренная по плану, корректировалась в сторону уменьшения. Предприятия не знали заранее, на какую часть сверхплановой прибыли можно твердо рассчитывать, поскольку нераспределенная ее часть также направлялась в бюджет в виде свободного остатка.

Суть нормативного метода заключается в определении четких пропорций между частями прибыли, направляемой в государственный бюджет и оставляемой в распоряжении предприятий. Это достигается установлением норматива, по которому рассчитываются отчисления в бюджет вместо свободного остатка прибыли, определявшегося ранее сальдовым методом. При нормативном распределении каждое предприятие знает, на какую часть полученной прибыли оно может твердо рассчитывать в случае выполнения плана прибыли, какую часть сверхплановой прибыли может использовать при перевыполнении плана и какую сумму потеряет, если план не выполнит.

Для большинства предприятий при работе в новых условиях хозяйствования норматив отчислений в бюджет от прибыли устанавливается в процентах к расчетной прибыли. Эти нормативы разрабатываются и утверждаются министерством или по его поручению главными производственными управлениями, всесоюзными промышленными объединениями.

Применение нормативного метода распределения прибыли в лесной промышленности должно обязательно учитывать ее особенности как добывающей отрасли.

Одна из основных особенностей — большая зависимость результатов производства от природных условий. Вследствие этого предприятия

лесной промышленности имеют значительные различия в показателях рентабельности, и многие из них являются планово-убыточными.

Так, в ВЛПО Архангельсклеспром повышение оптовых цен на лесопродукцию с 1 января 1982 г. в среднем на 40 % позволило стать рентабельными только половине лесозаготовительных предприятий, а затем круг рентабельных предприятий еще более сузился.

Отсюда вывод: при существующей системе ценообразования на лесопродукцию практически невозможно осуществить переход на нормативный метод распределения прибыли лесопромышленных объединений в целом. Это возможно только для рентабельных предприятий. Но и для них применить нормативный метод распределения прибыли на практике оказалось довольно сложно, так как из-за невысокого уровня рентабельности норматив отчислений в бюджет оказался сравнительно низким. При расчете этого норматива, например, по группе рентабельных предприятий ВЛПО Архангельсклеспром на 1987 г. получилось, что предприятия должны отчислять в бюджет всего 2,8 % расчетной прибыли. Общая плановая сумма платежей в бюджет, состоящая из платы за фонды и отчислений по нормативу, определилась в размере 23 % балансовой прибыли, но при этом более 90 % платежей в бюджет приходится на плату за фонды, а отчисления по нормативу из-за их незначительности чисто условны. При таком положении не приходится говорить об усилении стимулирующей роли метода распределения прибыли на улучшение результатов работы предприятия.

Положение может измениться лишь после серьезного пересмотра цен на лесопродукцию (возможно, даже только после изменения самого принципа ценообразования).

Другая особенность работы предприятий лесной промышленности — значительная подверженность результатов производства влиянию погодных и климатических условий (задержка вывозки по зимним дорогам, сильные морозы, сокращение навигационного периода и т. д.). Это требует более тщательно обосновывать размер финансового резерва. Его предельная величина сейчас определена одинаковой для всех отраслей. На наш взгляд, размер этого норматива необходимо дифференцировать по отраслям с учетом «степени риска», тем более что источниками формирования финансового резерва являются собственные средства предприятий и объединений.

Дальнейшее развитие нормативного метода распределения прибыли связано с вступлением в силу Закона о государственном предприятии и переходом на условия самофинансирования и полного хозяйственного расчета. Предприятия Минлесбумпрома СССР переведены на эти условия с 1 января 1988 г.

Законом определены две формы полного хозрасчета. Одна из них основана на нормативном распределении прибыли, которое при этом подвергается следующим изменениям.

1. К распределению поступает не балансовая прибыль, а прибыль от реализации (включая реализацию продукции, работ и услуг и другие планируемые финансовые результаты, такие, как прибыль от эксплуатации жилищно-коммунального хозяйства, результаты по операциям с тарой и т. д.). Непланируемые внереализационные доходы и убытки (основную часть их составляют штрафы, пени, неустойки) повлияют на прибыль, оставляемую в распоряжении предприятия и не повлияют на расчеты с бюджетом.

2. Расширяется круг платежей в бюджет за производственные ресурсы. Помимо платы за фонды, предприятия будут вносить в бюджет плату за трудовые и другие виды ресурсов.

3. Нормативы отчислений в бюджет устанавливаются в процентах к прибыли от реализации за вычетом платы за фонды, трудовые ресурсы и процентов за пользование краткосрочным кредитом. Проценты за долгосрочный кредит покрываются за счет фонда развития производства, науки и техники или фонда социального развития в зависимости от того, для создания каких объектов — производственных или непроизводственных — был получен кредит.

4. Помимо норматива отчислений в бюджет, предприятиям устанавливается в процентах от той же базы норматив отчислений вышестоящей организации.

5. Расширяется функциональное назначение фондов экономического стимулирования. Прибыль, оставляемая в распоряжении предприятия, распределяется в три фонда: материального поощрения, социального развития, развития производства, науки и техники. Это предполагает, что любые затраты предприятия будут финансироваться за счет одного из этих фондов. Так, фонд материального поощрения станет источником всех премий, выплачивавшихся ранее из многочисленных премиальных фондов (за создание, освоение и внедрение новой техники, за экономию конкретных видов материальных ресурсов и др.). Фонд социального развития будет покрывать не только затраты на социальное развитие, как прежде, но и убытки жилищно-коммунального хозяйства, расходы на содержание культпросветучреждений и пионерлагерей (ранее их покрывали непосредственно за счет распределения прибыли), а также расходы по содержанию детских дошкольных учреждений в части, превышающей плату родителей (ранее на эту цель выделялись ассигнования из бюджета). Из фонда развития производства, науки и техники, помимо затрат на техническое перевооружение предприятий, будут финансироваться и все другие мероприятия по развитию производства (прирост норматива собственных оборотных средств, подготовка и освоение новой и улучшенной продукции и т. д.).

6. Меняется понятие остаточной прибыли. В Законе о предприятии так именуется прибыль, поступающая в распоряжение предприятия и направляемая в фонды экономического стимулирования.

Таким образом, распределение прибыли приобретает полностью нормативный характер. Все распределение по сути дела исходит из нормативной базы: по нормативам рассчитывают плату за ресурсы, производят отчисления в бюджет и вышестоящей организации, в фонды экономического стимулирования.

Действенность метода распределения прибыли в этих условиях целиком будет зависеть от обоснованности всей системы нормативов. Но на оставшиеся три года двенадцатой пятилетки проблема строгой обоснованности нормативов не стоит со всей остротой. Это связано с тем, что переход на полный хозяйственный расчет осуществляется в условиях уже утвержденного пятилетнего плана. Поэтому расчет нормативов на 1988—1990 гг. сводится к тому, чтобы определить сложившиеся пропорции распределения прибыли и «вместить» их в рамки пятилетнего плана.

Так, в ВЛПО Архангельсклеспром, согласно полученным от министерства рекомендациям, при расчете нормативов распределения прибыли вначале находили абсолютные суммы фондов экономического стимулирования с учетом их размера по пятилетнему плану и тех плановых расходов и платежей, которые ранее шли за счет себестоимости и прибыли, а в дальнейшем должны покрываться из фондов экономического стимулирования. Эта сумма и определила размер прибыли, которую желательно получить в распоряжение предприятий.

Далее уточняли сумму платежей в бюджет в результате введения нового вида платежей — платы за трудовые ресурсы. Необходимые для

этого средства были предусмотрены за счет сокращения размера двух других платежей: платы за фонды и отчислений по нормативу. В результате оказалось, что объединение пока не сможет производить отчислений в бюджет по нормативу, так как они очень незначительны.

Более того, для покрытия расходов планово-убыточных предприятий, а также недостающей прибыли для формирования фондов экономического стимулирования малорентабельных предприятий объединению предусматривается дотация из бюджета. Эту дотацию в условиях необоснованного уровня цен на лесопродукцию следует рассматривать как своеобразную компенсацию к заниженным ценам на период, пока идет разработка новых оптовых цен.

Пропорции распределения прибыли с учетом получаемой дотации по ВЛПО Архангельсклеспром показаны в таблице.

Показатель	План на 1988 г.	
	млн. р.	%
Прибыль	68,4	48,5
Лимит дотации	72,6	51,5
Итого к распределению	141,0	100,0
Распределение:		
Покрытие убытков	27,9	19,8
Плата за фонды	4,3	3,1
Плата за трудовые ресурсы	2,4	1,7
Проценты за краткосрочный кредит	7,4	5,2
Отчисления в бюджет по нормативу	—	—
Отчисления вышестоящей организации	—	—
Поступает в распоряжение предприятий	99,0	70,2
Направляется в фонды:		
материального поощрения	20,2	14,3
социального развития	78,2	55,5
развития производства, науки и техники	0,6	0,4

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что о самофинансировании предприятий пока можно говорить лишь с определенной долей условности. Речь идет о совершенствовании самого механизма распределения и об использовании опыта этого периода для разработки на тринадцатую пятилетку научно обоснованных и прогрессивных нормативов. Требуется изучить влияние факторов и различных условий на финансовые результаты деятельности лесозаготовительных предприятий и отобрать наиболее значимые факторы в зависимости от степени их влияния. Кроме того, необходимо установить и реальную потребность предприятий в средствах для самостоятельного развития производственной и социальной сферы. В распределении прибыли ВЛПО Архангельсклеспром обращает на себя внимание, например, тот факт, что более 50 % всех поступлений средств предусматривается направить на социальное развитие. Основная часть их пойдет на покрытие убытков жилищно-коммунального хозяйства, содержание культпросветучреждений, пионерских лагерей и детских дошкольных учреждений. Это обстоятельство обязательно должно быть учтено при установлении соответствующего норматива.

Учитывая многообразие влияния условий деятельности лесозаготовительных предприятий на результаты их работы, нормативы распределения прибыли следует дифференцировать по группам предприятий. В основе такой дифференциации должен лежать не уровень рентабельности и не сложившиеся пропорции распределения прибыли, а наиболее

значимые объективные условия и факторы, отражающие специфику работы предприятий.

Эти вопросы требуют серьезного обоснования, поскольку от их решения будет зависеть успех реализации принципа самофинансирования.

Поступила 2 ноября 1987 г.

УДК 658.511 : 674.8

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ И ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Л. Е. БАРАНОВА, В. С. ЛЮБЛИН, В. В. КОЛЕНОВА

Ленинградский технологический институт ЦБП
Сегежский ЛДК

Технологическая щепа марок Ц-2 и Ц-3, вырабатываемая на Сегежском ЛДК из древесных отходов хвойных пород (сосна, ель), по качеству соответствует требованиям ГОСТ 15815—83.

Производство технологической щепы в значительной степени улучшает общие технико-экономические показатели производственно-хозяйственной деятельности Сегежского ЛДК. Доля этого производства в общей стоимости основных производственных фондов комбината составляет всего 1,2 %. Доля технологической щепы в товарной продукции ЛДК равна 6,5 %, в себестоимости всей товарной продукции предприятия — 5,6 %, в общей сумме прибыли от реализации товарной продукции — 10,2 %. Если уровень рентабельности всей товарной продукции предприятия (по отношению к себестоимости) в 1985 г. составил 16,9 %, то производства технологической щепы — 37,2 %.

Анализ за 36 месяцев (1983—1985 гг.) показал, что выход щепы по маркам, средняя цена 1 пл. м^3 щепы и ее себестоимость изменялись в широком диапазоне. Содержание щепы марки Ц-2 в общем количестве щепы, передаваемой Сегежскому ЦБК, колебалось от полного отсутствия до 98,3 %. Себестоимость 1 м^3 технологической щепы варьировала от 14,84 р. до 31,63 р. В связи со значительными колебаниями марочного ассортимента средняя оптовая цена за 1 пл. м^3 щепы изменялась от 20,75 р. до 25,38 р. Соответственно результат от реализации 1 пл. м^3 технологической щепы колебался от прибыли в размере 8,94 р. до убытка в сумме 8,89 р.

Чтобы выявить причины столь значительных колебаний технико-экономических показателей и установить возможности их стабилизации на высоком уровне, были исследованы корреляционные зависимости на основе массива данных об объеме производства и качества щепы, ее себестоимости и средней цены реализации за 36 месяцев (1983—1985 гг.) с обработкой данных на ЭВМ ЕС-1020 по стандартной программе.

Исследование показало, что себестоимость технологической щепы существенно зависит от объема ее производства. Для Сегежского ЛДК эта связь гиперболическая и выражается уравнением регрессии

$$y_1 = 16 + \frac{8{,}16}{x} \qquad (\eta_т = 0{,}711), \qquad (1)$$

где y_1 — себестоимость 1 пл. м^3 щепы, р.;

x — объем производства технологической щепы в месяц, тыс. пл. м^3;

$\eta_т$ — теоретическое корреляционное отношение, характеризующее степень тесноты связи между x и y_1 при криволинейной зависимости.

Рассматриваемая связь может быть выражена и уравнением регрессии, отражающим обратную прямолинейную зависимость, однако при этом показатель тесноты связи между исследуемыми факторами значительно ниже:

$$y_1 = 23{,}4 - 0{,}934x \qquad (r = -0{,}532), \qquad (2)$$

где r — коэффициент парной корреляции, характеризующий степень тесноты связи между x и y_1 при прямолинейной зависимости.

Исследование влияния качества вырабатываемой технологической щепы на основные показатели ее производства позволило установить следующие зависимости:

$$y_1 = 19{,}873 - 2{,}67x \qquad (r = -0{,}234); \qquad (3)$$

$$y_1 = 19{,}75 - 2{,}86x\sqrt{x} \qquad (\eta_т = 0{,}256); \qquad (4)$$

$$y_2 = 20{,}44 + 2{,}76\sqrt{x} \qquad (\eta_т = 0{,}71); \qquad (5)$$

$$y_3 = 3{,}565 + 3{,}2x \qquad (r = 0{,}493), \qquad (6)$$

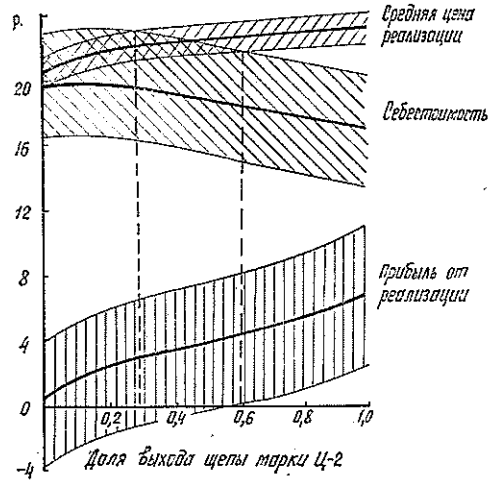
где y_1 — себестоимость 1 пл. м³ щепы, р.;
y_2 — средняя оптовая цена реализации 1 пл. м³, р.;
y_3 — выпуск щепы, тыс. пл. м³;
x — выход щепы марки Ц-2, доля.

Уравнения (3) и (4) показывают, что взаимосвязь между выходом щепы марки Ц-2 и ее себестоимостью обратная, при этом степень тесноты связи между этими факторами невелика ($r = -0{,}234$; $\eta_т = 0{,}256$).

Из уравнения (6) следует, что выход щепы марки Ц-2 оказывает большое влияние на общий выпуск щепы ($r = 0{,}493$), это прямая прямолинейная зависимость.

Уравнение (5) показывает, что средняя оптовая цена реализации 1 пл. м³ существенно зависит от выхода щепы марки Ц-2 ($\eta_т = 0{,}711$).

На рисунке сопоставлены зависимости себестоимости и средней оптовой цены реализации от выхода щепы марки Ц-2. Уровень себестоимости 1 пл. м³ щепы заметно отклоняется от среднего расчетного значения, средняя оптовая цена реализации — меньше. На рисунке



Влияние выхода щепы марки Ц-2 на показатели эффективности производства технологической щепы

показана также зависимость прибыли от выхода щепы марки Ц-2. Средние значения прибыли, а также пределы отклонений определены по разности между средней оптовой ценой и себестоимостью щепы.

Средние значения прибыли от реализации щепы определяются уравнением

$$y_4 = 20{,}44 + 2{,}76\sqrt{x} - 19{,}75 + 2{,}86x\sqrt{x}$$

или

$$y_4 = 0{,}69 + 2{,}76\sqrt{x} + 2{,}86x\sqrt{x},$$

где y_4 — прибыль от реализации 1 пл. м³ щепы, р.;
x — выход щепы марки Ц-2, доля.

Нижняя граница безубыточной, но и бесприбыльной реализации щепы определяется условием, когда себестоимость с плюсовым отклонением от средней станет равна цене реализации также с плюсовым отклонением, т. е.

$$20{,}44 + 2{,}76\sqrt{x} + 0{,}74 = 19{,}75 - 2{,}86x\sqrt{x} + 3{,}33,$$

где 0,74 и 3,33 — средние ошибки корреляционных зависимостей для щепы и себестоимости, соответственно,

или

$$1{,}9 - 2{,}86x\sqrt{x} - 2{,}76\sqrt{x} = 0.$$

Нулевое значение этого выражения обеспечивается при $x = 0{,}28$, что соответствует практически 30 %-му содержанию щепы марки Ц-2.

Верхняя граница стабильной безубыточной реализации щепы определяется аналогично при плюсовом отклонении от средней себестоимости и минусового отклонения от средней цены реализации, т. е.:

$$20{,}44 + 2{,}76\sqrt{x} - 0{,}74 = 19{,}75 - 2{,}86x\sqrt{x} + 3{,}33$$

или

$$3{,}38 - 2{,}86x\sqrt{x} - 2{,}76\sqrt{x} = 0.$$

Нулевое значение этого выражения обеспечивается при $x = 0{,}58$, что соответствует практически 60 %-му содержанию щепы марки Ц-2, следовательно, устойчивое, рентабельное производство технологической щепы обеспечивается при содержании щепы марки Ц-2 в общей ее выработке не менее 60 % и общем выпуске на уровне 5,5 тыс. пл. м³ (см. рисунок). При содержании щепы марки Ц-2 от 30 и 60 % вероятность рентабельного производства снижается, возникает возможность выработки щепы, себестоимость которой превышает среднюю цену реализации. При содержании щепы марки Ц-2 менее 30 % в среднем сохраняется определенный размер прибыли, однако вероятность убыточного производства при этом очень возрастает.

Таким образом, наиболее благоприятны такие условия производства щепы, при которых доля марки Ц-2 составляет не менее 60 %, при этом технико-экономические показатели тем лучше, чем ближе эта доля приближается к 100 %. Так, при содержании щепы I сорта 60 % оптовая цена реализации 1 пл. м³ щепы составляет 22,59 ± 0,74 р.; себестоимость — 18,41 ± 3,33 р.; прибыль от реализации — 4,18 ± 3,41 р.; при содержании 100 % соответственно 23,20 ± 0,74; 16,89 ± 3,33; 6,31 ± 3,41 р.

Из этих данных следует, что при содержании 60 % щепы марки Ц-2 в общей ее выработке вероятность производства убыточной щепы исключается, при этом Сегежский ЛДК мог бы получить гарантированную прибыль от 0,77 до 7,59 р. в расчете на 1 пл. м³, а при содержании 100 % гарантированная прибыль могла бы составить от 2,90 до 9,72 р.

Поступила 10 ноября 1986 г.

УДК 658.012.2«403»

МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ МЕБЕЛИ

П. ЖУКОВСКИ

Ленинградская лесотехническая академия

Анализ использования оборудования в серийном полностью механизированном производстве мебели имеет важное технико-организационное и экономическое значение. Количественная оценка уровня использования технологического оборудования в этом производстве является основой принятия многих обоснованных решений, дает возможность глубже и полнее раскрыть имеющиеся внутрипроизводственные резервы и увеличить выпуск мебели без дополнительных капиталовложений [1, 4—6].

В аналитических целях уровень использования оборудования можно выразить при помощи системы показателей, в основе которой лежит сопоставление нормативной потребности машинного времени на производственную программу и планового эффективного времени работы оборудования в рассматриваемом периоде (год, квартал, месяц). Эта зависимость в общем виде может быть выражена формулой

$$K = \frac{M_{\text{п}}}{F_{\text{р}}}, \qquad (1)$$

где K — общий показатель использования технологического оборудования;

$M_{\text{п}}$ — нормативная потребность в затратах машинного (машинно-ручного) времени на производственную программу;

$F_{\text{р}}$ — плановое эффективное время работы оборудования за период.

После конкретизации элементов ведущих групп факторов, определяющих уровень использования оборудования, и соответствующих математических преобразований [1, 3, 4] показатели использования оборудования принимают вид формул (2)—(5):

1. В случае производства только одного типа мебели:
по отношению к группе s однородного оборудования

$$K_s = \frac{t_s(1 + B_s)}{T_s} \quad (s = 1, 2, \ldots, u); \qquad (2)$$

по отношению к станкам (установкам) в однородной группе s

$$K_{sm} = \frac{K_s}{r_s w_s} \quad (s = 1, 2, \ldots, u). \qquad (3)$$

2. В случае многоассортиментного производства:
по отношению к группе s однородного оборудования

$$K_s = \sum_{i=1}^{l} \frac{t_{si}(1 + B_{si})}{T_{si}} \quad (s = 1, 2, \ldots, u); \qquad (4)$$

по отношению к отдельным станкам (установкам) в данной однородной группе s

$$K_{sm} = \frac{K_s}{r_s w_s} \quad (s = 1, 2, \ldots, u); \tag{5}$$

где K_s — показатель использования оборудования однородной группы s;

K_{sm} — показатель использования отдельных станков (установок) в однородной группе s, маш.-см.;

t_{sl} — нормативное машинное (машинно-ручное) время выполнения технологической операции i-й детали (изделия) в группе s однородного оборудования, мин;

T_{si} — ритм производства деталей (изделий) i-го вида в группе s однородного оборудования (выражающий среднее время между обработкой двух очередных деталей), мин;

B_{sl} — доля бракованных деталей (изделий) i-го вида в группе s однородного оборудования в долях единицы;

l — число видов производимых деталей;

r_s — численность группы s однородного оборудования, шт.;

w_s — коэффициент выполнения действующих норм машинного (машинно-ручного) времени в группе s однородного оборудования;

u — число групп однородного оборудования на производственном участке (цехе).

Если показатель использования оборудования в какой-либо группе больше 3 ($K_{sm} > 3$), то, несмотря на работу всего технологического оборудования в течение 3 маш.-см., намеченная производственная программа выпуска мебели не будет выполнена. В таком случае вычисляют дополнительную потребность машинного (машинно-ручного) времени данной s-й группы однородного оборудования для полной реализации производственной программы в рассматриваемом периоде. Эту величину можно определить следующим образом:

$$N_s = \frac{(K_{sm} - 3) F_s h_s r_s}{w_s} \quad (s = 1, 2, \ldots, u), \tag{6}$$

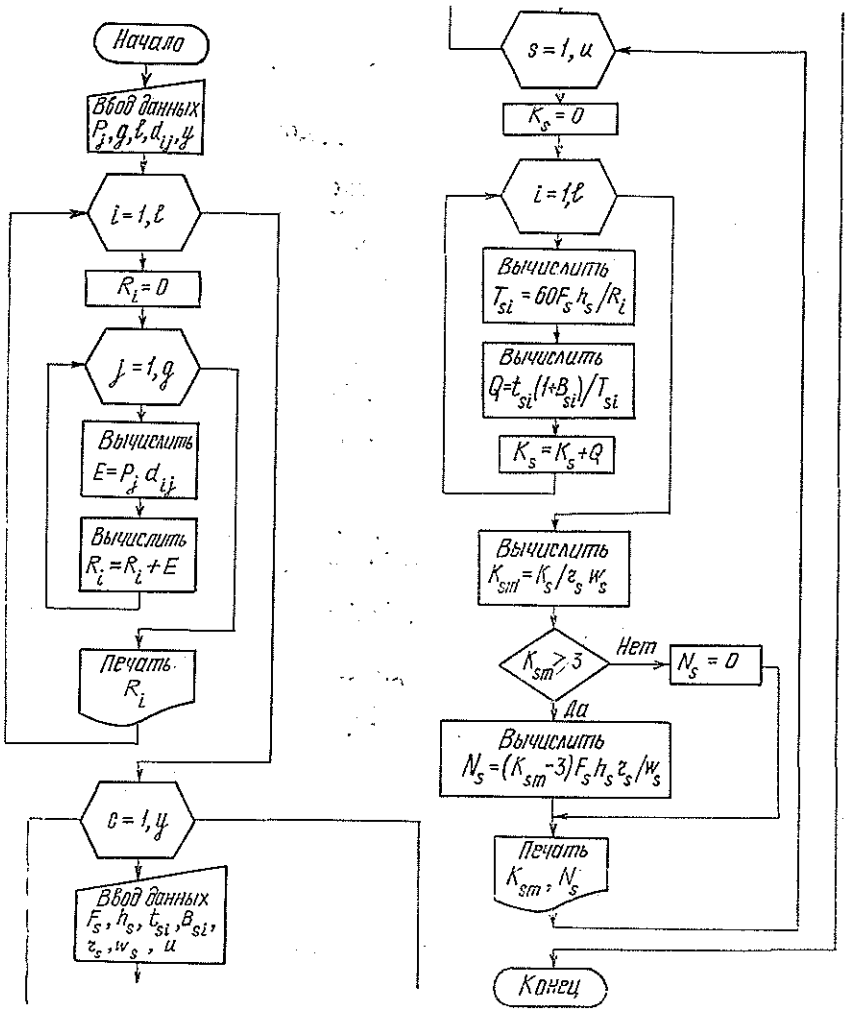
где N_s — потребность дополнительного машинного (машинно-ручного) времени данной s-й группы однородного оборудования для полной реализации производственной программы выпуска мебели, маш.-ч;

F_s — номинальное машинное время в смену работы s-й группы однородного оборудования, маш.-ч;

h_s — коэффициент использования номинального машинного времени работы s-й группы однородного оборудования.

Поскольку на практике количественное определение показателей использования оборудования очень трудоемко, то целесообразно применять электронно-вычислительную технику. В связи с этим разработана блок-схема алгоритма вычисления показателей использования оборудования (см. рисунок) и программа для ЭВМ на языке ФОРТРАН [2—4].

Построенная модель подлежит эмпирической проверке. Чтобы установить, в какой степени разработанная модель отвечает природе описываемого процесса в реальных технико-организационных условиях производства мебели, были сопоставлены аналитически вычисленные показатели использования оборудования с уровнем его фактического использования поквартально и за год на примере одного из предприятий гнутой мебели. Эти предприятия характеризуются многоассорти-



Блок-схема вычисления показателей использования оборудования: g — число типов изделий; P_j — производственная программа выпуска изделий (мебели); R_i — программа производства деталей; d_{ij} — число деталей i-го вида в составе j-го типа изделия; y — число производственных участков (цехов). Остальные обозначения даны в тексте статьи

ментным и многосерийным производством и оснащены разнообразным технологическим оборудованием. Исходные числовые данные, необходимые для вычисления показателей использования оборудования, были собраны, проверены и представлены в векторной и матричной форме. Результаты вычислений даны в компьютерной распечатке, один из фрагментов которой приведен в таблице. Из анализа использования оборудования следует, что если расчетный показатель находится в пределах 0,94 ... 1,06, то данное оборудование (станок, установка) используется в течение одной полной смены; если в пределах 1,92 ... 2,09 — в течение двух смен.

Опробование разработанной модели в промышленных условиях показало, что при ее построении учтены основные факторы, влияющие на использование технологического оборудования. Следовательно, мо-

Использование оборудования в производстве гнутой мебели (машино-смены)

Станок	Число единиц оборудования	Использование оборудования				
		по кварталам				за год
		I	II	III	IV	
Цех предварительной обработки:						
двухсторонний обрезной	4	1,08	1,09	1,28	1,08	1,13
круглопильный	3	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
ленточнопильный	4	0,22	0,22	0,26	0,21	0,23
фуговальный	1	0,12	0,12	0,14	0,12	0,12
рейсмусовый	2	0,89	0,90	1,07	0,89	0,93
четырехсторонний строгальный	4	0,73	0,74	0,88	0,73	0,77
токарный «Косма»	5	1,84	1,86	2,19	1,86	1,92
токарно-профильный	3	1,78	1,80	2,12	1,78	1,86
. . . . .	. . .	....	....	....	....	....
Цех гнутья:						
вертикальный гнутарный С-1	3	0,61	0,62	0,73	0,60	0,63
» » С-2	2	1,63	1,65	1,95	1,61	1,70
горизонтально-гнутарный	2	0,40	0,40	0,47	9,39	0,41
крылатый гнутарный «Бендико»	6	2,07	2,10	2,47	2,10	2,17
гнутарный аппарат	4	0,76	0,77	0,91	0,79	0,80
. . . . .	. . .	....	....	....	....	....
Цех основной деревообработки:						
круглопильный	3	2,96	3,00	3,53	2,92	3,08
ленточнопильный	4	1,22	1,24	1,46	1,19	1,27
фуговальный	4	2,24	2,26	2,67	2,20	2,33
рейсмусовый	3	1,13	1,14	1,34	1,11	1,17
фрезерный с нижним шпинделем	12	3,18	3,21	3,79	3,13	3,31
фрезерно-копировальный	4	1,29	1,30	1,53	1,30	1,35
горизонтальный сверлильный	8	1,24	1,25	1,47	1,21	1,28
многошпиндельный сверлильный	1	0,67	0,68	0,80	0,66	0,70
шипорезный	2	1,24	1,25	1,47	1,22	1,29
ленточный шлифовальный	2	0,46	0,47	0,55	0,45	0,48
шлифовальный с неподвижной опорой	10	2,55	2,57	3,03	2,56	2,66
столбовой шлифовальный	33	1,52	1,54	1,81	1,51	1,58
дисковый шлифовальный	4	1,53	1,55	1,83	1,53	1,60
. . . . .	. . .	....	....	....	....	....
Сборочный цех:						
круглопильный	3	1,25	1,27	1,49	1,29	1,32
фрезерный с нижним шпинделем	7	0,64	0,65	0,77	0,63	0,67
сверлильно-пазовальный	10	2,27	2,29	2,70	2,26	2,37
комбинированный шипорезный	7	0,31	0,32	0,37	0,32	0,33
пневматическое устройство для монтажа спинок	12	1,20	1,22	1,43	1,26	1,27
. . . . .	. . .	....	....	....	....	....

дель можно применять как для объяснения, так и для предсказания уровня использования оборудования по данной производственной программе выпуска мебели в период оперативного и годового планирования. Как показывает накопленный опыт, руководство мебельного предприятия на основе информации об использовании оборудования будет иметь возможность принять заблаговременно ряд обоснованных управленческих решений. Это позволит:

оценить правильность технико-экономического планирования, т. е. разработать и выбрать производственную программу выпуска мебели, вплоть до определения необходимости оптимизации;

провести техническую и организационную подготовку оборудования для полной и эффективной реализации принятой производственной программы;

обеспечить экономически необходимый уровень использования наиболее дорогостоящих высокопроизводительных станков и установок;

увеличить выпуск мебели без дополнительных капиталовложений.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Жуковски П. Методика определения использования производственного оборудования в масштабе мебельного предприятия // Науч. тр./СА.— Познань: Изд-во Сельскохоз. акад., 1978.— Т. LC IX, вып. 12.— С. 111—118. [2]. Жуковски П. Принципы определения степени использования машин и установок с применением ЭВТ для мебельного завода // Изд. Польск. АН. Фоля фореста́лия полёника. Сер. Б.— Варшава: Научиздат, 1980.— Т. 13.— С. 185—196. [3]. Жуковски П. Математические основы определения использования станков и технического оборудования с возможностью применения ЭВМ на предприятиях мебельной промышленности // Науч. тр. / ВПШ. Технич. науки.— Ополе: Изд-во Высшпедшколы, 1980.— Т. 6.— С. 107—131. [4]. Жуковски П. Основы управления использованием станков и установок в условиях серийного производства: Монография, № 73.— Ополе: Изд-во Высшпедшколы, 1980.— 116 с [5]. Иванов Л. Б. Основы управления производством.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 224 с. [6]. Романов Е. С. Стимулирование выявления резервов производственных мощностей // Лесн. журн.— 1985.— № 3.— С. 100—105.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 12 апреля 1988 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*561 : 630*174.754

ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОСТА КАК ИНДИКАТОР ВЛИЯНИЯ ПОДТОПЛЕНИЯ НА ДРЕВОСТОИ СОСНЫ В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСА

В. С. ПИСАНОВ

Дарвинский государственный заповедник

Объектом исследования являются заповедные леса северо-западного побережья Рыбинского водохранилища, где на постоянных пробных площадях ведутся наблюдения за естественным ходом процессов перестройки и приспособления лесов к изменившимся условиям среды. Познать эти изменения, раскрыть их закономерности можно, используя принципы современной динамической типологии леса [8—10].

Водохранилище вызвало подъем уровня грунтовых вод на всей территории от побережья до верховых болот [7]. Леса стали испытывать подтопление. Естественно встал вопрос: как прореагировал на эти изменения среды главный компонент леса — древостой? В качестве индикатора реакции был выбран текущий прирост.

Вопросом подтопления лесов в заповеднике занимались несколько исследователей. Поэтому имелась возможность, сопоставив данные разных лет, проследить в динамике этапы реакции древостоев на подтопление.

Большинство авторов [3—6, 11], использовали дендроклиматический метод и получали массовый материал по радиальному приросту деревьев. Анализ этих работ позволил выделить последовательные этапы приспособления сосновых древостоев к изменившимся условиям среды.

Так, через 5 лет после начала влияния водохранилища [4] была отмечена положительная реакция на подтопление древостоев суходольных сосняков, растущих на прирусловых возвышениях и их склонах к водохранилищу. Наибольший радиальный прирост (более 60 %) отмечен в лишайниковом сосняке, растущем на нижней части склона (до 1 м над НПУ — нормальным подпорным уровнем водохранилища). Подтопление повлияло положительно на древостои заболачивающихся лесов как на низких (до 1 м над НПУ), так и высоких участках (выше 2,5 м над НПУ). В них радиальный прирост увеличился соответственно на 20 и 15 %.

Отрицательная реакция на подтопление наблюдалась в сосняках зеленомошных, заболачивающихся и заболоченных, занимавших «буферную» зону между прирусловыми возвышениями и болотными массивами. Наибольшее снижение радиального прироста (до 60 %) отмечено в заболоченных типах, в других это снижение было незначительным (менее 10 %).

По истечении 15...20 лет влияния подтопления отмечено, что тенденция к увеличению радиального прироста сохранилась в суходольных сосняках по берегам и их склонам к водохранилищу [3, 5].

В типах леса, расположенных в «буферной» зоне, прирост древостоев продолжал снижаться. Отмечено интенсивное усыхание суходольных сосняков в отделенных от водохранилища западинах [11].

Не проявили реакции на подтопление древостои сосняков-черничников и кисличников на склонах прибрежных валов и «гривах» среди болот [3, 5].

Заболоченные сосняки в межгривных понижениях в первое десятилетие увеличили прирост в 2—3 раза, а в следующее столь же резко его снизили [3]. Высказано предположение [6], что основные изменения прироста деревьев, оказавшихся в условиях подтопления, происходят в первое 20-летие воздействия водохранилища.

Эти данные получены на основании анализа результатов замера отдельных деревьев и могут служить лишь приближенной оценкой тенденции изменения прироста по запасу для всего древостоя данного типа леса.

Наши материалы получены в ходе периодических перечетов деревьев на постоянных пробных площадях. На основании этих данных рассчитан текущий прирост древостоев (формула 414 [2]) в разных типах сосновых лесов в среднем за 35 лет (1946—1981 гг.). Этот отрезок времени характеризует период воздействия водохранилища.

Для обоснованного суждения о влиянии подтопления на продуктивность древостоев сосны использованы результаты исследований, выполненных на тех же стационарах в 1961—1962 гг. А. Д. Дударевым и К. А. Кудиновым. Сделав подеревный перечет и анализ модельных деревьев, они рассчитали текущий объемный прирост дре-

востоев в среднем за два периода: 1 — до влияния водохранилища (1937—1941 гг.) и 2 — через 15 лет после заполнения водохранилища (1946—1961 гг.).

В таблице приведены значения показателей текущего прироста за три периода (3-й период — 1946—1981 гг.). Насаждения пробных площадей объединены в группы типов леса по особенностям гидрологического режима почв и выраженности процесса заболачивания: Iа — лишайниковые и лишайниково-зеленомошные сосняки с грунтовым питанием за счет инфильтрации из водохранилища; Iб — такие же типы леса, но с грунтовым питанием с верховых болот; II — зеленомошные типы; IIIа — сосняки на начальной стадии заболачивания; IIIб — сосняки на более глубокой стадии заболачивания; IV — сосняки, заболоченные по переходному способу.

В таблице показано общее изменение текущего прироста в 3-м периоде по сравнению с периодами до подтопления и первым 15-летием влияния подтопления, обусловленное как возрастом, так и влиянием подтопления.

Влияние подтопления на прирост древостоев сосны в связи с типом леса

Группа типов леса	Номер пробной площади	Абсолютная высотная отметка, м	Удаление от водохранилища, км	Текущий прирост, м³/га, по периодам			Общее изменение текущего прироста в 3-м периоде, %, по сравнению с периодами		Среднее изменение текущего прироста в связи с подтоплением в периоды	
				1	2	3	1	2	2	3
Iа	19	104,0	0,1	6,27	6,21	4,74	—24	—24	+71	+16
	20	102,0 . . . 107,0	0,1	2,97	2,95	2,50	—16	—15	+77	+36
Iб	14	104,4	0,2	11,84	7,85	4,63	—61	—41	—41	—75
	15	104,2	0,2	8,78	8,32	3,49	—60	—58	—12	—74
II	12	103,3	0,2	7,36	6,21	3,06	—58	—51	—9	—52
	21	104,1	0,4	8,07	7,09	3,97	—51	—44	—1	—28
IIIа	9	103,3	0,1	7,05	5,61	3,29	—53	—41	—7	—28
	10	103,2	0,2	10,79	9,00	2,63	—76	—71	—15	—71
	16	103,5	1,5	9,26	5,49	2,17	—77	—60	—35	—60
	22	103,0	0,5	8,73	6,46	3,56	—59	—45	—20	—44
IIIб	11	103,2	0,4	7,04	6,17	2,57	—63	—58	—16	—18
	13	103,5	0,5	6,82	4,50	2,06	—70	—54	—17	—40
IV	23	102,6	0,8	4,25	1,48	0,32	—92	—78	—41	—52

Для оценки влияния на прирост возрастного фактора были выполнены расчеты с использованием данных таблиц хода роста Варгаса де Бедемара [12]. Зная общее и возрастное изменение прироста, рассчитали составляющую, обусловленную влиянием подтопления. Результаты приведены в таблице.

Сравнивая изменение текущего объемного прироста древостоев за два периода влияния водохранилища (15- и 35-летний), можно отметить:

1) выраженную положительную реакцию на подтопление суходольных сосняков на склонах прибрежных возвышений к водохранилищу в первые 15 лет влияния подтопления.

В следующие 20 лет положительный эффект снижается;

2) выраженную отрицательную реакцию на подтопление суходольных сосняков на склонах береговых возвышений к верховым болотам. Прослеживается усиление отрицательного эффекта в последнее 20-летие;

3) дальнейшее усиление отрицательного влияния подтопления на прирост древостоев зеленомошных и заболачивающихся типов, произрастающих вблизи подпираемых речек и канав на ровных слабодренированных участках. Аналогичная картина наблюдается в заболачивающихся сосняках на пограничных участках гривы с болотом, а также в сосняках, заболоченных по переходному способу;

4) распространение отрицательного влияния подтопления на сосняки, занимающие гривы среди болот.

Итак, анализ реакции древостоев сосны на подтопление показывает, что положительное (с годами снижающееся) воздействие испытывают лишь суходольные (лишайниковые и лишайниково-зеленомошные) сосняки, растущие на высоких прибрежных участках.

Однако доля таких лесов в изучаемом районе невелика (менее 1 % покрытой лесом площади). Основная же масса лесов испытывает нарастающее с годами отрицательное влияние подтопления. Справедливо замечание [1], что подтопление отно-

сится к постоянным отрицательным процессам с затуханием интенсивности во времени, но с суммарным увеличением отрицательного эффекта.

Учитывая, что изучаемые леса испытывают воздействие мощного антропогенного фактора — водохранилища, оказывающего влияние не только на древостой, но и на тип леса в целом, нужен постоянный контроль за ними. Цель такого мониторинга — выделение и изучение на принципах динамической типологии типов-этапов, характеризующих последовательные стадии приспособления этих лесов к изменившимся условиям среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Авакян А. Б. Проблемы создания и комплексного использования водохранилищ // Актуальные проблемы управления водными ресурсами и использование водохранилищ.— М., 1979.— С. 14—21. [2]. Анучин Н. П. Лесная таксация.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 552 с. [3]. Афанасьев В. А. Подтопление лесов в зоне водохранилищ и меры борьбы с ним // Лесоведение и лесомелиорация: Обзорн. информ.— М., 1980.— Вып. 1. [4]. Бобровский Р. В. Изменение лесов Молого-Шекснинской низменности под влиянием первых лет воздействия Рыбинского водохранилища // Учен. зап. Волог. пединститута.— Вологда, 1952.— Т. 10.— С. 3—36. [5]. Дьяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны.— Л.: Гидрометеоиздат, 1975.— 127 с. [6]. Емельянов А. Г. Пути улучшения прогноза подтопления берегов водохранилища // Актуальные проблемы управления водными ресурсами и использование водохранилищ.— М., 1979.— С. 40—49. [7]. Кудинов К. А. Влияние Рыбинского водохранилища на уровень почвенно-грунтовых вод // Тр. Дарвин. гос. заповедн.— 1971.— Вып. 10.— С. 67—100. [8]. Мелехов И. С. Динамическая типология леса // Лесн. хоз-во.— 1968.— № 3.— С. 15—20. [9]. Мелехов И. С. Проблемы современного лесоведения // Лесн. хоз-во.— 1977.— № 11.— С. 17—21. [10]. Мелехов И. С. Лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 406 с. [11]. Турков В. Г. Влияние длительного подтопления на сосновые леса северо-западного побережья Рыбинского водохранилища // Лесоведение.— 1969.— № 2.— С. 8—16. [12]. Тюрин А. В., Науменко И. М., Воропанов П. В. Лесная вспомогательная книжка.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1956.— 532 с.

УДК 630*812 + 630*813

НЕКОТОРЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СВЕЖЕСРУБЛЕННОЙ И ВЫДЕРЖАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

П. Н. ЛЬВОВ, *Д. П. ЗАСУХИН*

Архангельский лесотехнический институт

В наше время придается особое значение качеству материалов и изделий. Именно высокое качество исходного материала в значительной степени определяет срок службы изделий и сооружений. Не менее важно качество сырья для механической и химической переработки. В полной мере сказанное относится и к древесине.

Мы попытались установить некоторые физико-механические свойства и химические показатели древесины сосны свежесрубленной и 100-летней выдержки. Образец свежесрубленной древесины был взят на высоте ствола 1,0...1,3 м в сосняке черничном Емцовского учебно-опытного лесхоза АЛТИ (средняя подзона тайги). Средний возраст древостоя по главной породе — 87 лет, класс бонитета — IV. Второй образец, примерно такой же длины, взят из нижнего венца дома, построенного в 1885 г. Предположительно бревно заготовлено в зеленомошной группе сосняков, имевших возраст 120...150 лет, в северной подзоне тайги. Для сопоставления показателей можно считать достаточным совпадение групп типов леса (зеленомошная), относительно близкий возраст и единство породы. А 100-летняя разница в длительности выдержки древесины позволяет пренебречь неполным сходством образцов.

Мы определяли наиболее важные физико-механические свойства древесины: ширину годичного кольца, процент поздней древесины, плотность ее и предел прочности при сжатии вдоль волокон [1, 2]. У выдержанной древесины ширина годичного кольца оказалась на 15 % ниже, процент поздней древесины выше (см. таблицу).

Плотность древесины у сосны разной выдержки практически одинакова (незначительные расхождения статистически не достоверны). Но прочность при сжатии вдоль волокон у выдержанной древесины оказалась на 16 % ниже, чем у свежесрубленной (данные достоверны, $t > 3$).

В целом не наблюдается резких различий в свойствах свежесрубленной и выдержанной древесины сосны, находившейся длительный срок в постройке при большой нагрузке (нижний венец дома). Это свидетельствует о высоких прочностных свойст-

Физико-механические показатели древесины

Древесина	Статистические показатели	Ширина годичного слоя, мм	Процент поздней древесины	Плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, Па
Свежесрубленная	M	1,41	34,13	0,558	$685{,}14 \cdot 10^{-5}$
	$\pm m$	0,05	0,67	0,002	$8{,}91 \cdot 10^{-5}$
	C	27,37	13,95	4,44	7,74
Выдержанная	M	1,20	37,96	0,546	$579{,}26 \cdot 10^{-5}$
	$\pm m$	0,09	1,01	0,006	$11{,}02 \cdot 10^{-5}$
	C	58,08	18,93	10,67	12,85

вах древесины сосны как строительного материала, которые если и утратились за длительный срок пребывания в постройке, то очень незначительно.

Мы попытались установить и некоторые химические показатели древесины*. Содержание целлюлозы в свежесрубленной древесине составило 58,3 %, в выдержанной — 47,7 %; пентозанов соответственно 10,5 и 9,27 %; лигнина — 26,85 и 33,1 %; веществ, экстрагируемых горячей водой,— 4,46 и 5 %; органическими веществами — 3,22 и 3,9 %. Как видно, наблюдается некоторое снижение содержания целлюлозы в выдержанной древесине и возрастание процента лигнина. Это может быть вызвано микробиологическими воздействиями.

Наши предварительные данные показывают, что даже при 100-летней выдержке древесины в нормальных условиях среды ее физико-механические и химические свойства изменяются незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Древесина. Отбор проб и методы испытаний: [Сборник]: ГОСТ 16483.10—73, ГОСТ 16483.6—80, 16483.18—78.— М.: Изд-во стандартов, 1986.— 216 с. [2]. ГОСТ 16483.1—84. Древесина, Методы определения плотности.— Взамен ГОСТ 16483.1—73; Введ. 01.07.85 до 01.07.90.— М.: Изд-во стандартов, 1984.— 6 с.

УДК 630*2 : 631.524.85 + 630*181.2

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАРПАТЬЯ

Б. К. ТЕРМЕНА, В. А. ГАВРИЛЮК, А. В. БАЦУРА, В. В. МЕЦАК

Черновицкий государственный университет

В зависимости от эколого-исторического происхождения растения по-разному приспосабливаются к новым условиям выращивания. Успех интродукции древесных растений в районах с умеренным климатом в значительной степени связан с их зимостойкостью [3].

Работами многих исследователей ([6, 8—9] и др.) установлено, что зимостойкость интродуцированных растений зависит как от факторов внешней среды, так и от состояния самого растения и проходящих в нем процессов.

Среди древесных растений, интродуцированных в нашей стране, виды Восточной Азии занимают одно из ведущих мест [1, 7]. Представляет интерес исследовать устойчивость некоторых из них в условиях Предкарпатья с умеренно теплым климатом и положительным балансом влаги, где в годовом ходе атмосферных осадков довольно резко выражен летний максимум. Первая половина осени отличается сухой погодой, вторая — более холодная и дождливая [10]. Такое своеобразие климатических условий оказывает значительное влияние на древесные растения при их акклиматизации.

Нами на протяжении 1975—1985 гг. исследованы ритм развития и зимостойкость 40 видов древесных интродуцентов Восточноазиатской флористической области, относящихся к 35 родам и 22 семействам. Все исследуемые виды достигли возраста генеративного развития. Изучаемые представители восточноазиатской флоры ценны для народного хозяйства как плодовые (*Actinidia arguta* Planch. ex Miq., *A. colo-*

* Химический состав древесины определен, в порядке предварительного ее анализа, в лаборатории химии древесины АЛТИ.

micta Maxim., *Berberis Thunbergii* DC., *Schizandra chinensis* Baill., *Vitis amurensis* Rupr.), лекарственные (*Schizandra chinensis* Baill., *Styphnolobium japonicum* Schott), декоративные (*Akebia quinata* Decne, *Ampelopsis aconitifolia* Bunge., *Broussonetia papyrifera* Vent, *Catalpa ovata* G. Don., *Celastrus flagellaris* Rupr., *Magnolia Kobus* DC., *Wisteria floribunda* DC., *W. sinensis* Sweet. и др.).

Наблюдения за сезонным ритмом роста и развития проводили по методике, рекомендованной Советом ботанических садов СССР [5]. Визуальную зимостойкость оценивали по 7-балльной шкале, разработанной в отделе дендрологии ГБС АН СССР [4]. Для сравнения проводили лабораторные исследования потенциальной морозостойкости по методике О. А. Красавцева [2], степень повреждения тканей определяли тетразольным методом [11]. Перспективность интродукции устанавливали по методике П. И. Лапина и С. В. Сидневой [4].

В результате феноспектрального анализа исследуемые виды разделены на три группы: РР — раноначинающие и ранозаканчивающие вегетацию; РП — раноначинающие и позднозаканчивающие; ПР — поздноначинающие и ранозаканчивающие (см. таблицу). Растения, начавшие вегетацию до 31.III (среднегодичная дата весеннего перехода температуры воздуха через +5 °С), отнесены к группе раноначинающих (Р), после 31.III — к позднозаканчивающим (П). Виды, заканчивающие вегетацию до 9.X (дата массового листопада или пожелтения листьев) отнесены к группе с ранним окончанием вегетации (Р), позже — к поздним (П). За начало вегетации принято массовое набухание почек, за конец — массовое опадание листьев.

Устойчивость и перспективность древесных интродуцентов разных феногрупп (количество растений, %)

Показатели	Феногруппа		
	РР	РП	ПР
Зимостойкость, балл			
I	72,7	50	48
II	18,1	25	32
III	9,2	25	16
IV	—	—	4
Летальная температура, °С			
—25	18,2	25	20
—30	18,2	50	48
—35	45,5	25	24
—40	18,1	—	8
Группа перспективности			
I	45,6	50	40
II	36,4	25	36
III	18,0	25	24

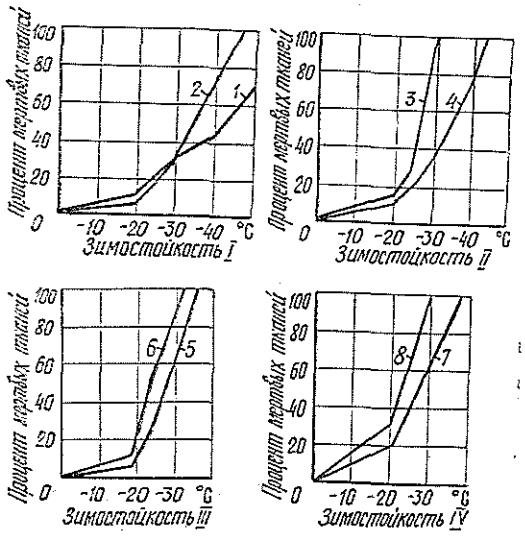


Рис. 1. Динамика морозостойкости древесных растений разных групп зимостойкости: *1* — *Actinidia arguta* Planch. ex Miq.; *2* — *Celastrus flagellaris* Rupr.; *3* — *Gleditschia sinensis* Lam.; *4* — *Parthenocissus tricuspidata* Planch.; *5* — *Chionanthus yunnanensis* W. W. Smith.; *6* — *Hydrangea macrophylla* DC. *7* — *Cercis chinensis* Bge.; *8* — *Lespedeza bicolor* Turcz.

Анализируя устойчивость интродуцентов по феногруппам (см. таблицу), можно отметить, что в каждой из них имеются как более, так и менее зимостойкие виды. Наибольший процент зимостойких видов в группе РР. Здесь же сосредоточено наибольшее количество видов, потенциальная морозостойкость которых достигает —40...50 °С. Между зимостойкостью, определяемой визуально, и морозостойкостью модельных видов, полученной лабораторными методами, наблюдается тесная корреляционная зависимость (рис. 1).

Известно, что раннее окончание роста побегов способствует оптимальной подготовке растений к зиме, формированию высокой устойчивости к неблагоприятным условиям зимнего периода. Это подтверждается нашими исследованиями (рис. 2). Кроме того, наблюдается корреляция между зимостойкостью и сроками цветения.

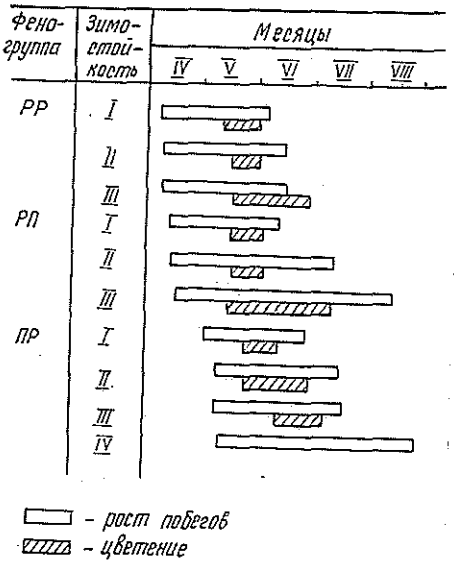


Рис. 2. Зависимость зимостойкости древесных растений от феноритмики

Из проведенных исследований следует, что по характеру ритма развития можно с определенной степенью достоверности судить об адаптационных возможностях древесных растений и, следовательно, об их перспективности для интродукции (см. таблицу). Однако устойчивость интродуцентов, отличающихся сходными феноритмами, может быть разной. Поэтому необходим глубокий анализ адаптационных возможностей видов в конкретных условиях на основе имеющегося опыта интродукции в других регионах и изучения естественных условий обитания, включая математическое моделирование.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гурский А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР.— М.; Л.: Наука, 1957.— 303 с. [2]. Красавцев О. А. Закаливание древесных растений и определение их морозостойкости // Физиология приспособления и устойчивости растений при интродукции.— Новосибирск: Наука, 1969.— С. 86—87. [3]. Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. бот. сада АН СССР.— 1967.— Вып. 65.— С. 13—18. [4]. Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений.— М.: ГБС АН СССР, 1973.— С. 7—68. [5]. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР.— М.: ГБС АН СССР, 1975.— 27 с. [6]. Петровская-Баранова Т. П. Физиология, адаптация и интродукция растений.— М.: Наука, 1983.— 152 с. [7]. Петухова Л. П. Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений.— М.: Наука, 1981.— 124 с. [8]. Смирнова В. А. Зимостойкость и морозостойкость древесных растений Белоруссии.— Минск: Наука и техника, 1968.— 146 с. [9]. Туманов И. И. Физиология закаливания и морозоустойчивости растений.— М.: Наука, 1979.— 352 с. [10]. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Отв. ред. В. П. Попов.— Киев: Киевск. ун-т, 1968.— 683 с. [11]. Kreeb K. Methoden der. Pflauzenökologie.— Jena: Veb Gustav Fischer Verlag, 1977.— 235 s.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

УДК 630*587.2

О ПРИЗНАКАХ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ФОТОСНИМКОВ

С. В. ТЕТЮХИН

Ленинградская лесотехническая академия

При дешифрировании аэрофотоснимков (АФС) и космических фотоснимков (КФС) в лесном хозяйстве нужно, прежде всего, знать его признаки. В настоящее время нет общепризнанных положений для составления признаков дешифрирования КФС, что объясняется незначительным сроком применения этих снимков в лесном хозяйстве.

В изучении общих признаков дешифрирования АФС большая роль принадлежит проф. Г. Г. Самойловичу, который разработал признаки дешифрирования АФС, в основном средних масштабов, практически для всех лесообразующих пород не только европейской части страны, но и некоторых районов Сибири. Его труды оказали значительное влияние на развитие аэрофотосъемки в лесном хозяйстве и послужили тем фундаментом, на котором в настоящее время базируются основы морфологии насаждений и процесс построения признаков дешифрирования как для АФС, так и для КФС.

Однако признаки дешифрирования Г. Г. Самойловича носят описательный характер, в связи с чем слабо используются при производственном дешифрировании. Их ценность в познавательном характере, они необходимы для начинающих дешифровщиков, а также при тренировке перед производственным дешифрированием. Опыт работ показывает, что наиболее доступной и удобной формой представления признаков дешифрирования являются таблицы, в которых в сжатой и простой форме сконцентрирована вся необходимая информация для дешифрирования. К сожалению, в настоящее время нет общепринятых форм построения подобных таблиц, на которых могли бы базироваться дальнейшие исследования в этой области.

Первоочередная задача при разработке признаков дешифрирования — определение главных компонентов в распознавании интересующего объекта. Необходимо выделить наиболее достоверные и постоянные признаки, определить входы в таблицу и взаимосвязи между признаками, степень их постоянства и достоверности, сгруппировать их и определить последовательность, отвечающую наиболее вероятному процессу дешифрирования.

При описании лесного фонда все признаки дешифрирования можно подразделить на ландшафтные (характеризуемые приуроченностью к отдельным элементам рельефа, положением относительно элементов гидросети, экспозиций и т. д.), фотометрические (т. е. цвет изображения на спектрозональных или цветных снимках и тон на черно-белых) и морфологические (отражающие строение и форму объектов земной поверхности и непосредственно влияющие на формирование изображения).

В настоящее время ландшафтный метод нашел широкое применение, особенно при дешифрировании мелкомасштабных АФС и КФС, и достаточно широко освещен в литературе.

Фотометрические признаки можно считать в числе важнейших при дешифрировании КФС, потому что на снимке мы видим различное сочетание цветов (тонов) и их оттенков. В то же время это самые непостоянные признаки, так как на них влияют многие факторы: условия освещенности в момент съемки, фенологическое состояние насаждений, физическое состояние атмосферы, высота стояния солнца, фотолабораторная обработка и др. Цвет полога древостоя зависит, в первую очередь, от коэффициента спектральной яркости (КСЯ) и является основным дешифровочным признаком для определения преобладающей породы. Но у всех древесных пород в вегетационный период изменение КСЯ имеет примерно одни и те же закономерности, что затрудняет в известной степени определение этого показателя. Это характерно также для земель нелесных и не покрытых лесом. КСЯ объектов неживой природы такой изменчивости не имеет, что выражается в достоверном дешифрировании в зависимости от цвета таких категорий, как воды, гольцы, пески и др. На отображение цвета полога древостоя влияют густота и высота подроста, подлеска, напочвенный покров. Цвет любой части снимка также зависит от влажности напочвенного покрова.

К наиболее важным компонентам, формирующим изображение на снимке, относится полог древостоя. С уменьшением масштаба происходит генерализация изображения, повышается роль ландшафтных признаков и снижается значение морфологических. Мелкие детали при этом теряют свое изображение, но, с другой стороны, формируется новый компонент — рисунок, являющийся одним из главных морфологических признаков дешифрирования КФС.

Рисунок принято подразделять на две составные части: структуру и текстуру. Под структурой понимают внутреннее содержание объекта, где расположение отдельных частей составляет единое целое, т. е. это та наименьшая часть, которая находит изображение на снимке и из сочетания которой состоит текстура. Текстура — пространственное расположение элементов структуры, их взаимное сочетание [2]. Так, точка — элемент структуры. Если точки расположить в ряд (линейно), то структура будет точечной, а текстура — линейной.

Каждый объект дешифрирования имеет структуру, но она может быть и не заметна. Текстура же может быть выражена или иметь хаотическое распределение. Несомненно одно, что именно рисунок является одним из основных признаков дешифрирования КФС, и его изучение дает характеристики объекта исследования. Кроме того, рисунок — самый постоянный из морфологических признаков дешифрирования, так как он в меньшей степени зависит от факторов, влияющих на изображение КФС.

Любой рисунок, на первый взгляд, представляет собой иерархию элементов структуры и текстуры, которые формируются набором различных цветов (тонов) и их оттенков. При более тщательном рассмотрении снимков можно выделить отличительные признаки, присущие не только землям, покрытым и не покрытым лесом, но и отдельным породам, группам возраста и полнот. Описание рисунка затрудняется огромным разнообразием вариантов, сложностью процесса их учета и систематизации, не говоря уже о выявлении закономерностей, которые отражают таксационную характеристику древостоев.

При изучении снимка сначала следует разобраться, что же является формирующим компонентом рисунка. Для полога древостоя элемент структуры — отдельное дерево, но оно не может быть изображено на КФС вследствие невысокой разрешающей способности космических снимков. Элементом структуры следует считать ту наименьшую часть, которая может получить изображение на снимке. На КФС это группа крон деревьев, образующих полог древостоя.

Отдельное дерево не может стать элементом рисунка, но оно (совокупность отдельных деревьев) оказывает влияние на цветовую гамму. Как подтверждение можно привести тот факт, что редина, как правило, дешифрируется достаточно надежно, потому что элемент разрешения природного объекта всегда крупнее, чем разрешение вычисленное [1].

Рисунок полога древостоя — один из главных признаков, по которым устанавливают возраст древостоя. В молодняках деревья имеют небольшую крону и, как правило, значительную густоту. На КФС структурные и текстурные признаки не находят изображения, что является наиболее достоверным признаком молодняков. С возрастом происходит дифференциация деревьев, сомкнутость, как правило, уменьшается, увеличиваются размеры крон деревьев и другие таксационные показатели.

Значительные трудности представляет определение возраста средневозрастных древостоев не только по КФС, но и по АФС. На КФС рисунок таких древостоев выражен и имеет определенное строение. Для них более характерно, чем для спелых и перестойных, групповое размещение по площади выдела.

Рисунок спелых древостоев, как правило, четко выражен, полог более прозрачен, чем в средневозрастных, кроны шире, расстояние между деревьями больше, тип размещения от куртинного переходит к равномерному, одиночному.

Другие морфологические признаки дешифрирования КФС, значительно меньше влияющие на изображение и относящиеся в основном только к пологу древостоя,— просматриваемость в глубину, выпуклость, разновысотность, плотность и сомкнутость крон полога древостоя.

Просматриваемость в глубину — признак, по которому можно судить о степени сомкнутости, группе типов леса и высоте древостоя. Наиболее ярко этот признак выражен в лишайниковой группе типов условий местопроизрастания и наименее — при значительной сомкнутости полога древостоя или густом подлеске.

Выпуклость характеризует высоту древостоя: она наиболее заметна в спелых древостоях высоких классов бонитета.

Плотность — цветовой показатель, характеризующий возраст древостоя (КСЯ молодых деревьев выше, чем спелых и перестойных), однако он не постоянен и недостаточно достоверен, так как зависит от многих факторов, главным образом от густоты подлеска.

Сомкнутость полога древостоя характеризует в первую очередь густоту стояния деревьев, косвенно может выступать и как признак возраста.

С уменьшением масштаба не все признаки играют равную роль при определении таксационных показателей. Некоторые из них практически исчезают в связи с мелким масштабом и невысокой разрешающей способностью КФС.

Можно установить, какой признак и в какой степени влияет на определение любого из таксационных показателей. Это необходимо не только при разработке признаков и самом дешифрировании, но может быть полезным при стратификации лесного фонда и составлении ландшафтных признаков дешифрирования.

Таким образом, очевидна необходимость составления фотометрических и морфологических признаков дешифрирования для КФС, которые вместе с ландшафтными признаками образовали бы единый комплекс элементов, взаимно влияющих и допол-

няющих друг друга, что, в свою очередь, привело бы к наиболее достоверному результату всего процесса дешифрирования КФС.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Виноградов Б. В. Космические методы изучения природной среды.— М.: Мысль, 1976.— 288 с. [2]. Смирнов Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований.— Л.: ЛГУ, 1975.— 303 с.

УДК 630*232 : 65.011.56

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЯГОВОГО МОСТА НА ВЕЛИЧИНУ ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

Н. П. ДНЕПРОВСКИЙ
ВНИИПОМлесхоз

Базовой машиной автоматизированного лесного питомника является тяговый мост (ТМ), предназначенный для перемещения агрегатируемых с ним орудий и механизмов, передачи энергии к их активным рабочим органам, а также для программного координатного управления всем агрегатом в процессе выполнения технологических операций. ТМ состоит из двух ходовых тележек, пролетной фермы, поперечно перемещающейся каретки со штангой телескопического типа и кабины оператора. Пролетная ферма связана с ходовыми тележками с помощью вертикальных стоек. Каждая ходовая тележка имеет два ведущих двухребордных колеса. Агрегатирование орудия со штангой ТМ производится с помощью универсальной навески. Перемещается ТМ по рельсам.

При разработке систем автоматического управления (САУ) ТМ первостепенную важность приобрел вопрос реализации необходимой точности повторных траекторий рабочих органов орудий (δ_0), которая определяет минимальную величину защитной зоны в питомнике. Иными словами, необходимо выбрать способ отслеживания рядков с помощью САУ ТМ, начиная с операции, следующей за посевом семян, и кончая выкопкой растений. В принципе таких способов может быть два: повторение траекторий рабочих органов орудий (путем точного останова в одном и том же месте движущихся частей ТМ) с учетом всех люфтов, влияющих на δ_0, и отслеживание рядков или первичных траекторий с помощью датчиков, жестко связанных с рабочими органами орудия. Последний способ, в свою очередь, подразделяется на непосредственное отслеживание и косвенное (например, рельса).

Цель настоящей работы — анализ первого способа, примененного при разработке САУ ТМ во ВНИИПОМлесхозе.

Величина δ_0 зависит: от люфтов в плоскости, перпендикулярной рельсу, для орудия x_1, навески x_2 и ходовых тележек x_3, от точности останова каретки $\delta_к$ и штанги при развороте α; от зазоров между ребордами ходовых колес и головкой рельса y. Следовательно, введя коэффициенты приведения k, можно записать:

$$\delta_0 = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3 + k_4\delta_к + k_5\alpha + k_6y. \quad (1)$$

За начальное положение рабочего органа орудия принимаем такое состояние, когда все люфты выбраны наполовину, штанга и каретка остановлены абсолютно точно в заданном месте, зазоры между ребордами ходовых колес и головкой рельса справа и слева от рельса одинаковы. В этом случае $\delta_0 = 0$. При невыполнении перечисленных условий δ_0 будет изменяться либо в положительную, либо в отрицательную сторону. За положительное примем отклонение орудия вправо от начального положения, за отрицательное — влево. Необходимость в строгом разграничении положительных и отрицательных погрешностей вытекает из возможности получить $\delta_0 = 0$ за счет взаимной компенсации ее отдельных составляющих.

Все перечисленные люфты непосредственно влияют на δ_0 как в положительную, так и в отрицательную сторону. Для величины k_ix_i (где $i = 1, 2, 3$) имеем

$$(k_ix_i)_{max} = \pm 0{,}5x_i. \quad (2)$$

Из рис. 1 видно, что $\delta_к$ изменяется от 0 до $\pm\ \delta_{к\,max}$. Следовательно,

$$(k_4\delta_к)_{max} = \pm\ \delta_{к\,max}. \quad (3)$$

Для определения $k_5\alpha$ также обратимся к рис. 1. Величину $k_5\alpha$, равную BC, можно найти из треугольника OBC:

$$(k_5\alpha)_{max} = BC = P \sin(\pm\ \alpha_{max}) = \pm\ P \sin\alpha_{max}, \quad (4)$$

где P — расстояние от оси вращения штанги до рабочих органов орудия (OC).

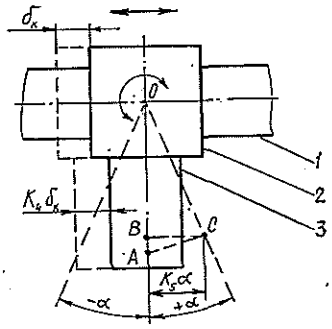


Рис. 1. Упрощенная схема разворота орудия и перемещения его вдоль фермы: *1* — ферма; *2* — каретка; *3* — навеска с орудием

Так как угол α изменяется в пределах нескольких долей градуса*, то:

$$(k_5\alpha)_{max} = \pm P\alpha_{max}/57{,}3°. \qquad (5)$$

Величину $k_6 y$ можно выразить по-разному, в зависимости от принципиально различных сдвигов ТМ относительно начального положения — параллельного и под углом (рис. 2).

В первом случае рассуждения и выводы будут аналогичны таковым при определении k_1x_1, k_2x_2 и k_3x_3, т. е.

$$(k_{6,1}y)_{max} = \pm 0{,}5y. \qquad (6)$$

Во втором случае величина $k_6 y$ зависит от положения точек, относительно которых вращается ТМ.

Остановимся на варианте, дающем при прочих равных условиях максимум $k_6 y$. Значение δ_0 изменяется от 0 до $k_{6.2}y_{max}$.

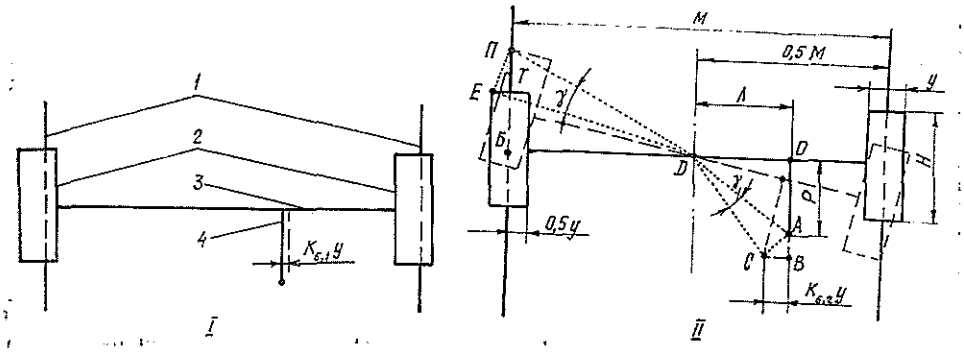


Рис. 2. Упрощенная схема сдвига тягового моста; *I* — сдвиг параллельный; *II* — сдвиг под углом; *1* — рельсы; *2* — ходовые тележки; *3* — ферма; *4* — каретка с навеской и орудием

Из рис. 2 видно, что ТМ повернется на угол γ относительно точки D. Нас интересует величина $k_{6.2}y = CB$, которую можно найти из треугольника ABC:

$$CB = AC \sin \angle CAB; \qquad (7)$$

$$\angle CAB = 180° - \angle DAC - \angle DAO; \qquad (8)$$

$$\angle DAC = 0{,}5\,(180° - \gamma); \qquad (9)$$

$$\angle DAO = \operatorname{arctg} DO/OA = \operatorname{arctg} Л/P. \qquad (10)$$

Подставив (9) и (10) в (8), получим:

$$\angle CAB = 180° - 90° + 0{,}5\gamma - \operatorname{arctg} Л/P = 90° - \operatorname{arctg} Л/P + 0{,}5\gamma; \qquad (11)$$

$$AC = 2DA \sin 0{,}5\gamma;$$

$$DA = \sqrt{DO^2 + OA^2} = \sqrt{Л^2 + P^2}\,; \qquad (12)$$

$$AC = 2\sqrt{Л^2 + P^2} \sin 0{,}5\gamma.$$

---

* Испытания экспериментального образца тягового моста и предложения по его модернизации. Т. 3: Заключительный отчет / Всесоюз. НИИ противопож. охраны лесов и механизации лесн. хоз-ва (ВНИИПОМлесхоз); Руководители А. Е. Карасев, Н. П. Днепровский.— Ш. 1.3; № 76074717; Инв. № Б975926.— Красноярск, 1980.— 187 с.

Подставляем (11) и (12) в (7) и находим выражение для CB

$$CB = 2\sqrt{Л^2 + P^2}\ \sin 0{,}5\gamma \sin(90° - \operatorname{arctg} Л/P + 0{,}5\gamma). \tag{13}$$

Упростим (13), принимая:

$$\sin(90° - x) = \cos x;$$

$$\sin x \cos y = 0{,}5\,[\sin(x + y) + \sin(x - y)];$$

$$CB = \sqrt{Л^2 + P^2}\ [\sin \operatorname{arctg} Л/P + \sin(\gamma - \operatorname{arctg} Л/P)].$$

При $\gamma = 0$ будет наблюдаться чисто параллельный сдвиг, а при $\gamma = \gamma_{max}$ — сдвиг под углом, что соответствует $(k_{6.2}y)_{max}$. Учитывая это и также то, что вращение ТМ может произойти в другую сторону, запишем:

$$(k_{6,2}y)_{max} = \pm\sqrt{Л^2 + P^2}\ [\sin \operatorname{arctg} Л/P + \sin(\gamma_{max} - \operatorname{arctg} Л/P)]. \tag{14}$$

Величину γ_{max} определим из треугольника $DПE$ (рис. 2):

$$\gamma_{max} = 2 \arcsin ПE/2DE.$$

Так как $ПE \ll DE$ [1], то можно записать:

$$\gamma_{max} = 57{,}3° \cdot ПE/DE. \tag{15}$$

Величину $ПE$ определим из треугольника $TEП$

$$ПE = \sqrt{ПT^2 + TE^2}.$$

Из рис. 2 видно, что $TE = 0{,}5y$ и

$$ПT = БП - БТ = БП - 0{,}5H;$$

$$БП = \sqrt{DП^2 - DБ^2} = \sqrt{DE^2 - (0{,}5M)^2};$$

$$DE = \sqrt{DБ + 0{,}5y + БТ^2} = \sqrt{(0{,}5M + 0{,}5y)^2 + (0{,}5H)^2}. \tag{16}$$

Так как $M \gg y$ [1], то (16) можно упростить:

$$DE = \sqrt{(0{,}5M)^2 + (0{,}5H)^2} = 0{,}5\sqrt{M^2 + H^2};$$

$$БП = \sqrt{0{,}25\,(M^2 + H^2) - 0{,}25M^2} = 0{,}5H; \tag{17}$$

$$ПT = 0{,}5H - 0{,}5H = 0;$$

$$ПE = TE = 0{,}5y. \tag{18}$$

Подставив (17) и (18) в (15), получим:

$$\gamma_{max} = 57{,}3° \cdot 0{,}5y/0{,}5\sqrt{M^2 + H^2} = 57{,}3° \cdot y/\sqrt{M^2 + H^2}. \tag{19}$$

Величину δ_{0max} находим по формуле (1), подставляя в нее (2), (3), (5) и (6) или (14). Две последние формулы дают результаты одного порядка, которые в зависимости от параметров ТМ могут быть больше или меньше друг друга. Для определения δ_{0max} необходимо использовать ту из них, которая в конкретном случае дает бóльшую величину $k_6 y$.

Для надежной работы САУ ТМ должно удовлетворяться неравенство

$$\delta_{0\,max} \leqslant \delta_{0\,зад}, \tag{20}$$

так как один только случай с $\delta_{0max} > \delta_{0зад}$ повлечет за собой уничтожение целой грядки посевов.

С учетом изложенного предлагаем следующую методику определения возможности применения способа отслеживания первичных траекторий рабочих органов орудий за счет точного останова в одном и том же месте движущихся частей ТМ и учета всех люфтов, влияющих на δ_0.

По формулам (1), (2), (3), (5), (19) и (6) или (14) определяем δ_{0max} и сравниваем ее с $\delta_{0зад}$, согласно неравенству (20).

Если это неравенство выполняется, вопрос о применении названного способа следует решать положительно, если не выполняется — стоит подумать о способах уменьшения δ_{0max}. Таких способов несколько: изменить геометрические размеры ТМ; установить дополнительные датчики и блоки в САУ ТМ для компенсации влияния люфтов;

ввести систему синхронизации положения ходовых тележек относительно специально установленных (например, на рельсе) маркерных датчиков (меток) для компенсации влияния зазоров между ребордами ходовых колес и головкой рельса; заменить датчики и системы автоматического останова каретки и штанги на более точные, что, однако, вызовет их усложнение и удорожание. При неприемлемости этих способов или невозможности с их помощью удовлетворить неравенство (20) предлагается рассматривать вопрос об увеличении $\delta_{0зад}$. Если и в этом случае не удастся получить желаемого результата, то следует говорить о непригодности в данном конкретном случае первого способа отслеживания и приступить к рассмотрению второго способа.

Приводим пример расчета ТМ, обладающего следующими параметрами: $M = 10$ м; $H = 2{,}8$ м; $P = 2$ м; $y = 2 \cdot 10^{-2}$ м; $x_1 = 10^{-2}$ м; $x_2 = 10^{-2}$ м; $x_3 = 1{,}5 \cdot 10^{-2}$ м; $\delta_{к\,max} = \pm 5 \cdot 10^{-3}$ м; $\alpha_{max} = \pm 0{,}1°$; $\delta_{0\,зад} = \pm 2{,}5 \cdot 10^{-2}$ м.

1. Определяем, которая из формул (6) и (14) даст больший результат $k_{6.1}y_{max} = \pm 0{,}5 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = \pm 0{,}01$ м.

Перед тем, как считать величину $(k_{6.2}y)_{max}$, найдем по формуле (19) γ_{max}:

$$\gamma_{max} = 57{,}3° \cdot 2 \cdot 10^{-2} / \sqrt{100 + 7{,}84} = 0{,}11°.$$

Тогда

$$(k_{6.2}y)_{max} = \pm \sqrt{25 + 4}\,[\sin \operatorname{arctg} 5/2 + \sin (0{,}11° - \operatorname{arctg} 5/2)] = 5 \cdot 10^{-4}\ \text{м}.$$

Видно, что $(k_{6.2}y)_{max} < (k_{6.1}y)_{max}$. Следовательно, $(k_6y)_{max} = 0{,}01$ м.

2. По формулам (2), (3) и (5) найдем остальные составляющие δ_{0max}:

$$(k_1x_1)_{max} = \pm 0{,}5 \cdot 10^{-2} = \pm 0{,}005\ \text{м};$$

$$(k_2x_2)_{max} = \pm 0{,}5 \cdot 10^{-2} = \pm 0{,}005\ \text{м};$$

$$(k_3x_3)_{max} = \pm 0.5 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-2} = \pm 0{,}007\ \text{м};$$

$$(k_4\delta_к)_{max} = \pm 0{,}005\ \text{м};$$

$$(k_5\alpha)_{max} = \pm 2 \cdot 0{,}1° / 57{,}3° = \pm 0{,}003\ \text{м}.$$

3. По формулам (1) определим $\delta_{0\,max}$

$$\delta_{0\,max} = \pm 0{,}005 \pm 0{,}005 \pm 0{,}007 \pm 0{,}005 \pm 0{,}003 \pm 0{,}01 = \pm 0{,}035\ \text{м}.$$

Сравнивая ее с $\delta_{0зад}$, видим, что $\delta_{0max} > \delta_{0зад}$. Неравенство (20) не соблюдается.

4. Для компенсации влияния люфтов ходовых тележек и зазоров между ребордами колес и головкой рельса введем в САУ ТМ дополнительные датчики и блоки. Это уменьшит $(k_3x_3)_{max}$ и $(k_6y)_{max}$ до $\pm 0{,}001$ м. Теперь условие (20) соблюдается. Следовательно, способ отслеживания за счет точного останова каретки и штанги и учета люфтов приемлем для данного ТМ.

УДК 674.8 : 681.5

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Ю. В. НОВОСЕЛОВ, В. Т. ШНЫРЕВ

Уральский лесотехнический институт

На деревообрабатывающих и лесопромышленных предприятиях применяют технологические операции объемного дозирования и учета объемов измельченной древесины (технологической щепы, древесной стружки, опилок и т. д.). Для автоматизации этих операций необходимо применять датчики объемного расхода древесины. С использованием метода, основанного на переводе насыпного объема в плотный, разработан ряд устройств [2, 3]. При этом определяют число заполнений мерных емкостей (бункеров, секторов дозаторов и т. д.) либо измеряют геометрические размеры слоя на движущемся ленточном транспортере. В обоих случаях при переводе насыпного объема в плотный используют пересчетные коэффициенты. Существенные недостатки таких устройств: большие габариты, масса и металлоемкость, а также низкая точность измерений. Анализ метрологических характеристик данного метода показал, что большая ошибка измерения обусловлена трудностями определения переводных коэффициентов для конкретных условий, которые зависят от большого числа факторов; основные из них: плотность древесины и фракционный состав.

Весовой метод с переводом массы в объем применяют также в ограниченных пределах из-за трудности вычисления переводного коэффициента.

Следовательно, задача создания устройств автоматического контроля объемного расхода измельченной древесины, обладающих достаточной точностью, малыми габаритами, массой и стоимостью, является актуальной. Решить эту задачу можно путем определения параметров потока взвешенных древесных частиц с помощью фотоэлектрического метода. С этой целью с разных сторон потока устанавливают линейки излучателей и фотоприемников, как это показано на функциональной схеме устройства (рис. 1).

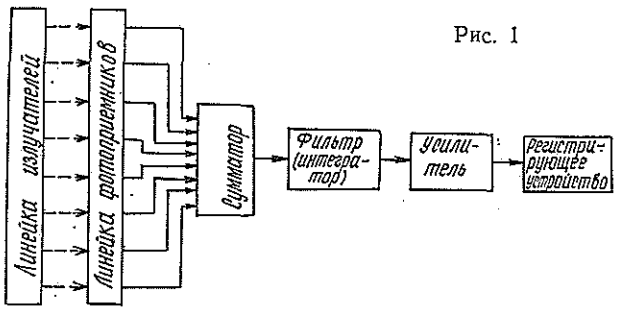


Рис. 1

При движении потока взвешенных частиц на фотоэлементах создается их теневое изображение, которое преобразуется в последовательность электрических импульсов. Количество импульсов и их длительность характеризуют объемный расход измельченной древесины. Импульсы подаются на сумматор, выходной сигнал которого усиливается и поступает на фильтр, выделяющий постоянную составляющую сигнала. Величина ее пропорциональна объемному расходу, ее можно подать на самопишущий и показывающий прибор либо в систему автоматического регулирования объемного расхода. При учете расхода технологической щепы этот сигнал необходимо дополнительно проинтегрировать.

С целью экспериментальной проверки фотоэлектрического метода было разработано и изготовлено устройство, электрическая принципиальная схема которого приведена на рис. 2.

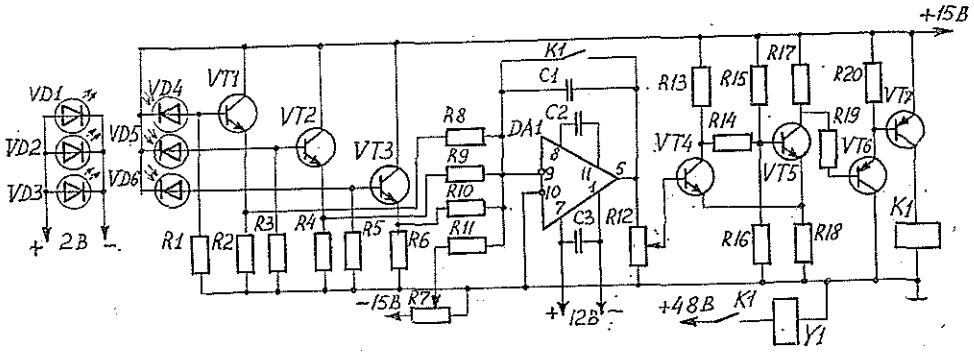


Рис. 2

В качестве излучателей использованы инфракрасные светодиоды, что позволяет уменьшить влияние запыления на точность измерения. Излучение светодиодов при помощи оптических систем фокусируется на фотоэлементах, в данном случае — на кремниевых фотодиодах. Каждый фотодиод подключен ко входу однокаскадного транзисторного усилителя. При отсутствии в трубопроводе щепы фотодиод освещен, через него протекает ток смещения на базу транзистора, который благодаря этому открыт до насыщения. С резистора, включенного в эмиттерную цепь, при этом снимается максимальное напряжение. При затемнении фотодиода частицами щепы транзистор закрывается, и на его эмиттере возникают отрицательные импульсы напряжения, которые суммируются на входе интегратора.

Для компенсации сигнала, снимаемого с фотоприемников при освещенных фотодиодах, на вход интегратора подается дополнительное напряжение положительной полярности. Выходное напряжение интегратора через переменный резистор, служащий для калибровки устройства, подается на пороговое устройство на транзисторах VT4, VT5, выполненное по схеме триггера Шмитта. При достижении выходным сиг-

налом интегратора порога срабатывания напряжение на коллекторе транзистора VT5 увеличивается скачком, усиливается и вызывает срабатывание реле К1. Один из контактов реле подает импульс напряжения на электромеханический счетчик, служащий для регистрации объемов щепы, а другой контакт замыкает цепь разряда конденсатора обратной связи С1, при этом выходное напряжение интегратора сбрасывается до нуля, после чего начинается новый цикл интегрирования. Каждый цикл интегрирования соответствует определенному объему щепы, проходящей по трубе пневмотранспорта.

Конструктивно устройство выполнено в виде блоков излучателей и фотоприемников и электронного блока. Излучатели и фотоприемники установлены на общей раме с возможностью их перемещения для точной фокусировки относительно друг друга. На передней панели электронного блока установлен электромеханический счетчик.

Для оценки работоспособности устройства были проведены его испытания в цехе технологической щепы Коуровского леспромхоза. Рама с излучателями и фотоприемниками была установлена на расстоянии 10 м от дозатора на вертикальном участке трубопровода диаметром 400 мм, где частицы щепы распределяются равномерно по его сечению [1]. В трубе были просверлены три пары диаметрально противоположных отверстий и герметично закрыты стеклами.

На выходе пневмотранспорта устанавливали мерную емкость объемом 1 м³. Опыты проводили в обычных условиях эксплуатации в установившемся режиме работы всего оборудования цеха при среднем объемном расходе щепы около 90 м³/ч. При каждом заполнении мерной емкости определяли число импульсов, поступивших на счетчик, и цену одного импульса. Опыт проводили тремя сериями по 25 измерений в каждой. Статистическая обработка результатов показала, что ошибка измерений не превысила 5 % при постоянных режимах работы оборудования и неизменных параметрах щепы.

Очевидно, на точность измерения могут оказывать значительное влияние ряд факторов, к основным из которых можно отнести разбросы линейных размеров частиц щепы, скорость их движения, ориентацию относительно оптических осей фотоприемников, неравномерность распределения частиц по сечению трубопровода. Для углубленного анализа влияния указанных факторов на результат измерения целесообразно создать математическую модель процесса. Так как движение частиц щепы, в частности их ориентация, имеет вероятностный характер, то теоретическое создание математической модели представляет собой сложную и трудоемкую задачу. Более целесообразна разработка экспериментально-статической модели процесса при варьировании основных влияющих на измерение факторов и оценка на этой основе погрешностей измерения.

Таким образом, можно сделать вывод о применимости фотоэлектрического метода для создания малогабаритного, надежного и недорогого прибора для контроля измельченной древесины, обладающего приемлемой точностью измерения при условии достаточно стабильных режимов работы оборудования. Дальнейшее совершенствование устройства возможно путем компенсации погрешностей с использованием разрабатываемой в настоящее время экспериментально-статистической модели.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Воронин Ю. Б. Пневмотранспорт измельченной древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1977. [2]. Современные методы учета лесоматериалов / В. А. Щербаков, В. Б. Наумов, С. В. Виноградов и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1983. [3]. Шварцман Г. М. Дозирование измельченной древесины.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979.

УДК 674.03 : 694.23

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕРЕВЯННЫХ СТАНДАРТНЫХ ДОМОВ ПО ДЛИНАМ

Ф. Н. КАРПУНИН, В. И. МЕТЕЛЬКОВ

Костромской технологический институт

При изготовлении деревянных стандартных домов используют обрезные и необрезные пиломатериалы хвойных пород с I по IV сорт включительно.

Для получения наиболее полной информации о размерной характеристике пиломатериалов, необходимой для планирования и раскроя их на заготовки, была поставлена задача исследовать распределение пиломатериалов по длинам L. В технической литературе мы не обнаружили данных математического описания характера распределения пиломатериалов по длинам, что затрудняет планирование выработки заготовок для стандартных домов с применением современных технических средств.

С целью вычисления уравнения кривой распределения нами были произведены опытные замеры длин пиломатериалов в раскройных цехах ПДО Шарьядрев и Нововятского КДП с разбивкой полученных значений по группам длин с интервалом 0,25 м.

В результате было установлено, что распределение пиломатериалов по длине неравномерно: в одном пакете пиломатериалов, поступающих на переработку, встречается большой разброс досок по длине от 2,0 до 6,5 м. На основании этого можно предположить, что при раскрое пиломатериалов на заготовки средняя длина доски не обеспечивает высокую точность расчетов.

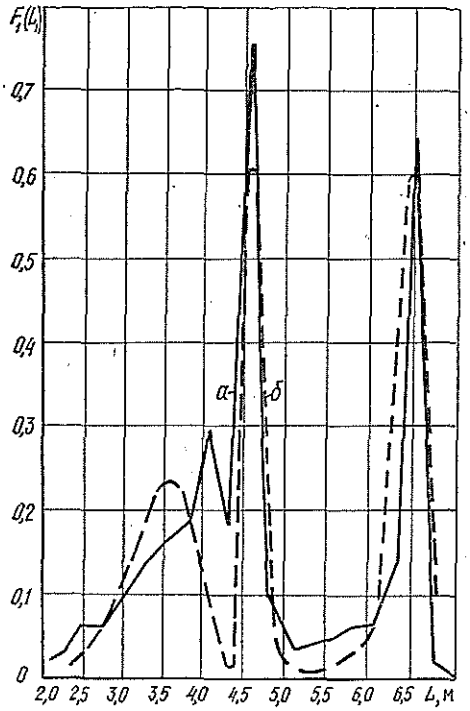


Рис. 1. Распределение пиломатериалов по длинам на ПДО Шарьядрев: *а* — эмпирическая кривая; *б* — аппроксимирующая кривая

Полученные в результате экспериментального исследования эмпирические кривые распределения (рис. 1.2) показывают, что они имеют несколько максимумов. Распределение такого типа относится к разряду полимодальных. Для аппроксимирования полимодальных кривых была использована формула плотности вероятности смеси

$$f(x) = \frac{\gamma_1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-m_1)^2}{2\sigma_1^2}\right] + \frac{\gamma_2}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-m_2)^2}{2\sigma_2^2}\right] + \ldots + \frac{\gamma_n}{\sigma_n\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-m_n)^2}{2\sigma_n^2}\right], \quad (1)$$

где $m_1, m_2, \ldots, m_n$ — математическое ожидание отдельных холмов;

$\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2, \ldots, \sigma_n^2$ — дисперсия отдельных холмов;

γ — доля длины отдельных холмов ($\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots + \gamma_n = 1$).

После подстановки статистических данных экспериментальных исследований получено уравнение кривой распределения пиломатериалов по длинам, найденное методом аппроксимирования полимодальных законов распределения:

$$f(L) = \frac{0{,}6}{0{,}414\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(L-6{,}24)^2}{2\cdot 0{,}414^2}\right] + \frac{0{,}18}{0{,}134\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(L-4{,}47)^2}{2\cdot 0{,}134^2}\right] + \frac{0{,}22}{0{,}528\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(L-3{,}53)^2}{2\cdot 0{,}528^2}\right]. \quad (2)$$

Пользуясь уравнением (2), можно прогнозировать ожидаемый результат распределения пиломатериалов по длинам при распиловке бревен любой длины.

Для бревен длиной 6,5 м используют первое слагаемое уравнения (2)

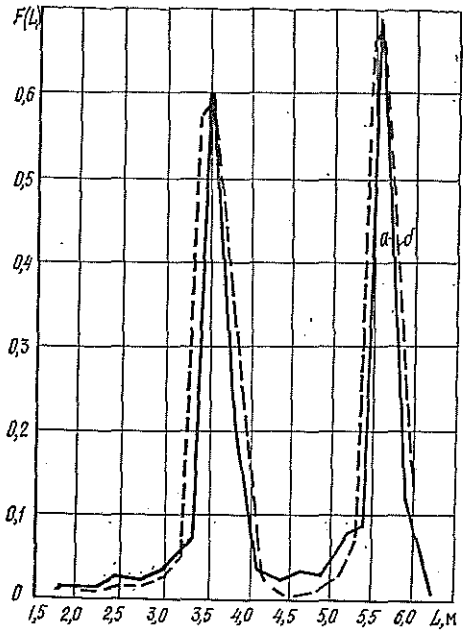


Рис. 2. Распределение пиломатериалов толщиной 50 мм по длинам на Нововятском КДП-41: *а* — эмпирическая кривая; *б* — аппроксимирующая кривая

$$f(L) = \frac{0{,}6}{0{,}414\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(L-6{,}24)^2}{2\cdot 0{,}414^2}\right].$$

При распиловке бревен длиной 6,5 и 4,5 м применяют первое и второе слагаемые выражения (2)

$$f(L) = \frac{0{,}6}{0{,}414\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(L-6{,}24)^2}{2\cdot 0{,}414^2}\right] + \frac{0{,}18}{0{,}134\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(L-4{,}47)^2}{2\cdot 0{,}134^2}\right].$$

Для бревен длиной 6,5; 4,5 м и короче используют уравнение (2) полностью.

Полученное уравнение кривых распределений пиломатериалов по длинам при распиловке бревен различных длин можно использовать для планирования раскроя досок на заготовки, когда их качество совпадает с категорией качества деталей деревянных стандартных домов, а также в процессе динамического моделирования их раскроя на ЭВМ.

УДК 674.047

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО СТОИМОСТИ ЭНЕРГОЗАТРАТ

И. М. МЕРКУШЕВ

Московский лесотехнический институт

Объем сушки пиломатериалов в нашей стране заметно отстает от потребностей народного хозяйства, что приносит ему крупные убытки. В настоящее время высушивают не более 45 ... 50 % вырабатываемой пилопродукции при потребности не менее 75 ... 80 %.

Основной промышленный способ снижения влажности пиломатериалов — традиционная конвективная камерная сушка, требующая весьма существенных энергетических затрат. Объем менее энергоемкой атмосферной сушки очень мал и имеет тенденцию к дальнейшему снижению вследствие некоторых ее существенных организационных недостатков (сезонность, потребность в больших производственных площадях для складов, необходимость создания 6 ... 12 месячных запасов древесины и др.).

Специальные, нетрадиционные способы сушки в промышленности почти не применяют. В то же время некоторые из них могут дать значительную экономию энергозатрат

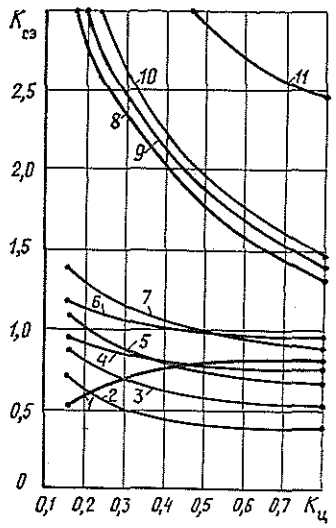
или имеют другие технологические преимущества, и их промышленное использование может внести определенный вклад в повышение объема сушки пиломатериалов, улучшение ее качества и сокращение удельных затрат энергии на ее проведение.

В связи с этим представляет интерес оценка эффективности различных нетрадиционных способов сушки пиломатериалов путем сопоставления между собой стоимости затрачиваемой на сушку энергии.

Изучение по литературным источникам технико-экономических и технологических особенностей нетрадиционных способов сушки (табл. 1) дает весьма ориентировочное и не вполне верное представление о сравнительной их эффективности.

Таблица 1

Способы сушки (и авторы расчетов)	Удельный расход энергии на сушку, кВт · ч/м³, электричества	Удельный расход энергии на сушку, кВт · ч/м³, пара, газа	Себестоимость сушки, р./м³	Доля стоимости энергии, %
Сушка в растворах солей (Т. Н. Ломидзе)	12	151	3,31	28
Гелиосушка (М. М. Тепнадзе)	7	30	2,61	10
Сушка с центрифугированием (В. В. Кулимин)	23	287	5,33	34
Сушка в газовых камерах (П. С. Серговский, И. М. Меркушев):				
на дровах и природном газе	18	354	5,09	16
на газогенераторном топливе	21	354	8,55	24
Адсорбционная сушка (А. Е. Школьник)	60	207	3,67	53
Конденсационная сушка (П. С. Серговский)	163	—	4,29	57
Аэродинамическая сушка (В. В. Сергеев)	180	146	11,44	30
Индукционная сушка (Н. Н. Гей и др.)	286	—	6,74	64
Вакуумно-диэлектрическая сушка (А. А. Горяев)	235	—	8,26	43
Камерно-диэлектрическая сушка (В. В. Богомазов)	166	295	10,32	36



Графические характеристики энергетической эффективности нетрадиционных способов сушки пиломатериалов: *1* — сушка в растворах солей; *2* — гелиосушка; *3* — сушка в газовых камерах; *4* — ротационная сушка; *5* — конденсационная сушка; *6* — адсорбционная сушка; *7* — сушка на газогенераторном топливе; *8* — сушка в аэродинамических камерах; *9* — вакуумно-диэлектрическая сушка; *10* — индукционная сушка; *11* — камерно-диэлектрическая сушка

Это объясняется не столько ошибками в расчетах, сколько тем, что разные авторы оценивали новые способы сушки по разным методикам; не использовали единую базу сравнения и принимали не единые, а местные цены на пар и электроэнергию.

Путем расчета энергоемкости различных способов сушки условного материала по II категории качества (табл. 2) и сравнения с сушкой в современных паровых лесосушильных камерах (базовый вариант) оценена эффективность по коэффициенту стоимости энергозатрат $K_{сэ}$. Коэффициент $K_{сэ}$ представляет собой отношение стоимости энергии на сушку нетрадиционными и базовым способами $C_н/C_б$ и зависит от коэф-

Таблица 2

Нетрадиционные способы сушки пиломатериалов по II категории качества	Оттаивание, нагрев и влаготеплообработка древесины	Нагрев свежего воздуха	Испарение влаги из древесины	Теплопотери через ограждения	Расход энергии, вводимой в камеру	В том числе			Внешние электропотери**	Всего электроэнергии $q_э$	Энергоемкость процесса сушки
						энергии пара $q_п$	энергии газа	электроэнергии			
	кВт · ч/м³ усл.										
Базовый вариант	87	24	126	63	300	240	—	60	—	60	300
Гелиосушка	87	24	126	63	300	29	—	60	—	60	89***
В растворах солей	87	0	126	54	267	255	—	12	—	12	267
В газовых камерах	87	24	126	63	300	29	211	60	—	60	300
Ротационная	81*	24	74	48	227	167	—	60	3	63	230
Конденсационная	87	0	24	63	176	90	—	86	—	86	176
Адсорбционная	87	0	126	63	276	216	—	60	10	70	286
Газогенераторная	87	32	126	63	308	37	211	60	26	86	334
Аэродинамическая	87	24	126	63	300	29	—	271	30	301	330
Индукционная	87	24	126	63	300	29	—	271	68	339	368
Вакуумно-диэлектрическая	81*	0	126	2	210	29	—	182	121	303	332
Камерно-диэлектрическая	87	24	126	63	300	220	—	271	181	452	481

Примечание. *Экономия энергии при сушке с ротационным обезвоживанием объясняется тем, что часть жидкой влаги удаляется из древесины при центрифугировании, а при вакуумно-диэлектрической сушке тепло экономится за счет выпаривания влаги при пониженной температуре. **Внешние потери электроэнергии в токопреобразующих устройствах (колебательных контурах и т. п.) приняты по данным авторов, указанных в табл. 1. *** Расход солнечной энергии не учитывается.

фициента соотношения цен энергии пара и электроэнергии $K_ц = Ц_п/Ц_{эл}$, а также от величины энергозатрат на сушку $q_п$ и $q_{эл}$, принимаемых из табл. 2:

$$K_{сэ} = \frac{C_i}{C_б} = \frac{C_п + C_э}{C_{пб} + C_{эб}} = \frac{q_п K_п + q_э}{q_{пб} K_п + q_{эб}} .$$

В производственных условиях коэффициент соотношения цен пара и электроэнергии $K_ц$ не выходит за пределы 0,15 ... 0,8. В этом диапазоне на рисунке даны графические характеристики энергетической эффективности нетрадиционных способов сушки пиломатериалов.

Одни из них — гелиосушка, сушка в газовых камерах, в конденсационных, с ротационным обезвоживанием и в растворах солей — имеют пониженный коэффициент стоимости энергозатрат ($K_{сэ} < 1$).

Все эти способы энергетически эффективны и при их внедрении дадут экономию средств на энергоресурсах.

Другая группа нетрадиционных способов сушки — в аэродинамических камерах, индукционных, вакуумно-диэлектрических и камерно-диэлектрических сушилках — имеет повышенный коэффициент стоимости энергозатрат ($K_{сэ} > 1$). Внедрение этих способов сушки даст на энергоресурсах убыток. Адсорбционная сушка и сушка в камерах, действующих на газогенераторном топливе, занимают промежуточное положение.

Следует подчеркнуть, что здесь рассматривается не общая, а только энергетическая эффективность нетрадиционных способов сушки. Не исключено, что специфические технологические преимущества некоторых энергоемких способов сушки (например, вакуумно-диэлектрической) могут скомпенсировать в общей себестоимости сушки повышенные энергетические затраты.

Полученные данные и вытекающие из них выводы позволят в дальнейшем более обоснованно планировать НИР и ОКР по изучению и внедрению новой техники и технологии сушки, выбирая наиболее перспективные направления.

УДК 543.8

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

С. Б. КОТЛИК, Т. В. ЛОБУХИНА, С. В. РУСАКОВА, Е. А. ФУЧКИНА, Н. В. КУЗНЕЦОВА, Е. А. СЕДЕЛЬНИКОВА, А. И. КОЙТОВ

Уральский лесотехнический институт

Растет доля древесины, перерабатываемой в древесно-стружечные плиты и фанеру с использованием смол на основе формальдегида. Вследствие этого на деревоперерабатывающих заводах большое значение имеет работа по предотвращению загрязнения формальдегидом воздуха производственных помещений и атмосферы, а следовательно, и контроль за уровнем загрязнения.

Для санитарно-гигиенического анализа содержания формальдегида в воздухе наиболее распространен фотоколориметрический метод с использованием в качестве окрашивающего вещества хромотроповой кислоты или фенилгидразингидрохлорида [1—3]. В литературе, однако, нет основательной статистической оценки этих методик на воспроизводимость анализа при реализации полного комплекса операций.

Учитывая большой диапазон концентраций в газах (различие достигает 10 . . . 15-кратной величины в отдельных пробах), нами проведен, с целью последующей корректной оценки результатов, цикл анализов и определена вероятная ошибка при использовании фенилгидразина и хромотропной кислоты.

Группой аналитиков из 4 человек (для учета субъективного фактора) выполнен комплекс следующих операций:

— приготовление воздушно-формальдегидной смеси путем дозирования из газометра в воздушный поток различных количеств концентрированных паров формальдегида с сопутствующими замерами расходов потоков, температуры, давления;

— отбор пробы из воздушно-формальдегидной смеси в жидкостный поглотитель с сопутствующими замерами объема, температуры, давления;

— анализ содержания формальдегида в поглотителе фотоколориметрированием;

— расчетная оценка количественного содержания формальдегида в отдельных опытах, исходя из дозированных объемов;

— вычисление фактического содержания формальдегида в воздушной смеси по анализу;

— вычисление значения вероятной ошибки анализа путем статистической обработки результатов.

Приведенный перечень операций показывает, что воспроизводимость анализа оценивали с учетом возможных ошибок при отборе пробы газа в поглотителе и при выполнении расчетов. В качестве параллельных определений сопоставляли не отдельные аликвоты, взятые из поглотительной жидкости одного газоотбора, как это практикуется, а параллели, полученные всякий раз при новом отборе газа.

В ходе наработки массива результатов обнаружился существенный недостаток методики анализа, использующей хромотроповую кислоту. Принятая схема предусматривает нагрев смеси реактивов в пробирках, закрытых пробками, на кипящей водяной бане в течение 30 мин [3]. Это часто приводит к самопроизвольной разгерметизации пробирки (выбивание пробки) и искажению анализа. Поэтому нами предложена и использована в опытах пробка со вставленной в нее пипеткой с резиновым колпачком. Эластичный колпачок пипетки при разогревании растягивается, а конденсирующиеся в пипетке пары легко возвращаются в пробирку сжатием колпачка.

Было принято, что объем газовой пробы должен создавать в жидком поглотителе близкие по величине концентрации, соответствующие средним значениям калибровочной шкалы. Концентрация газового потока расчетно планировалась равной 10, 20, 30, 40, 50 мг/нм^3, а объемы пробы газов были соответственно равны 10,8; 5,2; 3,8; 3,1; 1,5 л.

Расход газа определяли с помощью счетчика ГСБ-400, регулировку расхода осуществляли по реометру. Жидкую фазу анализировали на фотоколориметре ФЭК-56. При проведении анализов использовали реактивы марки х.ч., фенилгидразин — ч. д. а. Для приготовления газовой смеси формальдегида применяли параформ.

Результаты анализов сгруппированы в выборки объемом по три параллельных опыта для каждой расчетной концентрации газового потока по хромотроповому и фенилгидразинному методам. Для каждого значения расчетной концентрации была произведена статистическая обработка результатов по известной методике [4]. В итоге установлены следующие границы доверительного интервала, внутри которого со степенью надежности 95 % лежит среднее значение определенной концентрации:

$$x = \bar{x} \pm \Delta x = \bar{x} \pm \frac{2{,}76 t_p}{\sqrt{n}} \text{ мг/нм}^3,$$

где t_p — критерий Стьюдента (табулированная величина);

n — число параллельных определений;

2,76 — опытно установленное среднеквадратичное отклонение концентрации в газе;

$\bar{x}$ — среднее арифметическое значение результатов анализа.

Проверка по критерию Кохрена показала, что в диапазоне исследованных концентраций дисперсии однородны.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бензина Г. И. // Гигиена и санитария.— 1968.— № 6.— с. 100—102. [2]. ГОСТ 22648—77. Пластмассы. Методы определения гигиенических показателей.— Введ. 01.01.78 до 01.07.88.— М.: Изд-во стандартов, 1977.— 22 с. [3]. Перегуд Е. А. Химический анализ воздуха.— Л.: Химия, 1976. [4]. Рузинов Л. П. Статистические методы оптимизации химических процессов.— М.: Химия, 1972.

УДК 547.992.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМЕ П-ВАНИЛИН — ОКСИСОЕДИНЕНИЕ СЕРЫ МЕТОДОМ ЯМР ^{1}H ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

К. Г. БОГОЛИЦЫН, Б. ХОРТЛИНГ, И. ЛИНДБЕРГ

Архангельский лесотехнический институт

Хельсинкский университет (Финляндия)

Применение методов УФ-спектроскопии и полярографии для исследования взаимодействия модельных соединений структурного звена лигнина с оксисоединениями серы в водной и водно-органической среде [1—4, 7, 8] позволило установить факт существования комплексов органическое соединение: гидрат-форма SO_2, HSO_3^--, $S_2O_5^{2-}$-, SO_3^{2-}-ионы состава 1 : 1 и 2 : 1, а также определить их физико-химические характеристики. В настоящей работе для проверки данного положения использована фурье-спектроскопия ЯМР.

Исследованию подвергали растворы п-ванилина и смеси органического соединения с Na_2SO_3 и $NaHSO_3$ состава 1 : 1 в D_2O. Спектры записывали на импульсном ЯМР-спектрометре высокого разрешения Jeol FX-200 FT со встроенной ЭВМ с объемом памяти 16К. Спектральная ширина — 4 кГц, угол отклонения вектора намагниченности — 45°, продолжительность затухания импульса — 2,048 с, длительность повторения импульсов — 5 с. На каждый спектр было проведено 30—50 накоплений. Химические сдвиги указаны в миллионных долях (м. д.) относительно тетраметилсилана. Характеристика препаратов: D_2O для ЯМР-спектроскопии (E. Merck), содержание 99,75 %; п-ванилин ч.д.а. (E. Merck); Na_2SO_3 — безводный, ч.д.а. (E. Merck), содержание 96 %; $NaHSO_3$ ч.д.а. (Baker Analyzed Reagent), содержание в ед. SO_2 — 66,8 %. Полученные экспериментальные результаты приведены на рис. 1—3 и в таблице.

В ПМР-спектрах сигналы протонов альдегидной и фенольной гидроксильной групп п-ванилина обнаружены в виде синглетов при 9,665 — 9,625 и 5,510 — 5,429 м. д., а метоксильной группы — при 3,900 м. д. Для протонов ароматического кольца наблюдается более тонкое расщепление с образованием 2—4 сигналов. Так, дублет, центр которого лежит при 7,520—7,470 м. д., обусловлен резонансом 6Н-протонов, при 7,023—6,845 м. д. — 5Н-протонов, при 7,448—7,396 м. д. — 2Н-протонов с константами спин-спинового взаимодействия $J_{5,6}$ и $J_{6,5}$; $J_{2,6}$ и $J_{6,2}$, равными между собой и соответственно 8...9 и 1,5...2,0 Гц.

Характеристика сигналов ^{1}H ЯМР-спектров высокого разрешения

№ п/п	Исследуемая система	H(OCH$_3$) δ, м. д.	H(OH) δ, м. д.	H(CHO) δ, м. д.	H$_2$		H$_5$		H$_6$		
					δ, м. д.	$J_{2,6}$	δ, м. д.	$J_{5,6}$	δ, м. д.	$J_{6,5}$	$J_{6,2}$
1	п-Ванилин	3,900$_с$	5,510$_с$	9,650$_с$	7,396$_д$	1,5	7,000$_д$	8,0	7,470$_{дд}$	8,0	1,5
2	п-Ванилин: SO_3^{2-}										
	п-Ванилин	3,900$_с$	5,490$_с$	9,625$_с$	7,416$_д$	1,5	6,845$_д$	8,0	7,520$_{дд}$	9,0	1,5
	π-комплекс	3,940$_с$			7,269$_д$	1,5	6,980$_д$	8,0	7,100$_{дд}$	9,0	1,5
3	п-Ванилин: HSO_3^-										
	п-Ванилин	3,900$_с$	5,429$_с$	9,665$_с$	7,448$_д$	2,0	7,023$_{дд}$	9,0	7,493$_{дд}$	8,0	2,0
	π-комплекс	3,882$_с$			7,208$_д$	2,0	6,917$_д$	9,0	7,043$_д$	8,0	2,0

Примечание. $J_{а, в}$ — константа взаимодействия *а* и *в* протонов, Гц; δ — химический сдвиг, м. д.; H ( ) — соответствие протонов определенной группировке или положению в ароматическом кольце; с — синглет; д — дублет; дд — двойной дублет.

Взаимодействие органического соединения с оксисоединениями серы приводит к существенным изменениям характера спектров. Это проявляется в появлении новых сигналов и значительном изменении химических сдвигов $\Delta\delta$. Наибольшее значение данного параметра наблюдается для сигналов 2Н- и 6Н-протонов ароматического кольца и составляет 0,127—0,187 и 0,370—0,427 м. д. Для протонов метоксильной группы при малом значении $\Delta\delta$ обнаружено расщепление сигнала на два. В результате комплексообразования чистая АХ-спиновая система, образованная 6Н- и 5Н-протонами в п-ванилине, превращается в АВ.

Анализ экспериментальных результатов на основе литературных данных [5, 6] позволяет заключить, что в результате атаки сульфирующим агентом альдегидной группы органического соединения образуется комплекс п-ванилин: HSO_3^-; SO_3^{2-}. Это проявляется в поляризации реакционного центра п-ванилина и смещении электронной плотности у положений 6 и 2 бензольного кольца.

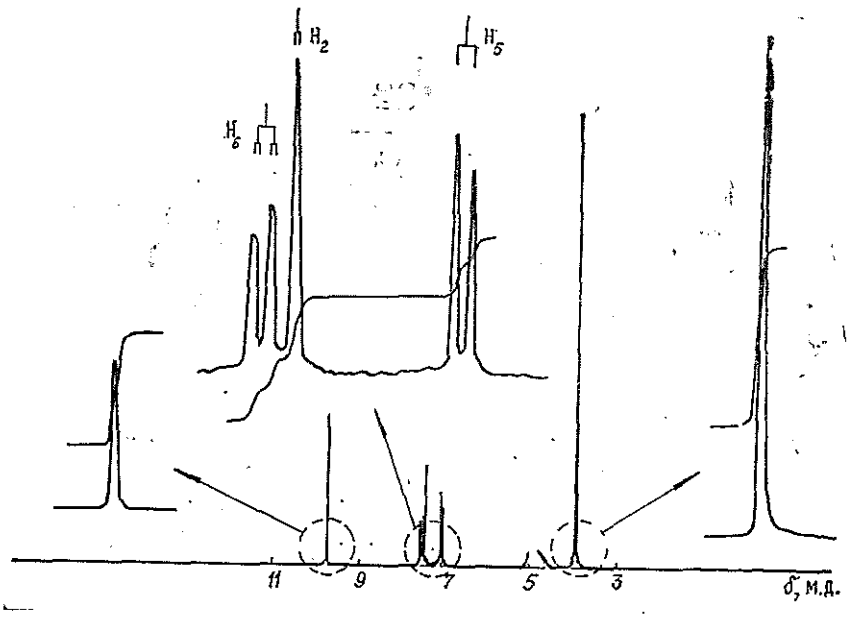


Рис. 1. ^{1}H ЯМР-спектр высокого разрешения п-ванилина в D_2O

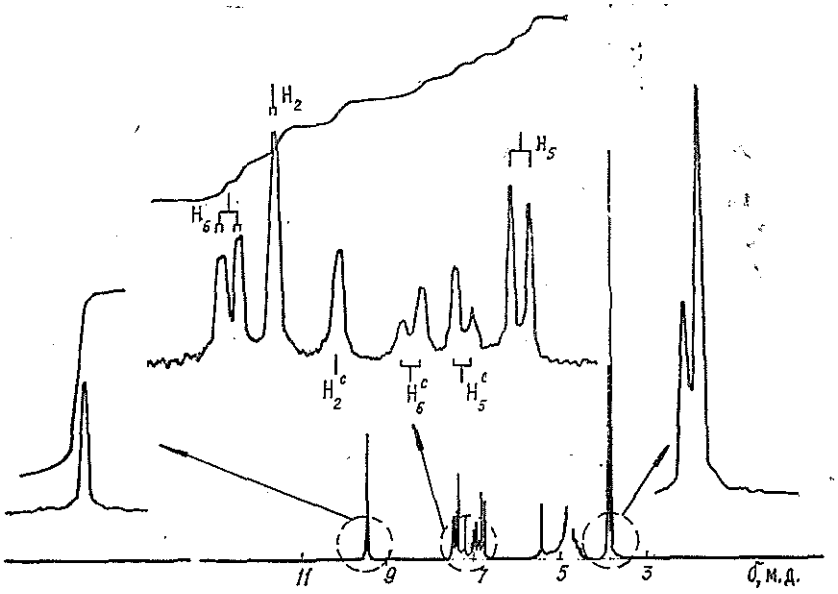


Рис. 2. ^{1}H ЯМР-спектр высокого разрешения системы п-ванилин — Na_2SO_3 — D_2O

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Боголицын К. Г. Полярографическое исследование молекулярных ассоциатов карбонилсодержащих модельных структур лигнина // Химия древесины.— 1984.— № 1.— С. 102—103. [2]. Боголицын К. Г. Спектрофотометрический метод исследования молекулярных ассоциатов в системе лигнофенол — $NaHSO_3$ — H_2O // ЖФХ.— 1984.— Т. 58, № 4.— С. 1011—1013. [3]. Боголицын К. Г., Линдберг И. Исследование молекулярных ассоциатов в системе п-ванилин — $NaHSO_3$ — H_2O // Химия древесины.— 1984.— № 4.— С. 67—75. [4]. Боголицын К. Г., Линдберг И.

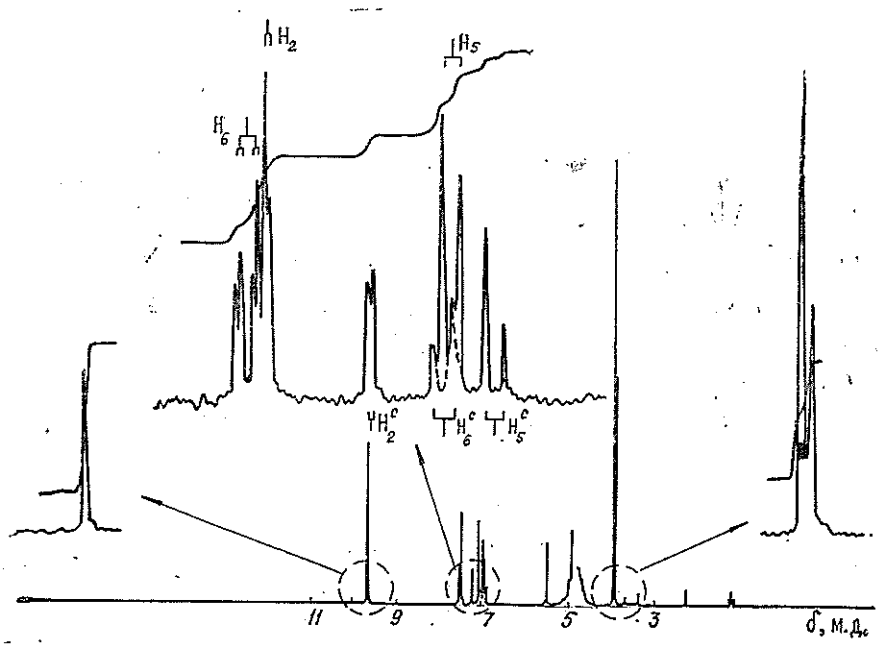


Рис. 3. ^1H ЯМР-спектр высокого разрешения системы п-ванилин $NaHSO_3 — D_2O$.

Термодинамика образования молекулярных комплексов в системе п-ванилин — $NaHSO_3 — H_2O$ // Химия древесины.— 1984.— № 4.— С. 76—79. [5]. Драго Р. Физические методы в химии. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. акад. О. А. Реутова.— М.: Мир, 1981.— 456 с. [6]. Хедвиг П. Прикладная квантовая химия / Пер. с англ. под ред. д-ра хим. наук, проф. А. М. Бродского.— М.: Мир, 1977.— 595 с. [7]. Bogolitsyn K., Lindberg I. Iohan. Molecular association of lignophenols. 1. Polarographic studies of the system vanillin — $SO_2 — H_2O$ at pH < 4 // Cellulose Chem. Technol.— 1983.— Vol. 17, N 1.— P. 19—24. [8]. Lindberg I. Iohan, Bogolitsyn K. Polarographic investigation of complex formation of lignophenols in $NaHSO_3 — H_2O$ — solution // Astr. Conf. «Euroanolysis-IV.— Helsinki / Espoo.— 1981.— S. 395.

УДК 630*813.6

ОБРАЗОВАНИЕ ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ОБРАБОТАННОЙ ГАЛИДАМИ НАТРИЯ

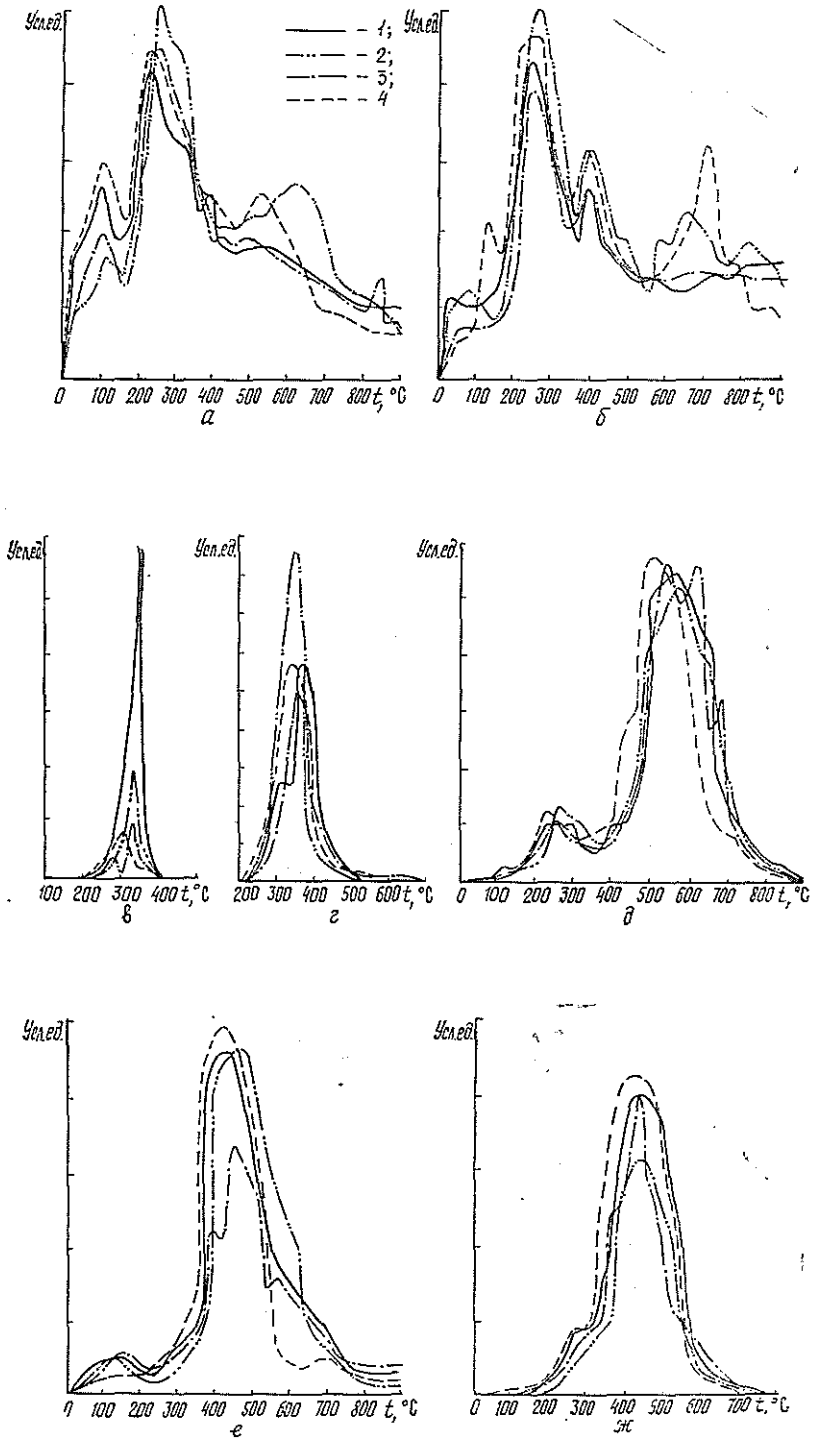
С. Н. ВАСИЛЬЕВ, Д. А. ПОНОМАРЕВ, И. М. ЛУКАШЕНКО, Г. А. КАЛИНКЕВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия
Московская сельскохозяйственная академия

Известно, что некоторые неорганические соединения оказывают значительное влияние на термическую деструкцию целлюлозы. Зависимость количественного состава продуктов деструкции от вводимых добавок можно рассматривать с точки зрения интенсификации выхода веществ, находящих практическое применение, и подавления образования нежелательных компонентов.

Как правило, влияние солей металлов на термодеструкцию целлюлозы определяли методами термического анализа. В имеющихся работах по определению зависимости выхода отдельных летучих продуктов пиролиза, полученных методом пиролитической газовой хроматографии [8], данные приведены лишь для H_2O, CO и CO_2.

Действие галидов натрия на термораспад целлюлозы [1, 3, 6, 7] оценивали только на основе изучения изменения выходов отдельно взятых компонентов. Поэтому интересен анализ состава летучих продуктов деструкции методом пиролитической масс-



Кривые выделения следующих летучих продуктов пиролиза целлюлозы с добавками галидов натрия: *а* — H_2O; *б* — CO_2; *в* — 1,6-ангидро-β-*D*-глюкофураноза; *г* — 1,6-ангидро-β-*D*-глюкопираноза; *д* — CH_4; *е* — ароматические углеводороды; *ж* — фенол и гомологи; *1* — необработанный образец; *2* — обработанный NaCl; *3* — NaBr; *4* — NaJ

спектрометрии, который позволяет получить комплексную картину газовыделения. В этом случае в условиях вакуума первичные продукты пиролиза сразу же анализируют, не подвергая дальнейшим превращениям, что дает возможность определять ангидросахара.

Ранее была показана целесообразность применения этого метода для изучения термической деструкции целлюлозы [4, 5].

Нами изучен пиролиз целлюлозы в широком интервале температур и рассмотрено образование в процессе деструкции следующих соединений: воды, углекислого газа, ангидросахаров, ароматических углеводородов и фенолов. Методика анализа описана в работе [2].

Исследованы образцы хлопковой микрокристаллической целлюлозы (зольность $\leqslant$ $\leqslant 0{,}01$ %) исходной ($MW = 180$) (образец 1), обработанной NaCl (образец 2), NaBr (образец 3), NaI (образец 4). Содержание галидов натрия — 3 мольн. %. В нашей работе, в отличие от известных публикаций [7], для смешения целлюлозы с галидами натрия производили размол в вибромельнице в течение 15 мин. Преимущество этого метода, по сравнению с пропиткой растворами солей, заключается, на наш взгляд, в равномерности распределения добавок в целлюлозе. Однако при интенсивном механическом размоле происходит изменение надмолекулярной структуры целлюлозы, что может отразиться на составе продуктов пиролиза, поэтому полученные в настоящей работе данные можно рассматривать только в сравнении между собой.

В продуктах пиролиза идентифицированы CH_4 ($m/e = 16$), H_2O (18), CO_2 (44). Кроме того, исследованы группы соединений, определенные по суммам характеристических пиков — фенол и его гомологи (93, 94, 107, 108, 121, 122, 135, 136), ароматические углеводороды (77, 78, 91, 92). 1,6-ангидро-β-*D*-глюкопираноза (левоглюкозан) и 1,6-ангидро-β-*D*-глюкофураноза не образуют интенсивных молекулярных ионов, и их содержание было рассчитано по интенсивностям пиков осколочных ионов [4].

Данные об интенсивности пиков из масс-спектров сводили в таблицу для каждого образца. На основании этих таблиц были построены графики относительной зависимости выходов компонентов от температуры и вида добавки.

Форма кривых образования воды зависит от вида вводимой добавки (рис. *а*). В случае необработанного образца и образца с NaBr кривые имеют два пика при $t = 70 \ldots 100$ °С и $t = 220 \ldots 340$ °С. При обработке NaCl и NaI появляется еще и третий пик в интервале температур 550 ... 710 °С, причем в случае NaCl — значительный.

Наличие трех пиков свидетельствует о трех типах дегидратационных процессов. Первый из них связан с удалением адсорбированной влаги, второй — с межмолекулярным отщеплением воды и третий — с внутримолекулярными конденсационными процессами.

Введение галидов натрия несколько увеличивает интенсивность пиков, что сказывается, главным образом, в высокотемпературной области (за исключением NaBr), т. е. галиды металлов катализируют внутри- и межмолекулярные процессы, идущие с выделением воды.

На кривых выделения CO_2 при пиролизе образцов 1—4 также (рис. *б*) наблюдается несколько максимумов, последний из которых в температурном интервале 580 ... 770 °С появляется только при введении добавок (кроме NaBr). Количество образующегося CO_2 также, как и в случае H_2O, заметно зависит от введения добавок только в высокотемпературной области. Это, очевидно, связано с термическим распадом вводимых солей при повышении температуры. В работе [1] указано на образование при этом свободных радикалов, способных активно вступать в реакции с целлюлозой.

Действие галидов натрия проявляется в значительном подавлении образования 1,6-ангидро-β-*D*-глюкофуранозы (рис. *в*). Это согласуется с полученными данными по влиянию широкого набора других солей на выход ангидросахаров [1, 6].

Известно, что присутствие NaCl ускоряет карбонизацию целлюлозы, однако в нашем случае введение этой добавки сказывается на увеличении выхода летучего продукта — левоглюкозана (рис. *г*). Поэтому полученные нами данные нуждаются в дополнительной проверке.

Обработка целлюлозы галидами натрия не вызывает существенных изменений в процессе выделения метана (рис. *д*), следовательно, они не оказывают влияния на скорость его образования.

В интервале температур 370 ... 580 °С происходит перестройка связей С—С в твердом остатке, сопровождающаяся образованием ароматических структур, что проявляется в образовании ароматических углеводородов и фенолов (рис. *е, ж*). Из представленных данных видно, что введение галидов натрия практически не сказывается на количестве выделяющихся при пиролизе ароматических соединений, за исключением NaBr, который в некоторой степени подавляет эти реакции.

Таким образом, добавки галидов натрия не оказывают существенного влияния на состав летучих продуктов термической деструкции целлюлозы. Наличие NaCl и NaI вызывает дополнительное выделение H_2O и CO_2 в области 500 ... 700 °С, добавка NaBr

проявляется в уменьшении выхода ароматических углеводородов. Так как площади пиков пропорциональны количеству образовавшихся при пиролизе веществ, то можно сделать вывод, что все галиды натрия в 2,7—4,6 раза понижают выход 1,6-ангидро-β-*D*-глюкофуранозы по сравнению с необработанной целлюлозой.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Голова О. П. Химические превращения целлюлозы при тепловом воздействии // Успехи химии.— 1975.— Т. 44, вып. В.— С. 1455—1474. [2]. Изучение термической деструкции фосфорилированных целлюлоз / Е. Н. Рязанцев, Д. А. Пономарев, И. М. Лукашенко, Г. А. Калинкевич // Химия древесины.— 1985.— № 3.— С. 34—37. [3]. Кислицын А. Н., Савиных В. И. Влияние галидов натрия на термическую деполимеризацию целлюлозы // Хим. переработка древесины.— 1982.— С. 42—43. [4]. Хмельницкий Р. А., Лукашенко И. М., Бродский Е. С. Пиролитическая масс-спектроскопия высокомолекулярных соединений.— М.: Химия, 1980.— С. 280. [5]. Franklin W. E. Direct pyrolisis of cellulose and cellulose derivatives in a mass-spectrometer with a data system / Anal. Chem.— 1978.— Vol. 51.— P. 992—996. [6]. Sekiguchi Y., Shafizadeh F. The Effect of Inorganic Additives on the formation, Composition and Combustion of Cellulosic / Char. J. Appl. Polym. Sci.— 1984.— Vol. 29.— P. 1267—1286. [7]. Sekiguchi Y., Shafizadeh F., Thompson T. Influence of sodium cloride on volatile products formed by pyrolisis of cellulose: Identification of hydroxybenzenes and 1-hydroxy-2-propanone as major products / Carbohyadr. Res.— 1983.— Vol. 117.— P. 322—327. [8]. Über die Einwirkung von Eisen (II) — und Mangan (II) Salze auf den thermischen Abbau der Cellulose / A. Kogerman, O. Kirret, A. Schevtsenko, E. Heinsoo // Acta Polym.— 1985.— 36.— 172—176.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*17(479)(049.3)

«ДЕНДРОФЛОРА КАВКАЗА»*

В издании многотомного труда приняли участие научные сотрудники трех академий наук Закавказья: Грузинской ССР (Институт леса, Институт ботаники, Тбилисский ботанический сад, Сухумский ботанический сад, Батумский ботанический сад); Ботанического института и сада АН Армянской ССР; Института ботаники АН Азербайджанской ССР.

Что послужило причиной издания «Дендрофлоры Кавказа»? Кавказ весьма богат в флористическом отношении, богата его дендрофлора. В конце XIX в. на Закавказье, в частности на его Черноморское побережье, единственный уголок СССР, имеющий субтропический климат (и то с натяжкой), было обращено внимание многих интродукторов и других специалистов, которые стали завозить сюда экзотические растения со всех пяти частей света, а затем распространять их далее на север. Таким образом на Кавказе оказалось сосредоточено большое количество древесных форм. Часть из них, такие как чай, цитрусовые, розы, хурма японская, бамбуки, пальмы, маслина, фейхоа, кипарисы, криптомерия, тунг, магнолия, «мимоза», гортензия и др., прочно вошли в состав ведущих пород и приобрели большое народнохозяйственное значение. Они значительно потеснили местную колхидскую флору, обогатили ее большим числом вечнозеленых древесных пород. К этому же периоду относится создание на Кавказе и в Крыму ряда парков и садов, вошедших в сокровищницу отечественного паркостроения. Это Приморский парк в Гаграх, Сухумский ботанический сад, дендрарий в Синопе (Сухуми), парк в г. Зугдиди, Батумский ботанический сад, Тбилисский ботанический сад, парк в г. Цинандали и др.

Новая волна интродукции древесных прошла в 30-е гг. После окончания Великой Отечественной войны начались массовые работы по зеленому строительству, но не хватало посадочного материала, посадки велись стихийно. И не случайно поэтому по инициативе акад. ГрузССР В. З. Гулисашвили три Закавказские республики решили издать «Дендрофлору Кавказа».

Цель издания — подвести итоги акклиматизации интродуцированных пород в различных частях Кавказа; дать ботаническую характеристику, используя новые данные исследователей; охарактеризовать биологические, экологические и фитоценологические особенности аборигенных пород-лесообразователей, возможность организации их размножения; показать необходимость использования в лесокультурном деле и зеленом строительстве.

Многие описания сопровождаются точечными картами ареалов, а также дендрометрическими показателями из основных районов произрастания, ценность которых трудно переоценить.

Приведенные описания показывают широкие перспективы перед работниками лесного хозяйства и зеленого строительства по вовлечению этого богатого наследия в производство.

Описания многих видов сопровождаются оригинальными таблицами рисунков, фотографиями ландшафтов Кавказа.

Том I охватывает все голосеменные: семейства от тиссовых — кипарисовых до хвойниковых (166 видов, 36 родов); покрытосеменные: семейства злаковые — лилейные (90 видов, 29 родов). Всего в томе приведено описание 15 семейств, 65 родов, 256 видов и 38 разновидностей и форм. Род сосна из более чем 120 видов, произ-

* Дендрофлора Кавказа (дикорастущие и культурные деревья и кустарники: В 6 т. / Под. общ. ред. В. З. Гулисашвили.— Тбилиси: Ин-т леса АН ГрузССР, 1951—1986.

растающих на земном шаре, на Кавказе представлен 44 видами, из них 5 — дикорастущие.

В том II вошли семейства казуариновые — ильмовые, всего семейств — 8, родов — 20, видов — 169 (помимо них, в тексте упоминается 84 вида), разновидностей и форм — 218. Рассмотрены важнейшие представители лесов Кавказа — береза, бук, граб, дуб, лапина.

Л. И. Прилипко дано развернутое описание рода лапина. По интродуцированному роду пекан (в обработке А. А. Дмитриевой), не указаны разновидности, число которых, по данным т. Мачавариани, в Западной Грузии достигает 18. Прекрасная характеристика берез Кавказа приведена А. Г. Долухановым (с. 108—122), родов граб и грабинник — В. И. Матикашвили (с. 137—149). В. З. Гулисашвили дана развернутая характеристика родов бук (с. 165—173) и каштан (с. 174—182). Выделено 18 дикорастущих и 9 садовых форм каштана, которые в культуре широко не используются. Помимо подробной общей характеристики, автором обработки приведены характеристики основных типов леса, образуемых буком и каштаном. По дубу крупнопыльниковому (с. 222—228), изучению которого посвятил многие годы Л. Б. Махатадзе, выделено 19 типов леса, объединенные в шесть групп. Дана исчерпывающая характеристика порослевых лесов дуба крупнопыльникового.

Том III охватывает семейства тутовые — платановые, всего семейств — 21, родов — 77, видов — 307, разновидностей и форм — 158. Здесь представлены в основном интродуцированные семейства. Так, по роду барбарис из общего числа 500 видов, для Кавказа приводится 77 видов и 79 разновидностей и форм, из них только 4 вида дикорастущих, охватывающих 25 разновидностей и форм (М. Ф. Сахокия). В дендрофлоре Кавказа недостаточно используются представители рода магнолия (16 видов). Это в основном листопадные растения, которые прекрасно цветут весной и летом.

Том IV включает всего два семейства: розовые и бобовые. Охватывает родов — 69, видов — 729 (83 вида упомянуто в тексте), разновидностей и форм — 346. Изложенные в томе материалы показывают, сколь богато представлены на Кавказе аборигенные и интродуцированные виды и формы и как слабо они используются в культуре (буквально единичные виды). Благодаря засухоустойчивости и декоративности большинства аборигенных видов, они должны были найти широкое применение в зеленом строительстве. Можно сослаться на два рода. Первый — род груша (обработка М. Ф. Сахокия). Из почти 60 видов мировой дендрофлоры на Кавказе род представлен 35 видами, подавляющее большинство которых аборигены, и лишь несколько видов можно встретить в культуре в садах и парках. А сколько среди них декоративных — серебристолистных или с глянцевито блестящими листьями, с высокой пирамидальной или низкой раскидистой шатровидной кронами, ожидающих введения в культуру.

Второй пример — представители рода астрагал (обработка Л. Б. Махатадзе). Это обширный род низкоствольных кустарников и кустарничков с округлой подушковидной или плоской наверху кроной. В последнее время в зеленом строительстве широко практикуют создание каменистых групп или «альпийских горок», посадку на рабатках перед зданиями низкорослых кустарников. Для этого вида оформления астрагалы незаменимы. Близок к ним и эспарцет рогатый, образующий полушаровидные (1...2 м в диаметре, 0,8 м в высоту) подушки, усыпанные фиолетово-розовыми цветками до 2 см. К сожалению, аспарцет рогатый не вошел в дендрофлору Кавказа, несмотря на то, что живет 500 лет. Ни один вид астрагала не используется в культуре, хотя каждый из них мог бы явиться украшением любого зеленого устройства. Астрагалы прекрасно растут на ветробойных, щебнистых и песчаных местах, засухоустойчивы, жаростойки и светолюбивы. По роду астрагал приведены лишь определительные ключи для видов, в которых даны весьма краткие сведения по морфологии, распространению и биологии, в то время как по остальным родам и видам сведения более полные.

В том V вошли семейства от рутовых до гранатовых, всего семейств — 35, родов — 98, видов — 268, разновидностей и форм — 263. Из общего числа 150 видов клена на Кавказе растут 44 вида, в том числе 11 дикорастущих, в отношении которых приведены исчерпывающие данные.

Том VI объединяет семейства от миртовых до астровых (=сложноцветных), всего семейств — 23, родов — 99, видов — 357. Это завершающий том издания. Публикуется он после более чем 15-летнего перерыва, что не могло не отразиться на его содержании. Сегодня нет в живых большинства членов авторского коллектива и редакционной коллегии, включая главного редактора В. З. Гулисашвили. Член редколлегии Л. Б. Махатадзе, которому поручили редактирование VI тома, видимо, не взял на себя ответственности вносить за выбывших авторов исправления номенклатурного порядка.

Впервые в «Дендрофлоре Кавказа» (А. Г. Цицвидзе) приведен полный список видов эвкалиптов, выращиваемых на Черноморском побережье Кавказа. Их число — 64, против 400 видов, представленных в Австралии. Дана их экологическая характеристика, показана быстрота роста (годовой прирост 4 м и более), морозостойкость видов, возможный характер использования в народном хозяйстве. Интересно изложен Л. И. Прилипко (с. 144) материал по хурме кавказской, единственному дикорастущему представителю Кавказа.

К каждому из описываемых в шести томах родов А. А. Колаковским дана исчерпывающая справка, показывающая распространение видов ископаемой дендрофлоры в пределах Кавказа.

Дендрофлора Кавказа всего представляет: семейств растений — 98, родов — 428, видов — 1 977 (в том числе свыше 140 видов упоминается в тексте), разновидностей и садовых форм — 1 134, всего 3 111 видов и форм древесно-кустарниковых растений.

Неверно указание, что семейство астровые (=сложноцветные) на Кавказе «представлено только ... родами и видами культурного происхождения». На с. 293, том VI, приведена характеристика рода полынь (семь дикорастущих видов). В то же время непонятно, почему так скомкано семейство астровые. Не упомянуты полукустарниковые виды рода гелихризум (хотя бы г. армянский, одревеснивший стволик которого достигает 2 см в диаметре). По семейству губоцветные отсутствуют роды гименократер, тимян, шлемник, зизифора. По роду акантолимон (обработка Л. И. Прилипко) приведены лишь определительные ключи, охватывающие очень кратко 14 видов.

Названия семейств бобовые, губоцветные, сложноцветные, как и названия отдельных видов, на латинском языке приведены в старой транскрипции. Очень часты нарушения при подборе шрифтов (т. IV, с. 230; т. VI, с. 137 и др.). Издание пестрит ошибками номенклатурного, редакционного и технического характера.

Видимо, по инициативе издательства, в томах V, VI не приведены алфавитные указатели родов и видов, упомянутых в тексте, что усложняет использование материала.

Несмотря на значительное число ошибок, издание «Дендрофлоры Кавказа» следует приветствовать, ибо в нем собраны сведения как об аборигенных, так и интродуцированных видах кавказской дендрофлоры, показаны возможности и пути их использования для дальнейшей интродукции.

«Дендрофлора Кавказа» явится хорошим пособием для лесоводов, студентов, работников зеленого строительства. К сожалению, тираж издания настолько мал, что книги, не успев выйти в свет, превратились в библиографическую редкость.

Я. И. Мулкиджанян

Московский лесотехнический институт

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

НЕКРОЛОГИ

ПОТЕРИ НАУКИ

АНДРЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ

(1909—1987 гг.)

С уходом из жизни Андрея Алексеевича Яценко-Хмелевского отечественная наука потеряла не только выдающегося ученого энциклопедиста, прекрасного педагога, но и исключительно яркого, обаятельного, глубоко порядочного человека. Для нас, учеников и коллег Андрея Алексеевича, эта утрата особенно тяжела. Судьба подарила нам счастье жить и работать с таким солнечным и неповторимым человеком. С первой встречи Андрей Алексеевич завораживал своей доброжелательностью и искренней заинтересованностью. Не было и намека на высокомерие, стремление показать свою значимость ученого с мировым именем, для всех у него находилось время и желание помочь. Контакт налаживался очень быстро и для большинства — на всю жизнь. Кругозор и интересы А. А. Яценко-Хмелевского были настолько широки, что очень часто за советом или консультацией к нему обращались люди самых разных специальностей, иногда вообще не имеющие отношения к биологии.

Одно из основных направлений научной деятельности Андрея Алексеевича — анатомия и физиология древесины — сложилось в конце 20-х гг. в физиологической лаборатории Тбилисского ботанического сада, где он начал свои исследования будучи еще студентом сельскохозяйственного факультета Тбилисского политехнического института (позднее на базе факультета был создан институт субтропических культур), под руководством А. С. Тимофеева и проф. Д. И. Сосновского. Окончив в 1931 г. институт, он в течение 6 лет работал в Закавказском НИИ лесного хозяйства, изучая анатомическое строение древесин основных представителей древесной флоры Кавказа. Итогом этих исследований явилась впоследствии большая монография «Древесины Кавказа» (1954), несколько учебных пособий, результаты легли в основу современной филогенетической системы покрытосеменных.

Работая с 1937 г. в отделе анатомии и физиологии Тбилисского института ботаники АН Грузинской ССР, А. А. Яценко-Хмелевский изучал режим пластических веществ в древесине. В 1938 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Материалы к изучению режима пластических веществ древесины после валки дерева». Большую известность получили также работы, показывающие изменения в структуре и физиологии древесины под воздействием грибов-разрушителей и насекомых, реакции на их проникновение. В эти же годы закладываются основы анатомической диагностики древесин из погребений.

Результаты изучения изменений в древесине, пораженной грибами и насекомыми, нашли широкое практическое применение в строительстве и эксплуатации гражданских и оборонных сооружений. Особенно пригодились они в годы войны, когда А. А. Яценко-Хмелевский, не призванный в ряды действующей армии по состоянию здоровья, приказом Народного Комиссара Грузии был назначен главным инженером республиканской конторы по борьбе с разрушением древесины. За самоотверженный и успешный труд он был награжден Знаком Почета, орденом Трудового Красного Знамени, несколькими медалями. Было создано несколько руководств по защите древесины от разрушений.

С 1944 г. Андрей Алексеевич в течение 10 лет работал в Ереване, в Ботаническом институте АН Армянской ССР, сначала в отделе палеоботаники и эволюционной морфологии, а затем возглавлял лабораторию анатомии растений, закончил работу над докторской диссертацией на тему «Принципы систематики древесины», в 1948 г. ему было присвоено звание профессора по специальности анатомия растений. Послевоенный период оказался очень плодотворным. Он ознаменовался выходом фундаментальных трудов по сравнительной анатомии и эволюции древесин, имевших большое значение для развития филогении и получивших международную известность. Были опубликованы «Принципы систематики древесины» (1948), «Основы и методы анатомического исследования древесины» (1954), «Древесины Кавказа» (1954). Несколько позднее вышли в свет «Голосеменные и покрытосеменные, строение древесины» (1963), целая серия работ была посвящена анатомии древесин ряда тропических стран.

Преподавательская и научная деятельность А. А. Яценко-Хмелевского в химико-фармацевтических институтах — сначала Тбилисском (1954—1957 гг.), а затем Ленинградском (1957—1959 гг.) — также сопровождалась публикацией интереснейших

работ по биологии лекарственных растений, созданием региональных атласов лекарственных растений. Написанный для студентов химико-фармацевтических вузов учебник «Лекарственные растения» с 1963 г. выдержал не одно издание. Однако, несмотря на большие тиражи (150...200 тыс. экземпляров), достать эту книгу практически невозможно.

С 1957 г. жизнь Андрея Алексеевича неразрывно связана с Ленинградом. В 1958 г. он стал заведующим кафедрой анатомии и физиологии растений Ленинградской лесотехнической академии, возглавлял ее более 20 лет и оставался на ней профессором до конца своих дней. В 1974 г. кафедра несколько расширилась и была переименована в кафедру общей экологии, анатомии и физиологии растений. С приходом Андрея Алексеевича начался новый этап не только в биографии заведующего, но и в жизни самой кафедры. Изменилось все — от стиля преподавания и научного руководства до интерьера. В те, все еще драматические для советской биологии годы, Андрей Алексеевич решительно обновил учебные курсы, имя Лысенко (вместе с его портретом) навсегда покинуло стены кафедры, каноны классической генетики легли в основу лекций по физиологии растений и клетки. На так называемых мичуринских семинарах лесохозяйственного факультета сам Андрей Алексеевич и его аспиранты неутомимо пропагандировали новые достижения молекулярной биологии, генетики, физиологии, что, к сожалению, далеко не всегда одобрялось руководством факультета и некоторыми специалистами других кафедр.

Обширные знания, обаяние и демократизм А. А. Яценко-Хмелевского привлекли к нему множество учеников. Наряду с традиционными для Андрея Алексеевича исследованиями в области систематической анатомии растений (в том числе анатомии тропических древесин), закладываются основы совершенно новых направлений — культуры изолированных тканей древесных «ин витро», развивается комплексный эколого-физиологический подход к изучению биогеоценозов. Некоторые из этих работ (например, изучение энерго- и массообмена в растительных сообществах) лежали в рамках глобальных исследований биосферы, крайне малочисленных в то время и все более развивающихся в наши дни. Хотя Андрей Алексеевич любил повторять, что он не физиолог, его широчайшая общебиологическая эрудиция, научная интуиция и любознательность инициировали множество работ именно по физиологии лесных растений. Исследования проводились на клеточном, организменном и фитоценотическом уровнях.

Прекрасное знание иностранных языков, обширные международные и союзные связи Андрея Алексеевича (он уже в 1934 г. был по рекомендации проф. Йэльского университета Дж. Рекорда принят в Международную ассоциацию анатомов древесины, а в 1982 г. стал одним из шести ее вице-президентов, в 1974 г. был избран членом Французской сельскохозяйственной академии наук) обеспечивали контакт кафедры с научными и учебными центрами, способствовали созданию одной из лучших в стране коллекций древесин. Уже с начала 70-х гг. природоохранная тематика занимает значительное место среди исследований кафедры. Изученные А. А. Яценко-Хмелевским механизмы раневых реакций клеток и растений на неблагоприятные факторы среды и антропогенное воздействие легли в основу многих работ его учеников. Кафедра заняла ведущее место в области анатомии и физиологии среди лесных вузов СССР, на ее базе совместно с Всесоюзным ботаническим обществом с 1963 г. стали проводиться всесоюзные совещания по анатомии, физиологии и экологии лесных растений, до сих пор собирающие многочисленную аудиторию.

Трудно перечислить то обилие консультаций, за которыми обращались специалисты разных профилей. Это были и сотрудники музеев — Государственного Эрмитажа, Русского музея, загородных дворцов, столкнувшиеся с трудностями в подборе древесин в процессе реставрации паркетов, икон, определении пород древесин из раскопов; физики-акустики с предприятия, выпускающего музыкальные инструменты, пытающиеся выяснить причины недостаточно высокого качества звука рояля «Красный Октябрь»; специалисты по криминалистике, которым мельчайшие частицы древесины могли помочь раскрыть картину преступления, и др. Не было случая, чтобы Андрей Алексеевич и его ближайшие сотрудники отказались помочь, не считаясь с собственной загруженностью.

Педагогическая деятельность А. А. Яценко-Хмелевского была также очень яркой и многосторонней. Его учебник «Краткий курс анатомии растений» послужил основой для обучения нескольких поколений лесоводов Советского Союза и Вьетнама. Были созданы многочисленные учебные пособия и лабораторные практикумы по анатомии, физиологии растений, микробиологии, а также по некоторым спецкурсам. Лекции Андрея Алексеевича вызывали живейший интерес студентов и аспирантов всех кафедр. Обладая совершенным чувством юмора, Андрей Алексеевич после изложения особенно трудного материала на лекциях часто шутил и, если реакция не была достаточно быстрой, искренне огорчался, сетуя на «мрачность» аудитории. Лекции, несмотря на многолетнее чтение курса, никогда не превращались для него в неотвратимую необходимость, скучную обязанность. Он очень любил присутствие сотрудников на своих публичных выступлениях, что давало возможность потом обсудить лекцию или доклад. Часто и охотно посещал лекции доцентов, делая им после лекции меткие замечания.

В период экзаменационной сессии А. А. Яценко-Хмелевский был самым желанным экзаменатором, поскольку студенты считали его значительно либеральнее доцентов. Либерализм его был, конечно, весьма относительным. Задавая как бы не касающиеся предмета экзамена вопросы и создавая обстановку доброжелательности. Андрей Алексеевич моментально выявлял уровень знаний студента. Иногда, вероятно, нарушая правила Минвуза, предлагал какому-нибудь нерадивому студенту-иностранцу, пытающемуся замаскировать пробелы в образовании недостаточным владением русским языком, отвечать по-французски (или по-английски). Студенты рассказывали о нем истории, зачастую едва ли соответствовавшие действительности. Так, из поколения в поколение передается рассказ о том, как после беседы с профессором из Парижа Андрей Алексеевич, якобы по рассеянности, начал читать лекцию студентам по-французски и был в недоумении, заметив, что они не конспектируют. Совершенно очевидно, что истинный джентльмен, всегда с уважением относившийся к студенческой аудитории, Андрей Алексеевич никогда не позволил бы себе такую рассеянность. Эта легенда свидетельствует об огромной популярности Андрея Алексеевича в студенческой среде.

С большим энтузиазмом и изобретательностью А. А. Яценко-Хмелевский в начале 70-х гг. включился в организацию студенческих олимпиад по общей биологии. Под его руководством была разработана очень интересная система тестов по разным разделам биологии, включающая натурные экспонаты. С 1972 г. кафедра стала центром проведения городской олимпиады, и каждый год в стены лесотехнической академии стекались студенты из университета, педагогического, химико-фармацевтического, сельскохозяйственного, а затем и ветеринарного институтов. Проведению олимпиады всегда предшествовала гигантская подготовительная работа, в которой были заняты все преподаватели и большинство научных сотрудников кафедры, непременно менялись вопросы, экспонаты, девизы, но никто особенно не роптал. В день проведения олимпиады — а это был непременно воскресный весенний день — царила праздничная атмосфера, особенно среди преподавателей разных вузов, которые по-настоящему чувствовали себя коллегами, обменивались мнениями, шутили, переживали успехи и неудачи своих студентов.

Андрей Алексеевич обладал редким даром с восторгом принимать розыгрыши и шутки, с удовольствием сам принимал в них участие. Его письма — а литературным слогом он владел превосходно и многие из них представляют шедевры эпистолярного искусства — были всегда полны оптимизма, юмора, порой сарказма. По-видимому, переписка Андрея Алексеевича с друзьями, коллегами, учениками, которую он бережно сохранял в большом порядке,— это также литературное наследие, имеющее вместе с тем большую историческую и научную ценность. Вероятно, многие из писем следовало бы опубликовать, чтобы более широкая аудитория имела возможность познакомиться с ними.

При всей мягкости и добродушии Андрей Алексеевич оставался человеком глубоко принципиальным. «Париж не стоит мессы»,— внушал он своим ученикам и никогда не шел на компромиссы с совестью, даже в тяжелые для советской биологии годы. У него начисто отсутствовало чинопочитание, в заслуги засчитывались талант, трудолюбие, любознательность и совестливость. «У него (нее) есть совесть!» — говорил Андрей Алексеевич, и это означало большую похвалу.

А. А. Яценко-Хмелевский внес огромный вклад в развитие многих направлений ботанической науки — анатомии, физиологии, экологии, эволюции растений. Им опубликовано более 200 работ, в том числе 4 монографии, 4 учебника, написаны главы в многотомное издание «Жизнь растений» и БСЭ. Он был вице-президентом Всесоюзного ботанического общества и Международной ассоциации анатомов древесины, членом Французской сельскохозяйственной академии наук, членом редколлегии «Ботанического журнала» и журнала «Растительные ресурсы», редактором большого числа монографий, постоянно рецензировал, оппонировал и т. д. Но не менее велика роль А. А. Яценко-Хмелевского в подготовке специалистов. Более 80 кандидатских и 5 докторских диссертаций защищено под его руководством, не менее 100 потоков студентов слушали его лекции. Память о выдающемся ученом, интеллигентном, необычайно талантливом и щедром человеке навсегда останется в сердцах его учеников, коллег, многочисленных товарищей и друзей и всех тех, кому даже на короткое время посчастливилось встретиться с Андреем Алексеевичем.

К. И. Кобак, М. В. Барчукова, Н. И. Лайранд

Государственный гидрологический институт
Ленинградская лесотехническая академия

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1988

ПАМЯТИ ПИТИРИМА НИКОЛАЕВИЧА ЛЬВОВА

28 февраля 1988 г. на 72-м году жизни скончался заслуженный деятель науки РСФСР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства и почвоведения Архангельского лесотехнического института Питирим Николаевич Львов.

Трудовую жизнь П. Н. Львов начал в 1932 г. слесарем. В 1934 г. он поступил в Архангельский лесотехнический институт, который закончил с отличием в 1938 г. Затем он работал в Двинолесе и Ваголесе. В 1939 г. был призван в ряды Советской Армии и с начала войны участвовал в боях на Юго-Западном фронте.

После демобилизации в 1947 г. Питирим Николаевич в течение 11 лет работал в Архангельском стационаре АН СССР, а с 1958 г. и до последних дней жизни — в АЛТИ. Здесь П. Н. Львов в течение 26 лет возглавлял кафедру лесоводства и почвоведения, а в 1966—1973 гг. работал проректором по учебной работе. В 1956 г. он защитил кандидатскую, а в 1974 — докторскую диссертацию.

П. Н. Львов был одним из ведущих профессоров института, крупным ученым, высококвалифицированным педагогом, энергичным администратором и хорошим методистом. Более чем за 40-летний период трудовой деятельности им написаны и опубликованы 22 книги и брошюры и свыше 100 научных статей. П. Н. Львов создал новое научное направление — таежное лесоводство на географической основе. Лесоводам хорошо известны такие книги, как «Пути естественного облесения вырубок Севера», «Практическое пособие таежному лесоводу», «Профилактика лесных пожаров», «Природа лесов Европейского Севера и ведение в них хозяйства», «Лесная типология на географической основе» и др.

П. Н. Львов горячо популяризировал науку о лесе и вопросы охраны природы, была активна его общественная деятельность. Он являлся председателем Областного комитета защиты мира, избирался членом Архангельского горкома КПСС и депутатом городского Совета народных депутатов, членом парткома института, членом правления Областного общества «Знание», был членом редколлегии «Лесного журнала» и др.

П. Н. Львов имел 12 правительственных наград.

Светлая память о Питириме Николаевиче Львове, крупном ученом, талантливом педагоге, человеке широкой и доброй души останется у нас навсегда.

О. М. Соколов, П. М. Малаховец,
А. А. Плохов, Л. Ф. Ипатов

Архангельский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

Е. С. Романов. Совершенствование управления лесным комплексом 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. И. Гусев, С. В. Третьяков. Сезонный рост еловых молодняков под пологом сосновых древостоев 5

М. И. Калинин, И. И. Мякуш, Ю. М. Добрынюк. Строение корневых систем лесообразующих пород смешанных буково-пихтово-еловых насаждений Украинских Карпат 9

Ю. Н. Азниев, И. Э. Рихтер, В. В. Сарнацкий. О влиянии растительного покрова на поверхностный сток 12

А. З. Швиденко, А. А. Строчинский, П. И. Лакида. Абсолютные полноты и запасы полных искусственных сосновых древостоев Полесья УССР 15

С. И. Смирнов. О факторах, определяющих условия произрастания насаждений дуба черешчатого на водораздельных плато в предгорьях Северо-Западного Кавказа 19

Л. Т. Свиридов. Аэродинамические свойства лесных семян и их примесей . . . 21

М. М. Котов. Методические основы селекции сосны в Среднем Поволжье . . . 24

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. Т. Суриков. Экономико-математическая модель оптимальных схем лесотранспорта 27

П. М. Мазуркин, В. И. Кретинин, В. Н. Соловьев, В. И. Загайнов, В. Г. Бобров. Моделирование показателей выпуска машины ЛП-19 31

В. В. Худоногов. Оценка гидродинамического «качества» реевого бона 34

А. А. Митрофанов. Определение держащей силы складных якорей 38

В. М. Азаренков. О расчете реевого лесонаправляющего сооружения 41

Г. М. Васильев, Е. Г. Есюнин. Условия применения манипуляторов на сортировке сортиментов 45

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Г. С. Шубин. Обобщенная система уравнений тепломассопереноса при переменных условиях среды и ее реализация на ЭВМ для расчета процессов сушки древесины 49

Л. А. Шабалин, В. Ф. Виноградов, В. И. Смирнов, Н. Ф. Рябухин. Эффективность упрочнения боковин поперечин пильной рамки токами высокой частоты 56

Т. В. Кишкурно. Оценка режимных параметров стадий процесса при решении задачи оптимального управления качеством плит 59

Л. С. Суровцева, М. А. Окулова. О возможности повышения выхода пилопродукции 63

Л. М. Ковальчук, Ю. А. Варфоломеев, Е. Б. Рюмина. Нормативная прочность пиломатериалов с зубчатыми клеевыми соединениями при изгибе и растяжении 69

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. И. Соболев, В. Ф. Морозов, М. С. Кебич. О моделировании процесса прямого получения фурфурола 73

А. А. Эльберт, О. В. Дорохова, А. М. Сингуринди, Л. И. Крюкова. Изучение влияния древесины на выделение формальдегида из древесностружечных плит 76

Т. В. Сухая. Повышение качества древесноволокнистых плит легким гидролизом древесноволокнистой массы 80
А. В. Канарский, Н. В. Платицына, Д. М. Фляте. Влияние вида целлюлозы на свойства картона для предварительной фильтрации жидкостей 84
С. С. Сметанина, Д. А. Пономарев. Новое направление использования поверхностно-активных веществ на основе лесохимических фенолов 88

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

С. П. Бахтина. Прямая хлыстовая и сортиментная вывозка в условиях территориальных лесных комплексов 91
Э. В. Залукаева. К переходу предприятий лесной промышленности на нормативный метод распределения прибыли 93
Л. Е. Баранова, В. С. Люблин, В. В. Коленова. Оценка технико-экономического уровня производства технологической щепы из отходов лесопиления и деревообработки 97
П. Жуковски. Модель использования технологического оборудования для оперативного управления производством мебели 100

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. С. Писанов. Изменение прироста как индикатор влияния подтопления на древостои сосны в разных типах леса 105
П. Н. Львов, Д. П. Засухин. Некоторые качественные показатели свежесрубленной и выдержанной древесины сосны 107
Б. К. Термена, В. А. Гаврилюк, А. В. Бацура, В. В. Мецак. Устойчивость некоторых восточноазиатских древесных интродуцентов в условиях Предкарпатья 108
С. В. Тетюхин. О признаках дешифрирования космических фотоснимков . . . 111
Н. П. Днепровский. Влияние технических характеристик тягового моста на величину защитной зоны в автоматизированных лесных питомниках 113
Ю. В. Новоселов, В. Т. Шнырев. Автоматический контроль объемного расхода измельченной древесины фотоэлектрическим методом 116
Ф. Н. Карпунин, В. И. Метельков. Характер распределения пиломатериалов для деревянных стандартных домов по длинам 118
И. М. Меркушев. Оценка эффективности нетрадиционных способов сушки пиломатериалов по стоимости энергозатрат 120
С. Б. Котлик, Т. В. Лобухина, С. В. Русакова, Е. А. Фучкина, Н. В. Кузнецова, Е. А. Седельникова, А. И. Койтов. Контроль загрязнения воздуха деревоперерабатывающих производств 123
К. Г. Боголицын, Б. Хортлинг, И. Линдберг. Исследование молекулярных комплексов в системе п-ванилин — оксисоединение серы методом ЯМР ^1H высокого разрешения 124
С. Н. Васильев, Д. А. Пономарев, И. М. Лукашенко, Г. А. Калинкевич. Образование летучих продуктов при термической деструкции целлюлозы, обработанной галидами натрия 127

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Я. И. Мулкиджанян. «Дендрофлора Кавказа» 131

НЕКРОЛОГИ

К. И. Кобак, М. В. Барчукова, Н. И. Лайранд. Потери науки. Андрей Алексеевич Яценко-Хмелевский (1909—1987 гг.) 134
О. М. Соколов, П. М. Малаховец, А. А. Плохов, Л. Ф. Ипатов. Памяти Питирима Николаевича Львова 137

Рефераты 142

CONTENTS

E. S. Romanov. Improvement management of Forest complexe 3

FORESTRY

I. I. Gusev, S. V. Tretyakov. Young Spruce Seasonal Growth under Pine Stands Canopy 5

M. I. Kalinin, I. I. Myakush, Yu. M. Dobrynyuk. Composition of Forest Forming Species' Root Systems of Mixed Beech-Spruce-Fir Plantations in the Ukrainian Carpathians 9

Yu. N. Azniev, I. E. Rikhter, V. V. Sarnatsky. On Influence of Plant Cover on Surface Runoff 12

A. Z. Shvidenko, A. A. Strochinsky, P. I. Lakida. Absolute Densities and Dense Artificial Pine Stands in UkSSR Polesje 15

S. I. Smirnov. On Factors Determining Growth Conditions of Common Oak Stands on Watershed Plateau at Foothills of North-Western Caucasus . . 19

L. T. Sviridov. Aerodynamic Properties of Forest Seeds and their Impurities . 21

M. M. Kotov. Methodical Basis of Scotch Pine Selection on Middle Volga Area 24

FOREST EXPLOITATION

V. T. Surikov. Economico-Mathematical Model of Optimal Wood Transport Schemes 27

P. M. Mazurkin, V. I. Kretinin, V. N. Soloviev, V. I. Zagainov, V. G. Bobrov. Modelling of Indices of Machine LP-19 Output 31

V. V. Khudonogov. Estimation of Hydrodynamic Quality of Fin Boom 34

A. A. Mitrofanov. Determination of Holding Force of Folding Anchor 38

V. M. Azarenkov. Calculation of Tinboom 41

G. M. Vasiliev, E. G. Esyunin. Conditions of Manipulator Application in Assortment Grading 45

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

G. S. Shubin. Integrated Set of Simultaneous Equations of Heat-Mass-Transfer in Variable Medium Conditions and its Solution on Computer for Calculation of Wood Drying Processes 49

L. A. Shabalin, V. F. Vinogradov, V. I. Smirnov, N. F. Ryabukhin. On Efficiency of Hardening of Crossbeam Sides of a Sawframe by High Frequency Corrents 56

T. V. Kishkurno. Estimation of Regime Parameters of Process Stages while Solving Problem of Optimal Control of Board Quality 59

L. S. Surovtseva, M. A. Okulova. On Possible Increase of Sawn Products Yield 63

L. M. Kovalchuk, Yu. A. Varfolomeev, E. B. Ryumina. Normative Bending and Tensile Strength of Scart Glued Joint Lumber 69

CHEMICAL WOODWORKING

V. I. Sobolev, V. F. Morozov, M. S. Kebich. On Modelling of Direct Production Process of Furfural 75

A. A. Elbert, O. V. Dorochova, A. M. Singurindi, L. I. Kryukova. Investigation into Influence of Wood on Formaldehyde Isolation from Particleboard 76

T. V. Sukhaya. Increase of Quality in Fibreboard Production with slight Pulp Hydrolysis 80

A. V. Kanarsky, N. V. Platitsina, D. M. Elyate. Influence of Cellulose Type an Properties of Liquid Pre-Filtration Board 84
S. S. Smetanina, D. A. Ponomarev. New Trend in Utilization of Wood Pyrogenous Phenols Surfactants 88

ECONOMICS AND MANAGEMENT

S. P. Bakhtina. Direct Logging of Entire Tree and Sortments under Forming of Areal Forest Complexes 91
E. V. Zalukaeva. To Transfer of Timber Industry Enterprises to Normative Method of Profit Distribution 93
L. E. Baranova, V. S. Lyublin, V. V. Kolenova. Evaluation of Technico-Economical Production Level of Woodroom Chips 97
P. Zhukovski. Model of Using Technological Equipment for Operational Control of Furniture Production 100

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

V. S. Pisanov. Increment Variation as Indicator of Flooding Influence on Pine Stands in Different Kinds of Forest 105
P. N. Lvov, D. P. Zasykhin. Some Qualities of Pine Green and Seasoned Wood 107
B. K. Termena, V. A. Gavrilyuk, A. V. Batsura, V. V. Metsak. Tolerance of Some East Asian Arboreal Introducents in the Carpathian Foothills . . . 108
S. V. Tetyukhin. On Signs of Space Photograph Identification 111
N. P. Dneprovsky. Effect of Technical Characteristics of Agrobrige on a Size of Protective Zone in automatic Forest Breedingraunds 113
Yu. V. Novoselov, V. T. Shnyrev. The Automatic Control of Crushed Wood's Volumed Expenditure 116
F. N. Karpunin, V. I. Metelkov. Character of Distribution of Sawn Materials for Wooden Prefabricated Houses in Lengths 118
I. M. Merkushev. Electroenergy Cost Evaluation of Inconventional Lumber Drying Process 120
S. B. Kotlik, T. V. Lobukhina, S. V. Rusakova, E. A. Fuchkina, N. V. Kuznetsova, E. A. Sedelnikova, A. I. Koitov. Control over Airial Contamination by Woodworking Enterprises 123
K. G. Bogolitsyn, B. Kortling, I. Lindberg. Investigation of Molecular Complex in p-Vanillin — Sulphur Oxycompound Systems by the High Permission ^1H YaMR Methods 124
S. N. Vasiliev, D. A. Ponomarev, I. M. Lukashenko, G. A. Kalinkevich. Formation of Volatile Productl of Thermas Destruction of Sodium Halide-Treated Pulp 127

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

Ya. I. Mulkiganyan. „Dendroflora of the Caucasus“ 131

OBITUARYS

K. I. Kobak, M. V. Barchukova, N. I. Lairand. Waste of Sience. A. A. Yatsenko-Khmelevsky (1909—1987) 134
O. M. Sokolov, P. M. Malakhovets, A. A. Plokhov, L. F. Ipatov. Memory of P. N. Lvov 137

Precis 142

РЕФЕРАТЫ

Совершенствование управления лесным комплексом. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн. 1988, № 3, с. 3—4.

УДК 630*181.65

Сезонный рост еловых молодняков под пологом сосновых древостоев. ГУСЕВ И. И., ТРЕТЬЯКОВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 5—9.

Установлена зависимость сезонного роста еловых молодняков от температуры воздуха, возраста первого соснового яруса и высоты деревьев ели второго яруса. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*181.36

Строение корневых систем лесообразующих пород смешанных буково-пихтово-еловых насаждений Украинских Карпат. КАЛИНИН М. И., МЯКУШ И. И., ДЕБРЫНЮК Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 9—12.

Приведены основные биометрические характеристики корневых систем ели обыкновенной, пихты белой, бука лесного и клена-явора 30-летнего возраста с распределением их по группам роста. Установлено, что дифференциация корневых систем у исследованных древесных пород выражена более значительно, чем дифференциация стволов. Наибольшая суммарная протяженность корней выявлена у ели обыкновенной. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*116

О влиянии растительного покрова на поверхностный сток. АЗНИЕВ Ю. Н., РИХТЕР И. Э., САРНАЦКИЙ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 12—15.

Показана роль соснового леса и люпинового покрова в переводе поверхностного стока во внутрипочвенный на склонах и выработанных гравийных карьерах. Для более быстрого формирования напочвенного покрова, предотвращения поверхностного стока и повышения продуктивности древостоев рекомендованы введение многолетнего люпина в междурядья сосновых культур и мероприятия по охране напочвенного покрова. Ил. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*567

Абсолютные полноты и запасы полных искусственных сосновых древостоев Полесья УССР. ШВИДЕНКО А. З., СТРОЧИНСКИЙ А. А., ЛАКИДА П. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 15—19.

Изложены итоги моделирования абсолютной полноты и запаса искусственных сосновых древостоев. Уровни абсолютных полнот установлены аппроксимацией данных таксации и на основе статистических критериев в результате построения верхнего доверительного интервала сумм площадей сечений. Полученные нормативы приведены в зависимости от средней высоты древостоя и дифференцированы по уровням производительности. Предназначены для использования при определении относительной полноты и запаса сосновых культур. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*181

О факторах, определяющих условия произрастания насаждений дуба черешчатого на водораздельных плато в предгорьях Северо-Западного Кавказа. СМИРНОВ С .И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 19—21.

Показано, что условия произрастания насаждений дуба черешчатого на водораздельных плато в предгорьях Северо-Западного Кавказа, определяются избыточным, застойным увлажнением в начале вегетационного периода. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*232.312.3

Аэродинамические свойства лесных семян и их примесей. СВИРИДОВ Л. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 21—24.

Приведены результаты исследования аэродинамических свойств семян (с крылышками, обескрыленных и примесей) сосны и ели обыкновенной, лиственницы сибирской, кленов остролистного, татарского, ясенелистного, ясеней обыкновенного и зеленого, вяза мелколистного, позволяющие обосновывать скоростные режимы процесса воздушной очистки и сортирования. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*232.12:582.475.4 (470.41/43)

Методические основы селекции сосны в Среднем Поволжье. КОТОВ М. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 24—26.

По результатам многолетних исследований в Среднем Поволжье сформулирован принцип, поэтапное решение вопросов аналитической селекции сосны, ее эффективность и практическая значимость при организации постоянной лесосеменной базы. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*37.001

Экономико-математическая модель оптимальных схем лесотранспорта. СУРИКОВ В. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 27—31.

Дано описание разработанной математической модели и функции цели для построения оптимальных схем транспортного освоения лесосырьевых баз. Ил. 1.

УДК 630*36:658.5.012.12

Моделирование показателей выпуска машины ЛП-19. МАЗУРКИН П. М., КРЕТИНИН В. И., СОЛОВЬЕВ В. Н., ЗАГАЙНОВ В. И., БОБРОВ В. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 31—34.

Приведены многофакторные регрессионные модели месячного и годового выпуска машин ЛП-19, а также себестоимости и трудоемкости изготовления одной машины. Табл. 5. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*378.7

Оценка гидродинамического «качества» реевого бона. ХУДОНОГОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 34—38.

Представлены результаты исследований равновесия реевого бона в потоке, с учетом продольных сил, действующих на реи, на основе которых даны оценки гидродинамических «качеств» реевого бона. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*378:627.231.8

Определение держащей силы складных якорей. МИТРОФАНОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 38—41.

Приведены сведения о конструкции складных якорей, их характеристики и опыт внедрения. Предложен метод определения допускаемой нагрузки. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*378.7

О расчете реевого лесонаправляющего сооружения. АЗАРЕНКОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 41—45.

Предложены простые и удобные формулы для определения ширины полосы леса при заданном рабочем угле расположения бона к направлению потока. Расчет основан на определении расстояния между реями, при котором не происходит подныривания бревен под сооружение при возрастании ширины полосы леса от минимального до максимального его значения. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*848.7-791.8:621.86.06

Условия применения манипуляторов на сортировке сортиментов. ВАСИЛЬЕВ Г. М., ЕСЮНИН Е. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 45—48.

Приведены результаты определения эффективного применения манипуляторов на сортировке короткомерных сортиментов. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.047/049:536.24

Обобщенная система уравнений тепломассопереноса при переменных условиях среды и ее реализация на ЭВМ для расчета процессов сушки древесины. ЩУБИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 49—56.

Приведена обобщенная система уравнений тепломассопереноса, из которой как частные случаи получаются формулировки процессов сушки и нагревания тел при подвижных и неподвижных границах фазового перехода в материале. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 674.053:621.933.61

Эффективность упрочнения боковин поперечин пильной рамки токами высокой частоты. ШАБАЛИН Л. А., ВИНОГРАДОВ В. Ф., СМИРНОВ В. И., РЯБУХИН Н. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 56—59.

Разработан метод повышения несущей способности пильных рамок одноэтажных лесорам путем упрочнения их боковин токами высокой частоты. Ил. 3.

УДК 674.815

Оценка режимных параметров стадий процесса при решении задачи оптимального управления качеством плит. КИШКУРНО Т. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 59—63.

Сформулированы целевая функция, основные принципы построения математических моделей отдельных стадий процесса производства ДСП, выбраны ограничения на параметры. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.09-791.8.001.5

О возможности повышения выхода пилопродукции. СУРОВЦЕВА Л. С., ОКУЛОВА М. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 63—68.

Рассматриваются вопросы экономии древесины за счет изменения диапазона сортировки бревен по диаметрам применительно к условиям работы Котласского деревообрабатывающего комбината. Ил. 1. Табл. 6.

УДК 630*824.86

Нормативная прочность пиломатериалов с зубчатыми клеевыми соединениями при изгибе и растяжении. КОВАЛЬЧУК Л. М., ВАРФОЛОМЕЕВ Ю. А., РЮМИНА Е. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 69—72.

Исследовано влияние параметров и расположения зубчатых клеевых соединений на нормативную прочность пиломатериалов при изгибе нагружением кромки, пласти и растяжении, определенную с различными уровнями обеспеченности по трем законам распределения. Табл. 3. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630*863:547.724.1+66.01/09

О моделировании процесса прямого получения фурфурола. СОБОЛЕВ В. И., МОРОЗОВ Е. Ф., КЕБИЧ М. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 73—76.

Для достижения сопоставимых данных по выходу фурфурола рекомендовано ограничиться соблюдением химического и диффузионного подобия в модели геометрически подобной промышленному аппарату. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 674.815-41:628.512

Изучение влияния древесины на выделение формальдегида из древесностружечных плит. ЭЛЬБЕРТ А. А., ДОРОХОВА О. В., СИНГУРИНДИ А. М., КРЮКОВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 76—80.

Приведена оценка количества формальдегида, выделяющегося из древесины различных пород, как фон при определении токсичности древесно-стружечных плит по методу WKI. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 674.817-41

Повышение качества древесноволокнистых плит легким гидролизом древесноволокнистой массы. СУХАЯ Т. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 80—84.

Приведены результаты исследований по положительному воздействию серной кислоты на древесноволокнистую массу при производстве ДВП. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 18 назв.

УДК 676.53.7+676.43.3

Влияние вида целлюлозы на свойства картона для предварительной фильтрации жидкостей. КАНАРСКИЙ А. В., ПЛАТИЦЫНА Н. В., ФЛЯТЕ Д. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 84—87.

Установлена целесообразность применения в составе картона для предварительной фильтрации жидкостей мерсеризованной хвойной целлюлозы и размолотой хлопковой целлюлозы. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 668.72.002.6:630*86

Новое направление использования поверхностно-активных веществ на основе лесохимических фенолов. СМЕТАНИНА С. С., ПОНОМАРЕВ Д. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 88—90.

Приведены результаты использования катионных поверхностно-активных веществ, полученных аминометилированием фенолсодержащих древесных пирогенных смол, в качестве эмульгаторов битумных эмульсий, применяемых в дорожном строительстве. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*79:674

Прямая хлыстовая и сортиментная вывозка в условиях территориальных лесных комплексов. БАХТИНА С. П. Изв. высш. учеб.

заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 91—93.

Показаны преимущества и условия осуществления прямой вывозки.

УДК 630*79

К переходу предприятий лесной промышленности на нормативный метод распределения прибыли. ЗАЛУКАЕВА Э. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 93—97.

Показан порядок расчета норматива отчислений от прибыли на примере ВЛПО Архангельсклеспром и отмечены проблемы, возникающие при внедрении нормативного метода распределения прибыли в лесной промышленности. Табл. 1.

УДК 658.511:674.8

Оценка технико-экономического уровня производства технологической щепы из отходов лесопиления и деревообработки. БАРАНОВА Л. Е., ЛЮБЛИН В. С., КОЛЕНОВА В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 97—100.

Исследована корреляционная зависимость между отдельными показателями производства технологической щепы. Установлены предельные границы колебаний содержания щепы марки Ц-2 в общей выработке щепы, обеспечивающие рентабельность ее производства. Ил. 1.

УДК 658.012.2 «403»

Модель использования технологического оборудования для оперативного управления производством мебели. ЖУКОВСКИ П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 100—104.

Разработан метод определения многофакторного показателя использования технологического оборудования с применением ЭВМ с учетом серийного и многоассортиментного производства гнутой мебели. Рассчитанные показатели опробованы в промышленных условиях. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*561:630*174.754

Изменение прироста как индикатор влияния подтопления на древостои сосны в разных типах леса. ПИСАНОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 105—107.

По характеру изменения текущего прироста оценена реакция на подтопление древостоев, относящихся к разным типам сосновых лесов и занимающих разное положение в рельефе. Показано приспособление древостоев сосны к изменившимся условиям среды в динамике. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*812+630*813

Некоторые качественные показатели свежесрубленной и выдержанной древесины сосны. ЛЬВОВ П. Н., ЗАСУХИН Д. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 107—108.

Рассмотрены ширина годичного слоя, содержание поздней древесины, плотность, предел прочности при сжатии вдоль волокон свежесрубленной и выдержанной древесины сосны. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*2:631.524.85+630*181.2

Устойчивость некоторых восточноазиатских древесных интродуцентов в условиях Предкарпатья. ТЕРМЕНА Б. К., ГАВРИЛЮК В. А., БАЦУРА А. В., МЕЦАК В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 108—110.

Изучены феноритмика, визуальная и лабораторная морозостойкость древесных интродуцентов, позволяющие судить об их перспективности для интродукции. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*587.2

О признаках дешифрирования космических фотоснимков. ТЕТЮХИН С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 111—113.

Рассмотрены морфологические признаки дешифрирования космических фотоснимков. Приведены данные об изменении изобразительных свойств фотоснимков на основании различной таксационной характеристики древостоев. Подчеркнута необходимость комплексного подхода к составлению признаков дешифрирования на основе изучения ландшафтных и морфологических признаков. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*232:65.011.56

Влияние технических характеристик тягового моста на величину защитной зоны в автоматизированных лесных питомниках. ДНЕПРОВСКИЙ Н. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 113—116.

Дан анализ способа отслеживания рядков или первичных траекторий рабочих органов орудий в автоматизированных лесных питомниках, благодаря точному останову каретки и штанги тягового моста и учету его люфтов. Предложена методика определения возможности применения этого способа. Ил. 2.

УДК 674.8:681.5

Автоматический контроль объемного расхода измельченной древесины фотоэлектрическим методом. НОВОСЕЛОВ Ю. В., ШНЫРЕВ В. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 116—118.

Описаны функциональная схема устройства и электрическая принципиальная схема опытного образца, предназначенного для учета технологической щепы. Приведены результаты испытаний устройства в условиях леспромхоза. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.03:694.23

Характер распределения пиломатериалов для деревянных стандартных домов по длинам. КАРПУНИН Ф. Н., МЕТЕЛЬКОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 118—120.

Статья посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию характера распределения пиломатериалов по длинам, предназначенных для раскроя их на заготовки деревянных стандартных домов. Установлено, что распределение пиломатериалов по длинам относится к полимодальным. Ил. 2.

УДК 674.047

Оценка эффективности нетрадиционных способов сушки пиломатериалов по стоимости энергозатрат. МЕРКУШЕВ И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 120—123.

Приведены результаты теоретического сравнительного анализа энергоемкости различных способов сушки пиломатериалов и дана оценка их эффективности и целесообразности внедрения в промышленность. Ил. 1. Табл. 2.

УДК 543.8

Контроль загрязнения воздуха деревоперерабатывающих производств. КОТЛИК С. Б., ЛОБУХИНА Т. В., РУСАКОВА С. В., ФУЧКИНА Е. А., КУЗНЕЦОВА Н. В., СЕДЕЛЬНИКОВА Е. А., КОЙТОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 123—124.

Получены результаты анализа формальдегида в воздухе, осуществляемого поглощением его в жидкость с последующим фотоколориметрированием в присутствии хромотропной кислоты или фенилгидразингидрохлорида. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 547.992.3

Исследование молекулярных комплексов в системе п-ванилин — оксисоединение серы методом ЯМР Н высокого разрешения. БОГО-

ЛИЦЫН К. Г., ХОРТЛИНГ Б., ЛИНДБЕРГ Й. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 124—127.

Показано, что результатом взаимодействия является образование π-комплекса. Местами наиболее вероятной атаки нуклеофила могут быть положения 6 и 2 ароматического бензольного кольца. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*813.6

Образование летучих продуктов при термической деструкции целлюлозы, обработанной галидами натрия. ВАСИЛЬЕВ С. Н., ПОНОМАРЕВ Д. А., ЛУКАШЕНКО Н. М., КАЛИНКЕВИЧ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 127—130.

Методом пиролитической масс-спектрометрии изучена термическая деструкция целлюлозы, обработанной галидами натрия, и определены температурные интервалы выделения летучих продуктов. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*17(479)(049.3)

"Дендрофлора Кавказа". МУЛКИДЖАНЯН Я. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 3, с. 131—133.