

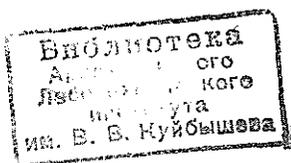
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

2

1985



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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), доц. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), проф. Н. М. Белая, доц. Е. М. Боровиков, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчаль, проф. И. В. Воронин, проф. И. И. Гусев, проф. Ю. Я. Дмитриев, доц. Г. Л. Дранишников, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. В. Г. Качегаров, проф. Э. Д. Левин, проф. П. Н. Львов, проф. Н. В. Маковский, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Э. Н. Фалалеев, проф. Н. И. Федоров, проф. 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» № 2

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

Сдано в набор 17.01.85 г. Подписано в печать 01.04.85. Сл. 00032
Форм. бум. 70×108^{1/8}. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 15,01. Тираж 1650 экз. Заказ 1938. 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.

ПРОГРАММА СОЗИДАНИЯ

Материалы октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС имеют огромное значение для дальнейшего развития сельского и лесного хозяйства, интенсификации всей экономики нашей страны на основе научно-технического прогресса.

В резолюции Пленума и в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О долгосрочной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны», отмечается, что в стране проделана большая работа по широкому развитию мелиорации земель и рациональному использованию орошаемых и осушенных земель. Значительно возросла доля продукции земледелия, получаемой с мелиорированных угодий.

Меры, принятые партией по наращиванию производительных сил в аграрном секторе экономики, позволили увеличить среднегодовое производство сельскохозяйственной продукции с 83 млрд. р. в седьмой пятилетке до 124 млрд. р. в десятой пятилетке, а в 1984 г. ее произведено на сумму 135 млрд. р. На этой основе улучшилось обеспечение советских людей продовольствием и промышленности — сырьем. Положительные сдвиги под влиянием мелиорации имеются в лесном хозяйстве. Однако направляемые на мелиорацию земель капитальные вложения и материально-технические ресурсы не приносят еще необходимой отдачи.

Последовательная реализация Продовольственной программы требует поднять мелиорацию земель на качественно новый уровень, лучше использовать ее возможности для увеличения производства сельскохозяйственной продукции и повышения устойчивости земледелия. Накопленный опыт, производственная база, наличие стабильных коллективов мелиораторов позволяют решать более сложные и крупномасштабные задачи по развитию этой отрасли.

Партия и правительство считают дальнейшее развитие мелиорации, повышение эффективности использования мелиорированных земель важнейшей общегосударственной задачей. Намечена система мер по мелиорации земель, перераспределению водных ресурсов в интересах народного хозяйства, их рациональному и экономному использованию, охране поверхностных и подземных вод от истощения и загрязнения, предотвращению ущерба от мелиоративных мероприятий, наносимого животному миру и особенно рыбным запасам, сохранению водно-болотных и других территорий, имеющих важное экологическое значение.

Земля в СССР — общенародное достояние, самый дорогой капитал. Поэтому нет более важной заботы у земледельца и мелиоратора, чем забота о росте ее плодородия. Пленум подчеркнул, что вопросы мелиорации следует рассматривать не только в плане развития осушения и орошения земель. Важное значение имеет известкование кислых почв, борьба с ветровой эрозией, полезащитное лесоразведение — использование всего арсенала культурного земледелия. Сейчас по масштабам мелиоративных мероприятий наша страна занимает первое место в мире. Именно с мелиорацией земель в первую очередь связано будущее сельского и лесного хозяйства, преодоление их зависимости от стихийных

сил природы. В системе мер по развитию агропромышленного комплекса особое значение придается такому важному резерву повышения эффективности сельскохозяйственного производства, как обеспечение высокой отдачи от действующих и вновь вводимых орошаемых и осушенных угодий на основе улучшения мелиоративного состояния земель, совершенствования эксплуатации водохозяйственных систем, внедрения индустриальных технологий и интенсивных систем земледелия, применения прогрессивных форм организации труда. Намечено расширить работы по проведению культурно-технических мероприятий, устранению мелкоконтурности полей, окультуриванию сельскохозяйственных угодий в Нечерноземной зоне РСФСР, в Полесье, Белорусской, Литовской, Латвийской, Эстонской ССР и других районах страны для увеличения производства кормов и зерна.

На мелиоративных работах и эксплуатации обновленных земель отрицательно сказывается ведомственная разобщенность. Поэтому Пленум ЦК КПСС призвал решать проблемы водохозяйственного строительства комплексно, системно, совместными усилиями. В реализации программы мелиорации местные органы, колхозы, совхозы, лесхозы совместно с водохозяйственными организациями призваны использовать внутренние возможности, собственные силы и средства.

Решение проблем мелиорации неразрывно связано с экологическими проблемами: обновление земель означает то или иное вторжение в природу. В обращении с природой, подчеркнул Пленум ЦК КПСС, следует поступать очень осторожно. Так же бережно, как с землей, необходимо обращаться с лесом, который играет огромную роль в сохранении земельных и водных ресурсов, в улучшении окружающей среды, в оздоровлении всей жизни на земле.

Программа мелиорации открывает новый крупный этап в борьбе за повышение плодородия земель. Предусматривается в 1,5 раза расширить орошаемые и осушенные площади, что позволит в 2 раза увеличить выход с них продукции растениеводства. В результате осуществления этого плана наша страна сможет получать почти половину всей продукции земледелия независимо от колебаний погоды.

Ставится задача создать крупные зоны гарантированного производства продукции сельского хозяйства на индустриальной основе, использовать современные автоматизированные инженерные системы, применить на обновленных землях в первую очередь научно обоснованную систему земледелия, передовую технологию, программирование урожаев. Для решения этих сложных задач создается материально-техническая база: машиностроение переходит на создание самых современных комплексов и систем машин; растет выпуск минеральных удобрений; созданы эффективные химические средства защиты растений. Готовятся кадры квалифицированных специалистов-мелиораторов. Совершенствуется экономический механизм, развивается бригадный подряд. Накоплен определенный опыт в работе производственных объединений, агропромышленных комплексов, лесомелиоративных станций и т. д.

Реализация долговременной программы мелиорации, повышения эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны, а также повышения продуктивности лесов требует максимального внимания к вопросам улучшения организации и повышения результативности научных исследований в области почвоведения, изучения путей повышения плодородия и сохранения земель, а также ускорить разработку эффективных биологических методов защиты растений и охраны природы. Свой вклад в решение поставленных Пленумом задач призваны внести ученые и специалисты высших лесных учебных заведений страны.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*812

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
В ЛЕСНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР***О. И. ПОЛУБОЯРИНОВ, Р. Б. ФЕДОРОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Характер роста и развития древесной растительности, закономерности ее размещения по географическим районам в значительной степени зависят от климатических и почвенных факторов, проявляющихся в различных сочетаниях. В последние годы получены данные о том, что климат определяет не только количественную, но и качественную продуктивность лесов [1, 3].

В числе показателей, используемых для качественной характеристики древостоев, все чаще фигурируют показатели технических свойств древесины, среди которых первое место, безусловно, принадлежит плотности. Особая роль этого показателя заключается в том, что он определяет как многие физико-механические свойства древесины, так и весовую (массовую) продуктивность древостоев. В биологическом отношении плотность выступает как наиболее обобщенная характеристика всего процесса формирования древесины.

В проведенных нами ранее исследованиях [6, 7, 9] сделан анализ различных факторов, влияющих на плотность древесины, включая фактор географического положения. Опубликованы таблицы плотности древесины сосны и ели для различных районов европейской части СССР [8]. Настоящая работа предпринята нами в целях более детального выяснения вопроса о том, какие конкретно климатические факторы оказывают наибольшее влияние на плотность древесины сосны обыкновенной в лесной зоне европейской части СССР. Предполагалось в дальнейшем использовать полученную модель для прогноза плотности древесины в тех районах, где опытные определения этого показателя еще не проводились.

Материал был собран в районе между 53 и 67° с. ш. и 24 и 58° в. д., в разновозрастных насаждениях наиболее распространенного на данной территории типа леса сосняк-черничник. Всего было заложено 66 пробных площадей в 20 географических пунктах (табл. 1).

Методические положения, на основании которых исследовали плотность древесины древостоев, содержатся в ранее опубликованных работах [6, 9]. Для анализа были отобраны только спелые сосняки. В каждом географическом пункте данные были получены с 2—8 пробных площадей, на которых плотность древесины определяли у 50—200 деревьев. Таким образом исключалось влияние возраста древостоев и усреднялись индивидуальные (междуствольные) колебания плотности древесины. Данные по климату взяты из справочника [5]. Общее число включенных в исследование климатических характеристик составило 33. Все показатели, как суммарные (количество осадков за месяц, вегетационный период, год и т. д.), так и средние (среднесуточная температура воздуха за месяц, декаду, год и т. д.), являются средними для каждой географической точки за многолетний период.

Установлено (табл. 2), что наибольшее влияние на плотность древесины сосны оказывает среднесуточная температура воздуха за год (коэффициент парной корреляции 0,91 при $P < 0,001$). Доминирую-

Таблица 1

Условная плотность древесины сосновых древостоев по районам произрастания

Район исследования (республика—область, район)	Географические координаты		Класс возраста	Число пробных площадей	Средняя условная плотность, кг/м ³
	северная широта, град	восточная долгота, град			
Мурманская, Апатитский	67	30	VI—VII	4	386 ± 4,4
Карельская АССР, Лоухский	66	32	VI—VII	8	407 ± 4,3
Архангельская, Плесецкий	65	40	VI—VII	2	395 ± 7,2
Коми АССР, Печорский	65	57	VI—VII	3	378 ± 5,3
Карельская АССР, Медвежьегорский	63	33	VI—VII	6	412 ± 4,1
Коми АССР, Ухтинский	63	53	VI—VII	3	376 ± 5,7
» Тронцко-Печорский	63	56	V—VI	5	379 ± 6,0
Карельская АССР, Олонецкий	61	33	VI—VII	5	415 ± 6,0
Пермская, Соликамский	60	58	VII	3	382 ± 6,6
Кировская, Омутинский	60	48	VI—VII	3	392 ± 6,0
Новгородская, Анциферовский	59	34	VII	2	405 ± 7,6
Горьковская, Тоншаевский	59	52	VI—VII	2	405 ± 5,8
Костромская, Мантуровский	58	45	VI—VII	3	405 ± 5,5
Горьковская, Ардатовский	58	47	VI	2	406 ± 4,8
Псковская, Себежский	56	28	VI	3	426 ± 1,8
Калининская, Торопецкий	56	32	VI	2	420 ± 5,6
Белорусская ССР, Витебская, Поставский	55	27	VI	3	418 ± 5,3
Кировская, Подосиновский	55	43	VII	2	390 ± 3,6
Белорусская ССР, Гродненская, Гродненский	54	24	VI	3	421 ± 2,4
Белорусская ССР, Гомельская, Черечский	53	31	V	2	428 ± 5,2

щее влияние термического фактора на формирование древесины и развитие древесной растительности в условиях Севера и Северо-Запада СССР отмечается во многих исследованиях [3, 4]. Аналогичный нашему вывод для территории Финляндии делает С. Келломэки [11]. Применяв программу пошаговой множественной регрессии на ЭВМ ЕС-1022, рассчитали математическую модель связи плотности древесины с климатическими факторами, определили ее параметры и статистические характеристики. Модель имеет вид

$$y = 447,290 + 8,167x_6 - 15,751x_{10} - 0,083x_{13},$$

где y — средняя условная плотность древесины, кг/м³;
 x_6 — среднесуточная температура воздуха за год, °С;
 x_{10} — среднесуточный дефицит влажности воздуха за год, бар;
 x_{13} — сумма осадков за май — август, мм.

Ошибка уравнения 5,41; коэффициент множественной корреляции $R = 0,95$, множественной детерминации $R^2 = 0,91$; F-критерий экспериментальный $F_{\text{эксп}} = 54,47$, табличный $F_{0,001} = 9,00$; t-критерий экспериментальный $t_{x_6} = 10,19$, $t_{x_{10}} = 3,60$, $t_{x_{13}} = 1,53$; табличный $t_{0,1} = 1,75$, $t_{0,05} = 2,12$.

Таблица 2

Корреляция между условной плотностью древесины сосны и климатическими факторами

Переменная	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Условная плотность, кг/м ³	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² :														
за год	0,47	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
за май—август	0,47	0,92	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма температур воздуха:														
больше 5 °С	0,75	0,72	0,72	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
больше 10 °С	0,69	0,74	0,73	0,99	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
больше 5 °С за май—август	0,59	0,63	0,64	0,96	0,96	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—
Среднесуточная температура воздуха, °С:														
за год	0,91	0,66	0,65	0,92	0,91	0,82	1,00	—	—	—	—	—	—	—
за май	0,69	0,74	0,75	0,96	0,96	0,90	0,89	1,00	—	—	—	—	—	—
за июнь	0,56	0,67	0,74	0,92	0,93	0,95	0,78	0,92	1,00	—	—	—	—	—
за август	0,66	0,68	0,67	0,96	0,97	0,96	0,87	0,89	0,90	1,00	—	—	—	—
Среднесуточный дефицит влажности воздуха, мбар:														
за год	0,46	0,71	0,77	0,86	0,89	0,85	0,72	0,86	0,90	0,88	1,00	—	—	—
за май	0,49	0,75	0,76	0,92	0,94	0,91	0,77	0,90	0,93	0,92	0,95	1,00	—	—
Продолжительность солнечного сияния, ч	0,44	0,53	0,54	0,55	0,56	0,49	0,57	0,63	0,54	0,56	0,59	0,57	1,00	—
Количество осадков за вегетационный период, мм	0,52	0,46	0,34	0,74	0,72	0,70	0,67	0,73	0,62	0,62	0,48	0,66	0,26	1,00

Модель имеет высокую степень надежности; отношение $F_{\text{экс}}/F_{\text{табл}} > 4$ даже при $P = 0,999$. Величина R^2 , определяющая процент дисперсии, обусловливаемый действием анализируемых факторов, показывает, что 91 % колебаний плотности древесины объясняются изменением учтенных факторов, доля же влияния неучтенных факторов $(1 - R^2)$ невелика.

Таблица 3
Степень влияния климатических факторов
на плотность древесины сосны

Климатический фактор	Стандартизованные коэффициенты			Распределение коэффициента детерминации, %	Относительное влияние климатических факторов, %
	частной корреляции r_i	регрессии			
		β_i	β_i^2		
x_6	0,824	1,288	1,659	82,40	90,60
x_{10}	0,073	-0,385	0,148	7,30	8,00
x_{13}	0,013	-0,154	0,024	1,30	1,40
Итого	—	—	1,831	91,00	100,00

Как видно из табл. 3, наибольшее влияние на плотность древесины оказывает среднесуточная температура воздуха за год (90,6 % от объясняемой моделью вариации плотности древесины). Влияние других климатических факторов менее значимо. Комплексное влияние климатических показателей объясняет 91 % колебаний плотности древесины сосны, связанных с географическим положением насаждения.

Подводя итоги исследования, можно сделать следующий вывод. Колебания плотности древесины, наблюдаемые в спелых сосновых насаждениях, произрастающих в аналогичных типологических условиях по территории лесной зоны европейской части СССР, в основном объясняются действием комплекса климатических показателей, из которых ведущая роль принадлежит термическому фактору.

В рамках настоящей статьи не представляется возможным сделать более подробный анализ установленных закономерностей. В дальнейшем требуется также провести дополнительные исследования по выявлению механизма действия климатических факторов на процесс формирования древесины. Практическая значимость проведенных исследований заключается, по нашему мнению, в возможности составления более подробных, чем предложенные ранее, таблиц плотности древесины сосны для изученного региона, а в дальнейшем — и таблиц весовой продуктивности древостоев. Учитывая то, что в ранее проведенных исследованиях [2, 6, 7, 9, 10] установлены общие закономерности изменчивости плотности древесины сосны по типам леса и с возрастом, указанные таблицы можно будет построить на типологической основе и по возрастным группам древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Львов П. Н. Географическая выраженность количественных и качественных показателей древостоев на Европейском Севере.— В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л.: ЛТА, 1980, вып. 9, с. 19—23. [2]. Мелехов И. С. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств.— Науч. тр./ Ин-т леса АН СССР, 1949, т. 4, с. 11—20. [3]. Мелехов И. С. Лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 408 с. [4]. Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон.— М.: Наука, 1975.— 275 с. [5]. Основные данные по климату СССР.— М.: Гидрометеонздат, 1976.— 250 с. [6]. Полубояринов О. И. Плотность древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 160 с. [7]. Полубояринов О. И. Лесохозяйственное значение плотности вырабатываемой древесины.— Лесн. хоз-во, 1980, № 12, с. 20—23. [8]. Полубояринов

О. И., Федоров Р. Б. Изменчивость плотности древесины сосны и ели в европейской части СССР.— В кн.: Лесоведение, лесные культуры и почвоведение. Л.: ЛТА, 1982, вып. 11, с. 128—133. [9]. Федоров Р. Б. Зональная изменчивость плотности древесины сосняков черничного типа в Карельской АССР.— В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л.: ЛТА, 1981, вып. 10, с. 129—135. [10]. Hakkiila P. Investigations on the basic density of finnish pine, spruce and birch wood.— Commun. Inst. Fov. Fenn., 1966, 61, N 5, p. 1—88. [11]. Kellomäki S. On Geoclimatic variation in basic density of Scots pine.— Silva Fennica, 1979, 13, N 1, p. 55—64.

Поступила 6 августа 1984 г.

УДК 630*5 : 630*28

ФИТОМАССА ДУБРАВЫ СНЫТЬЕВОЙ В ШИПОВОМ ЛЕСУ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. БУГАЕВ, М. Т. СЕРИКОВ, А. Н. СМОЛЬЯНОВ

Воронежский лесотехнический институт

В развитии лесного хозяйства во многих странах наметился переход к широкому использованию не только древесины, но и других ресурсов леса. Формируется самостоятельная отрасль лесной науки — лесное ресурсоведение, задача которого, в соответствии с Международной биологической программой, заключается в наиболее полном изучении всех лесных растительных ресурсов.

Основная часть лесного биогеоценоза — древесина, главным образом стволовая. По мере развития лесной промышленности и лесохимии в переработку поступит вся фитомасса биогеоценоза. Значительная часть этой массы сосредоточена в кроне дерева. Для ее учета необходимо обмерить большое количество модельных деревьев, поскольку масса крон сильно варьирует. Но обмер по модельным деревьям — операция трудоемкая. Между тем, масса крон находится в определенной зависимости от объема ствола и его диаметра на высоте груди. Представляет интерес учет продукции, получаемой при рубках ухода, массы напочвенного покрова, подлесочных пород как кормового и лекарственного сырья.

Некоторые авторы рассматривают биологическую продуктивность широко, включая элементы как растительного, так и животного происхождения и микроорганизмы. Для лесного хозяйства первостепенное значение имеет учет элементов растительного происхождения. В этом случае в состав фитомассы включается стволовая древесина, а также остальные части дерева, подлесок, напочвенный покров. В настоящее время наиболее полно может быть использована надземная фитомасса, в которую входит масса стволовой древесины, сучьев и ветвей, коры и листьев.

Эти вопросы до сих пор больше изучались применительно к хвойным лесам. Но все указанные направления исследований в полной мере могут быть осуществлены и в дубовых лесах.

Фитомассу учитывали в одном из ценных дубравных массивов — Шиповом лесу Воронежской области. Наибольшее значение здесь имеют естественные семенные насаждения и лесные культуры в типе «дубрава снытьевая», занимающем около 73 % площади лесного массива и характеризующимся Iа—II классами бонитета. Исходный материал был получен на пробных площадях (около 60 шт.).

При оценке биологической продуктивности необходим выбор единиц измерения и методов учета биомассы. Общепринято массу стволовой древесины выражать в объемных показателях. Ввиду разнохарактерности компонентов биологической продуктивности и необходимости применения для каждого из них различных методов измерения не пред-

Таблица 1

Элементы фитомассы дерева	D	V
Ствол без коры, P_c	$P_c = 2,063D^2 - 0,02932D^3 - 27,55D + 125,6$ $P_c = 1,368D^2 - 0,01475D^3 - 1,867D + 95,4$	$P_c = 49,594V^2 - 57,175V^3 + 547,95V - 8,05$ $P_c = 257,92V^3 - 326,76V^2 + 596,66V - 11,99$
Кора, P_k	$P_k = 0,1666D^2 - 0,00248D^3 - 1,486D + 5,75$ $P_k = 0,00004D^3 + 0,0357D^2 + 0,832D - 6,19$	$P_k = 16,377V^3 - 14,954V^2 + 65,108V + 2,18$ $P_k = 19,892V^3 - 37,991V^2 + 84,996V + 1,20$
Живые ветви, P_b	$P_b = 1,5218D^2 - 0,02169D^3 - 28,41D + 162,1$ $P_b = 0,4832D^2 - 0,00395D^3 - 10,336D + 63,47$	$P_b = 606,954V^3 - 445,672V^2 + 191,818V - 7,62$ $P_b = 231,428V^2 - 84,65V^3 - 29,383V + 6,72$
Листья, P_l	$P_l = 0,2852D^2 - 0,00428D^3 - 5,169D + 29,93$ $P_l = 0,0975D^2 - 0,00125D^3 - 1,671D + 10,10$	$P_l = 89,342V^2 - 69,844V^3 - 7,248V + 2,02$ $P_l = 17,022V^2 - 10,357V^3 + 9,602V + 1,30$
Корреляционные отношения для живой массы (пределы)	0,910 — 0,980	0,910 — 0,997
Отмершие ветви в кроне, $P_{o,b}$	$P_{o,b} = 0,5223D^2 - 0,00859D^3 - 9,365D + 52,06$ $P_{o,b} = 0,3611D^2 - 0,00496D^3 - 7,01D + 40,9$	$P_{o,b} = 346,40V^2 - 321,45V^3 - 82,952V + 0,68$ $P_{o,b} = 96,263V^2 - 57,31V^3 - 15,301V + 2,32$
Корреляционные отношения для отмерших ветвей	$0,66 \pm 0,018$ $0,84 \pm 0,006$	$0,64 \pm 0,018$ $0,82 \pm 0,007$

Примечание. В числителе — данные для культур; в знаменателе — для естественных насаждений.

ставлялось возможным отразить величины в единицах объема. Нередко предлагают биологическую продуктивность характеризовать весовыми единицами, что позволяет все многообразие составных частей биомассы выразить в определенной системе. Но отражение в таких единицах требует трудоемкого взвешивания отдельных частей биомассы. Поэтому нами предпринята попытка установить зависимость между величиной биомассы в весовых единицах и таксационными признаками, которые более доступны для непосредственного измерения. Методика таких измерений достаточно разработана.

Для выявления этих зависимостей были опробованы уравнения прямой, гиперболы, парабол второго и третьего порядков, логарифмических кривых.

В табл. 1 приведены уравнения, выражающие связи фитомассы в абс. сухом состоянии отдельного дерева (P), кг с его диаметром на высоте груди (D), см и объемом (V), м³.

Пользуясь найденными уравнениями, по материалам обычного перечета по диаметру можно определить все компоненты надземной фитомассы каждого дерева в весовых единицах, а в дальнейшем — всего их количества на единице площади. На основании изучения корреляционных связей установлено, что биометрическая характеристика в дубравах в возрасте до 60 лет, применительно к фитомассе основного яруса древостоя, имеет погрешность не более 2—7 % при высоком уровне вероятности (0,95).

Исходя из данных обмеров и установленных взаимосвязей, определяя надземную фитомассу в весовых единицах (т/га) для первого яруса дубовых семенных насаждений Шипова леса искусственного и естественного происхождения Ia класса бонитета при полноте 0,7—0,8 в типе дубрава снытьевая (табл. 2).

Таблица 2

Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов, шт./га	Надземная фитомасса, т/га				
				Стволы	Листья	Сучья и ветви	Кора	Итого
30	13,8	13,4	1073	56,50	1,22	7,60	3,70	69,02
	16,3	10,9	1245	35,00	2,20	9,20	5,10	51,50
35	16,7	15,8	928	66,36	1,84	8,81	5,82	82,83
	17,5	15,7	896	42,75	2,35	10,78	7,85	63,73
40	19,0	18,0	783	79,40	2,57	11,70	10,00	103,67
	18,8	19,0	751	57,00	2,60	13,60	11,40	84,60
45	20,7	19,8	699	95,61	3,48	16,26	16,22	131,57
	20,4	22,0	636	77,75	2,95	17,67	15,75	114,12
50	21,8	21,4	626	115,00	4,52	22,50	24,50	166,52
	22,2	24,2	570	105,00	3,40	23,00	20,90	152,30

Примечание. В числителе данные для культур; в знаменателе — для естественных насаждений.

В табл. 3 приведены данные о фитомассе нижних ярусов семенных дубрав.

Таким образом, для более полного учета всей органической массы, имеющейся в дубравах, помимо обычных таксационных признаков и данных стволового запаса, таблицы хода роста могут быть дополнены показателями всех компонентов фитомассы.

Составная часть биологической продуктивности в лесу — напочвенный покров. По нашим данным, его масса в дубравах 35—55-летнего

Таблица 3

Возраст, лет	Фитомасса нижних ярусов, кг/га			
	Подлесок	Самосев	Напочвенный покров	Итого
Культуры				
45	2833	10	171	3014
Естественные насаждения				
35	439	4	150	593
45	750	11	143	904
55	1585	25	400	2010

возраста при полноте 0,7—0,8 составляет 150—400 кг/га (табл. 3). Установлено также, что эта масса зависит от возраста и структуры насаждений. В молодняках кроны более сомкнуты в горизонтальном направлении, вследствие чего доступ света на земную поверхность ограничен и масса травяного покрова невелика. Уже в средневозрастных насаждениях деревья размещаются группами, между которыми образуются просветы, и масса трав в них

возрастает. В культурах деревья размещены равномерно. Поэтому масса напочвенного покрова меньше варьирует, чем в естественных насаждениях. Исходя из сказанного, можно констатировать, что для использования травяного покрова более пригодны средневозрастные насаждения естественного происхождения. Некоторые виды травянистой растительности имеют многостороннее назначение. Например, сныть обыкновенная используется как кормовой продукт и витаминная добавка, лекарственное сырье и медонос, хотя и низкого качества. На некоторых участках дубовых культур Шипова леса масса лекарственных трав и медоносов в абс. сухом состоянии достигает 150—170 кг/га, а в естественных дубравах — 300—350, реже 500 кг/га. При рубках ухода в молодняках получают в большом количестве мелкие ветви, хворост и другая неликвидная масса, которая не всегда используется. Между тем, она может служить кормовым сырьем для животноводства после переработки на витаминную муку.

Приведенные данные могут стать основой для установления нормативов заготовки и переработки не только древесины, но и всей нестволовой массы, получаемой при рубках ухода, подлеска и напочвенного покрова. Разные направления использования биомассы обеспечивают удовлетворение растущей потребности в древесном сырье без увеличения объема главного пользования в малолесных районах.

Поступила 13 апреля 1984 г.

УДК 630*221.0 : 630*114.6

ВЛИЯНИЕ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

О. Н. ЩЕРБАКОВА

Львовский лесотехнический институт

В целях изучения и обоснования наиболее приемлемых для западных областей Украины способов постепенных рубок в Ивано-Франковском учлесхоззаге (Львовская область) проводятся лесоводственные, ботанические, метеорологические, гидрологические и почвенные исследования. Наряду с анализом физико-химических свойств, определяют биологическую активность лесной подстилки и почвы на контроле, участках семенно-лесосечной двухприемной и группово-выборочной трехприемной рубок.

Рубки проводили в зимний период, второй прием — через пять лет после первого. На контроле рубки не было, на участке двухприемной семенно-лесосечной рубки в первый прием вырублено 36, во второй — 100 % запаса, на участке группово-выбороч-

ной — соответственно 27 и 22 %. После окончательного приема семенно-лесосечной рубки одну часть лесосеки очистили, на другой же оставили мелкие (5—10 см) сосновые лапки. Исследовали почву на открытых местах лесосеки и под сосновыми лапками, а также в окнах и под пологом группово-выборочной рубки.

Тип леса на участках — свежая судубрава, возраст 85 лет, класс бонитета сосны Iа, дуба — II. Почва дерново-слабоподзолистая.

В течение двух лет после второго приема постепенных рубок, наряду с другими показателями биологической активности, изучали ферменты, участвующие в разложении азотистых (протеаза, уреазы) и безазотистых (сахараза) органических соединений, а также в окислительно-восстановительных процессах (каталаза, дегидрогеназа), протекающих в лесной подстилке и почве.

Ферментативная активность на участках постепенных рубок
(в среднем за 2 года)

Способ и вариант рубки	Гидролитические ферменты			Окислительные ферменты	
	Протеаза (разница времени разжижения желатина)	Уреазы, мг N—NH ₄ в 100 г	Сахараза, мг глюкозы в 1 г	Каталаза, мл O ₂ в 1 г за 5 мин	Дегидрогеназа, мг формазана в 100 г
Лесная подстилка					
Контроль	25	2,20	408,1	8,9	16,9
Семенно-лесосечная: без лапок под лапками	36	2,56	240,9	9,6	21,7
	33	2,43	314,0	9,7	20,0
Группово-выборочная: в окнах под пологом	31	2,61	356,2	11,4	16,8
	34	3,00	265,9	10,3	19,4
Почва					
Контроль	12	0,108	5,8	8,5	1,9
Семенно-лесосечная: без лапок под лапками	19	0,133	6,4	10,4	2,0
	12	0,127	6,4	11,2	1,7
Группово-выборочная: в окнах под пологом	18	0,133	6,6	11,0	2,2
	18	0,196	6,6	12,2	2,5

Рубки нарушают сложившиеся условия лесной среды и специфические связи между компонентами биогеоценоза. Особенно существенные изменения отмечаются в лесной подстилке, где в результате резкой смены гидротермических условий наблюдаются значительные колебания в численности и активности микрофлоры в течение сезона. Количество микроорганизмов в лесной подстилке на один-два порядка выше, чем в почве. Как видно из таблицы, та же закономерность сохраняется и в отношении активности ферментов.

Проведение второго приема постепенных рубок привело к сокращению поступления опада и ускорению минерализации растительных остатков [1]. Как показали наши исследования, на лесосеках возросло выделение углекислоты, являющейся конечным продуктом разнообразных процессов, протекающих в почве. В среднем за два вегетационных периода после второго приема рубок оно составляло на контроле 0,192 г на 1 м²/ч, на участке семенно-лесосечной рубки без лапок — 0,241, там же под лапками — 0,275, в окнах участка группово-выборочной рубки — 0,245, там же под пологом — 0,223 г на 1 м²/ч. Это, безусловно, явилось следствием повышения активности ферментов, принимающих участие в почвенных процессах. Подтверждением служит возрастание

протеолитической активности лесной подстилки на лесосеке. Как известно, с растительными остатками в почву поступают белки, которые расщепляются протеазами до аминокислот. В дальнейшем превращении азотистых соединений с отщеплением NH_3 принимает участие уреаз, обнаруженная у всех высших растений, почвенных грибов и многих видов бактерий. Активность ее под влиянием рубок также возросла, особенно на участке группово-выборочной рубки (на 27 % в подстилке и 52 % в почве).

Усиление ферментативных процессов превращения азота в почве после рубок, по-видимому, распространенное явление, поскольку оно было отмечено в различных почвенно-климатических условиях — в сосняках на Украине [4, 5], в березняках и ельниках в Литве [3].

Известна прямая связь протеолитической активности почвы с количеством органических веществ. В наших условиях активизация ферментов, участвующих в минерализации растительных остатков, приводит к увеличению в почве лесосек содержания перегнойных веществ и общего азота. Таким образом, определение ферментативной активности дает возможность в известной степени характеризовать азотный режим.

Как установлено многими исследователями, активность сахаразы тесно связана с содержанием гумуса и корненошенностью почвы. В. Ф. Купревич и Т. А. Щербакова [2] указывают на снижение активности сахаразы почв на открытых местах, сильно прогреваемых солнцем. По-видимому, этим, а также быстрым разложением сахаров и уменьшением количества клетчатки в результате ускорившейся минерализации растительных остатков и можно объяснить некоторое снижение активности сахаразы в подстилке вырубков. В почве, где возросло содержание перегнойных веществ и корней трав, обильно разросшихся на лесосеках, сахаразная активность повышается на участке семенно-лесосечной рубки на 10, группово-выборочной — на 15 %.

Под влиянием рубок на исследуемых участках, наряду с усилением процессов минерализации растительных остатков, повышением содержания перегнойных веществ и активизацией ферментов, участвующих в гидролитическом расщеплении органики, усилилось также «дыхание» почвы. Об интенсификации окислительных процессов, конечным продуктом которых является углекислота, свидетельствует повышение активности окислительных ферментов каталазы и дегидрогеназы после рубок. Как видно из таблицы, наиболее энергично каталазная реакция протекает на участке группово-выборочной рубки. В подстилке всех участков каталитическая реакция осуществляется довольно плавно, хотя 75—80 % перекиси разлагаются за первые три минуты.

В наших условиях проведение рубок не вызвало снижения каталитической активности лесной подстилки, как это отмечено при возрастании степени изреживания сосняков рубками ухода [4]. Однако в почве под влиянием рубок активность каталазы повышается все же более значительно (на участке семенно-лесосечной рубки на 27, группово-выборочной — на 36,5 %), чем в подстилке (соответственно на 8,4 и 21,9 %).

Возрастание дегидрогеназной активности в подстилке и почве участков, пройденных рубками, подтверждает тот факт, что здесь увеличилось содержание доступных для микроорганизмов перегнойных веществ.

В отличие от лесной подстилки, в почве всех участков, пройденных рубками, отсутствуют резкие колебания температуры и влажности в течение суток и при изменении погоды. После рубок почва стала лучше прогреваться, обогатилась порубочными остатками и отмирающими корнями вырубленных деревьев. Все это создало благоприятные условия для развития микрофлоры, и численность ее возросла. Об усилении

ее активности можно судить по оживлению процесса аммонификации и повышению содержания изучаемых ферментов.

Исследования показали, что наиболее благоприятные условия для протекания ферментативных процессов создаются в почве участка группово-выборочной рубки.

Таким образом, проведение в зимний период двухприемной семенно-лесосечной и трехприемной группово-выборочной рубок в судубравах западной лесостепи не только не снижает плодородия почвы и не ухудшает условий почвенного питания растений, но приводит даже к некоторому повышению ферментативной активности почвы и выделения углекислоты. Это способствует усилению минерализации растительных остатков и возрастанию содержания перегнойных веществ и общего азота. Повышение биологической активности почвы в результате рубок весьма благоприятно влияет на естественное возобновление дуба.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горшенін М. М., Пешко В. С. Динаміка властивостей дерново-слаболісозлистих ґрунтів після другого прийому поступових рубок.— В кн.: Лісівницькі дослідження на Розточчі. Львів: Каменяр, 1972, с. 88—93. [2]. Купревич В. Ф., Шербакова Т. А. Почвенная энзимология.— Минск: Наука и техника, 1966.— 275 с. [3]. Рагуотис А. Д. Биологическая активность дерново-подзолистых лесных почв Литовской ССР.— Почвоведение, 1967, № 6, с. 51—57. [4]. Смольянинов И. И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 132 с. [5]. Смольянинов И. И., Юрковский А. А. Влияние рубок ухода на биологический круговорот веществ в сосняках.— В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация. Киев: Урожай, 1967, вып. 10, с. 90—94.

Поступила 17 января 1984 г.

УДК 630*6

О СИСТЕМЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСТОЩЕННОСТИ ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ БАЗ*

Г. Е. РОМАНОВ
ВНИИЛМ

Явление истощенности лесосырьевых баз (ЛСБ) и постоянное увеличение их числа общеизвестно. Истощенность вызывает ухудшение экономических показателей лесозаготовки, повышает потребность в ресурсах для ведения производства, поддержания производственных мощностей. Эти обстоятельства не могут не учитываться при текущем и перспективном планировании деятельности истощенных лесозаготовительных предприятий.

Тем не менее в настоящее время нет каких-либо согласованных характеристик, измерителей истощенности, критериев, которые позволяли бы уверенно отнести ЛСБ к разряду истощенных. Правда, специалисты лесопромышленных и лесохозяйственных объединений, управлений обычно довольно уверенно называют в своей области, республике несколько явно истощенных ЛСБ. Так, в Архангельской области к истощенным единогласно относят производственное объединение Коношалес, Костылевский, Емецкий, Северный леспромхозы. Но по другим «кандидатурам» начинаются разногласия: одни специалисты считают, что данный (например, Няндомский, Шоношский) леспромхоз надо рассматривать как истощенный, другие полагают, что истощенность еще не наступила.

* В порядке постановки вопроса.

При этом обычно принимают во внимание один фактор: на сколько лет работы (лесозаготовок) хватит остатка ликвида в ЛСБ.

С. Г. Синицын [4] предлагает считать истощенными такие ЛСБ, где доля спелых насаждений снизилась до 7% и ниже.

Мы полагаем, что оба названных показателя пригодны как характеристики истощенности, но их недостаточно. Истощенность, по нашему мнению, имеет ряд проявлений, по-разному влияющих на выбор стратегии и тактики лесопользования в ЛСБ, на экономические показатели лесоэксплуатации. Ниже предпринята попытка сформулировать систему показателей истощенности ЛСБ.

Предлагается выделить пять видов истощенности: ресурсную, породную, сортиментную, территориальную и эксплуатационную. Сущность каждого вида отражена в названии и раскрывается в показателях.

1. Ресурсная (общая) истощенность выражается в сокращении эксплуатационных запасов леса в ЛСБ. Возможны следующие варианты показателей (характеристик).

1.1. Доля (удельный вес, процент) запаса ликвида в ЛСБ на данный момент по отношению к первоначальному (т. е. на момент начала эксплуатации ЛСБ). Конечно, требуется принять, с какой величины считать ЛСБ истощенной. Например, когда от исходного запаса осталось 30, 25, 20%, или $1/3$, $1/4$, $1/5$ и т. п.

Этот показатель, как и большинство последующих, имеет смысл, если границы ЛСБ существенно не изменялись. Это ограничение вынуждает рассматривать ЛСБ в рамках лесопункта, точнее, по лесовозным дорогам, т. е. как лесной массив, осваиваемый одним производственным комплексом: лесосека — лесовозная дорога — нижний склад. Именно так проектируют предприятия, так определяют лесозаготовительные производственные мощности. В рамках леспромхоза, тем более производственного объединения, заведомо оказываются ЛСБ с разными характеристиками истощенности, а могут быть и ЛСБ, вновь введенные в эксплуатацию. «Средняя» по леспромхозу истощенность в таких случаях лишена смысла.

1.2. Возрастной показатель — остаточный срок эксплуатации ЛСБ, равный числу лет до полного исчерпания запаса спелых. Так, в объединении Архангельсклеспром на начало 1983 г. было 10 ЛСБ с остаточным сроком менее 5 лет, 24 — со сроком от 5 до 10 лет, 16 — от 10 до 15 лет и т. д. Какой срок или интервал считать отделяющим истощенные ЛСБ от неистощенных? Он может быть обоснован и принят по согласованию руководящих органов лесной промышленности и лесного хозяйства. Пока лишь отметим, что этот срок не должен быть малым, так как, скажем, за пять-семь лет до полного исчерпания запасов вряд ли удастся направить лесопользование в желательное русло, если это не было сделано заранее [2].

1.3. Снижение расчетной лесосеки, отпуска леса. Уменьшение этих показателей для ЛСБ обычно вызвано истощенностью.

На истощенность указывают факты превышения объема лесозаготовок над расчетной лесосекой; утвержденной мощности лесовозной дороги — над отпуском леса. Так, по данным единовременного учета мощностей на 1 января 1978 г., в объединении Архангельсклеспром на 52 дорогах отпуск леса был ниже расчетной мощности.

2. Породная истощенность проявляется в уменьшении доли основных (чаще всего хвойных) пород в запасе ЛСБ. Выражением ее может быть снижение доли хвойных в таксационной формуле состава по породам на 1—2—3 единицы (например, в начале эксплуатации ЛСБ состав был 7Е2С1Б + Ос, в настоящее время 6Е2Б2Ос). Другое выражение: доля хвойных становится менее половины, т. е. вместо хвойных

преобладают лиственные (например, был состав 6Е2Б2Ос, ныне 4ЕЗБ3Ос).

3. Сортиментная истощенность выражается в том, что существенно снижается выход профилирующих сортиментов, т. е. таких, которые в данном лесоэкономическом районе пользуются наибольшим спросом. В Архангельской области такими сортиментами являются пиловочник и балансы хвойных пород. В Северном ЛПХ за 1963—1982 гг. выход пиловочника снизился с 44,4 до 31,4 %, в Няндомском с 49,1 до 34,9 % и т. д. Отсюда можно сделать заключение об истощенности данных ЛСБ по выходу пиловочника.

4. Территориальная истощенность проявляется в том, что все большую часть территории ЛСБ занимают вырубki (облесившиеся и необлесившиеся). Количественно выразить этот вид истощенности можно через повышение процента площади вырубok в лесной площади ЛСБ. Территориальная истощенность проявляется и в том, что значительную часть площади лесосечного фонда занимают недорубы. Это вызывает повышенные трудовые затраты на подготовку лесосек, строительство лесовозных дорог. Так, в Емецком ЛПХ, в неистощенной ЛСБ Двинского лесопункта на подготовку лесосек затрачивается по 38—43 чел.-дни на 1000 м³, а в истощенных базах лесопунктов Палово и Казенщина по 85—104 чел.-дни.

5. Эксплуатационная истощенность. Ее суть в том, что ухудшаются эксплуатационные показатели ЛСБ, влияющие на производительность труда, себестоимость, фондоотдачу на лесозаготовках. Так, в истощенных ЛСБ, как правило, резко снижены средний объем хлыста, запас ликвида на 1 га [1, 3]. Например, в Северном ЛПХ средний объем хлыста по лесосечному фонду 1984 г. равен 0,17 м³, тогда как 20—30 лет назад он был около 0,30 м³.

Вероятно, могут быть предложены и другие показатели, а некоторые из описанных отклонены. Но необходимость и возможность иметь систему показателей истощенности вряд ли могут вызвать сомнение.

Для ряда ЛСБ Архангельской области не все из этих показателей «срабатывают» в каждой ЛСБ, считающейся истощенной. Это естественно: явно истощенных ЛСБ совсем немного; у каждой ЛСБ может быть свой «вид» (или несколько видов) истощенности. По тому, каков этот вид, следует принимать решение о регулировании объемов и характера лесопользования, уровне плановых экономических показателей лесозаготовки и лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Львов П. Н., Орлов А. И. Динамика лесных ресурсов в Архангельской области, перспектива их использования и воспроизводства. — Изв. высш. учеб. заведения. Лесн. журн., 1982, № 1, с. 10—13. [2]. Моисеев Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 264 с. [3]. Орлов А. И. Совершенствовать учет ресурсов. — Лесн. пром-сть, 1983, № 11, с. 6—7. [4]. Синицын С. Г. Хозяйственное воплощение принципа непрерывного, неистощительного лесопользования. — Лесн. хоз-во, 1980, № 1, с. 43—47.

Поступила 3 июля 1984 г.

УДК 630*181.36

**РЕГЕНЕРАТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ
КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СОСНЫ И ДУБА
В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ**

В. К. ТИУНЧИК, В. С. ЛАНТУХ, М. И. КАЛИНИН

Львовский лесотехнический институт

Способность корней восстанавливать свои органы после механических повреждений — важная биологическая особенность древесных пород [1—3, 8]. До настоящего времени этот вопрос почти не изучался. Ранее проведенные нами исследования этого аспекта касались сосново-дубовых и дубово-сосновых культур 20-летнего возраста [6, 7]. Интересны исследования регенеративной способности корней древесных пород в приспевающих и спелых древостоях, когда деревья стареют и в физиологическом отношении не так активны, как в молодом возрасте.

Это явление мы исследовали на трех пробных площадях, заложенных в чистых и смешанных сосново-дубовых насаждениях 90—100-летнего возраста учебно-производственного лесхозага ЛЛТИ. Тип лесорастительных условий — С₂; почва дерново-подзолистая на флювиогляциальных песках. Таксационная характеристика исследованных насаждений приведена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика сосново-дубовых насаждений

Но- мер проб- ной пло- щадки	Состав	Средние		Воз- раст, лет	Класс бони- тета	Число стволов на 1 га, шт.	Полнота	Запас на 1 га, м ³
		диа- метр, см	высо- та, м					
1	10С + Д			100	Ia III	278	0,68	474
	С	40,5	31,7			247	0,61	463
	Д	27,8	21,2			31	0,07	11
2	5С5Д, ед. Е, Л, Г			90	I I	497	0,92	438
	С	33,9	27,5			205	0,40	213
	Д	28,4	26,2			250	0,46	207
3	10Д + С			100	I I	354	0,89	375
	Д	33,0	26,0			345	0,87	363
	С	36,4	28,1			9	0,02	12

Регенеративную способность корней после их повреждения изучали разработанным нами методом [6, 7]. Данные показали, что исследуемые древесные породы в 90—100-летнем возрасте обладают определенной способностью восстанавливать корни в почвенном пространстве на четвертый год после повреждения.

До постановки эксперимента глубина проникновения корней дуба в чистом дубовом насаждении несколько большая, чем корней сосны в сосновом древостое (табл. 2).

Однако общая масса корней дуба в монолите в пересчете на 1 м² значительно уступала массе корней сосны, составляя 64 %. Совершенно иное соотношение массы тонких корней этих пород. Так, корней диаметром менее 2 мм в монолите было у дуба 576,2 г, у сосны только 155,2 г, или в 3,7 раза меньше. Содержание корней более толстых фракций составляет соответственно 2462,3 и 1596,2 г. Как видим, содержа-

Таблица 2

Восстановительная способность корней сосны и дуба
в чистых насаждениях

Горизонт почвы, см	Сосна		Дуб		Трава	
	Масса корней, г/м ²	% к об- щей массе	Масса корней, г/м ²	% к об- щей массе	в сосно- вом на- саждении	в дубовом насажде- нии
0—10	902,4	19,0	233,1	7,7	3,9	39,4
	67,3	16,4	18,7	10,2	2,0	7,4
10—20	2181,8	45,9	217,5	7,2	—	—
	52,0	12,7	27,5	15,0	1,3	1,1
20—30	139,2	2,9	715,0	23,6	—	—
	62,0	15,0	20,6	11,2	0,8	0,8
30—45	407,2	8,6	689,9	22,7	—	—
	46,2	11,3	18,7	10,2	1,1	0,1
45—60	318,8	6,7	573,3	18,9	—	—
	51,8	12,6	24,3	13,3	1,2	—
60—75	123,0	2,6	183,3	6,0	—	—
	34,0	8,3	17,3	9,6	1,2	—
75—90	350,4	7,4	96,2	3,1	—	—
	20,3	4,9	14,5	7,9	0,8	—
90—105	227,8	4,8	30,6	1,0	—	—
	24,6	6,0	14,9	8,1	0,4	—
105—120	58,5	1,2	16,9	0,6	—	—
	24,1	5,9	11,1	6,0	0,5	—
120—135	14,8	0,3	49,6	1,6	—	—
	12,5	3,1	8,9	4,9	0,4	—
135—150	14,8	0,3	36,8	1,2	—	—
	8,8	2,2	4,3	2,3	0,1	—
150—165	6,3	0,1	48,6	1,6	—	—
	4,4	1,1	2,3	1,3	—	—
165—180	7,1	0,2	58,0	1,9	—	—
	1,9	0,5	—	—	—	—
180—200	—	—	66,3	2,2	—	—
	—	—	—	—	—	—
200—220	—	—	20,4	0,7	—	—
	—	—	—	—	—	—
Всего	4752,1	100,0	3038,5	100,0	3,9	39,4
	409,9	100,0	183,1	100,0	9,7	9,4

Примечание. В числителе — данные в год закладки траншей;
в знаменателе — через четыре года после закладки.

ние толстых, скелетных корней у сосны примерно в 2 раза выше, чем у дуба. Это говорит о том, что дуб черешчатый к 100-летнему возрасту намного интенсивней, чем сосна обыкновенная, использует объем почвенного пространства, насыщая его физиологически активными корнями.

Наибольшее количество корней сосны, в пересчете на 1 м² монолита, сосредоточено в верхнем 20-сантиметровом слое почвы, где относительное содержание их составляет 55 %. Корни дуба наиболее интенсивно осваивают нижележащие горизонты почвы: на глубине от 20 до 60 см их содержится 65 %. В этом слое почвы масса корней дуба

в 2,3 раза выше, чем у сосны. Это объясняется способностью дуба в исследуемом возрасте образовывать глубоко проникающие корни [4, 5].

Через четыре года после закладки траншей для изучения регенерации был проведен повторный учет корней по почвенным блокам. Исследования показали, что корненаселенность в сосновых насаждениях выше, чем в дубовых. Масса восстановившихся корней дуба была равна 44,7 % от массы корней сосны. Восстановившиеся корни сосны по отношению к первоначальному количеству составили 8,6 %, дуба — 6,0 %. Следовательно, за один год в среднем регенерирует 2,1 % корней сосны и 1,5 % корней дуба.

Анализируя распределение восстановившихся корней по фракциям толщины, отметим, что корни сосны и дуба в диаметре были не толще 6 мм. Содержание тонких корней сосны в монолите сечением 1 м² равнялось 331,4 г, а дуба в 2 раза меньше (167,4 г). Корни толщиной от 2 до 6 мм составляют соответственно 78,5 и 15,7 г. Таким образом, восстановившиеся корни сосны в чистом насаждении 100-летнего возраста интенсивнее используют объем почвенного пространства по сравнению с корнями дуба в чистом дубовом древостое. Отношение толстых корней сосны и дуба после постановки эксперимента увеличилось с 2 до 5 раз.

Глубина проникновения корней стала почти одинаковой. Распределение восстановившихся корней по горизонтам почвы также выравнялось. Однако корней сосны в верхнем 30-сантиметровом слое почвы все же больше, чем корней дуба. Так, относительное содержание корней сосны в этой зоне составляет 44,1 %, а корней дуба 36,4 %.

Обращает на себя внимание распространение корней травы в исследованных насаждениях. В чистом дубовом древостое их в 10 раз больше, чем в чистых сосняках. Корни травы до постановки эксперимента как в сосновом, так и в дубовом насаждении располагались в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. При повторном учете корненаселенность оказалась почти одинаковой: в чистом сосновом насаждении 9,7 г и в дубовом 9,4 г в пересчете на монолит сечением 1 м². Интересно, что восстановившиеся корни травы в сосновом древостое по отношению к первоначальному количеству составили 249 %, а в чистом дубовом только 24 %. Восстановившиеся корни травянистой растительности в чистых сосняках значительно глубже проникают в почву, чем в чистых дубняках.

Приведенные данные показывают, что сосна обыкновенная в чистых насаждениях 100-летнего возраста более интенсивно образует корни после их повреждения по сравнению с дубом.

В смешанных насаждениях взаимоотношения сосны и дуба в корнеобитаемом горизонте складываются несколько по-иному. Масса корней дуба составляет 1430,7 на 1 м² монолита, а масса корней сосны только 407,5 г (табл. 3). Тонких или физиологически активных корней дуба также больше, чем корней сосны (соответственно 140,4 и 80,3 г). Таким образом, как в чистых насаждениях, так и в смешанных корни дуба по сравнению с сосной намного интенсивней осваивают объем почвенного пространства за счет насыщения его физиологически активными корнями. Глубина проникновения корней сосны и дуба почти одинакова.

Общее количество корней сосны в 90-летнем насаждении сосредоточено в верхнем горизонте почвы толщиной 0—20 см (62,2 %), а основное количество корней дуба располагается в слое почвы 20—60 см (50,8 %).

По сравнению с чистыми, в смешанных насаждениях интенсивность разрастания корней значительно ниже. Так, общая масса корней сосны и дуба в первом случае составила 4752,1 и 3038,5 г, а во втором — 1838,2 г в пересчете на монолит сечением 1 м². Различие в корненасе-

Таблица 3

Восстановительная способность корней сосны и дуба
в смешанных насаждениях

Горизонт почвы, см	Сосна		Дуб		Трава, г/м ²
	Масса корней, г/м ²	% к общей массе	Масса корней, г/м ²	% к общей массе	
0—10	186,0	45,6	61,9	4,3	28,3
	22,4	14,1	6,8	7,9	47,3
10—20	67,2	16,6	177,2	12,4	0,3
	32,7	20,6	3,7	4,3	3,8
20—30	16,2	4,0	184,5	13,0	—
	12,9	8,1	15,0	17,4	3,8
30—45	5,8	1,4	225,4	15,7	—
	21,8	13,7	7,3	8,4	3,3
45—60	8,2	2,0	315,5	22,1	—
	11,7	7,3	6,3	7,3	2,4
60—75	8,0	2,0	136,8	9,6	—
	13,6	8,6	6,6	7,6	1,7
75—90	13,4	3,3	44,2	3,1	—
	14,2	8,9	0,5	0,6	1,5
90—105	7,9	1,9	110,6	7,7	—
	13,8	8,8	1,6	1,9	2,6
105—120	21,6	5,3	63,6	4,4	—
	9,8	6,2	11,2	13,0	1,9
120—135	21,0	5,1	36,6	2,5	—
	3,1	1,9	4,8	5,6	1,3
135—150	25,5	6,2	45,7	3,2	—
	0,8	0,5	12,6	14,6	0,3
150—165	16,6	4,1	2,8	0,2	—
	2,0	1,3	8,6	9,9	0,2
165—180	10,1	2,5	3,9	0,3	—
	—	—	1,3	1,5	—
180—200	—	—	22,0	1,5	—
	—	—	—	—	—
Всего	407,5	100,0	1430,7	100,0	28,6
	158,8	100,0	86,3	100,0	70,1

Примечание. В числителе — данные в год закладки траншей; в знаменателе — через четыре года после закладки.

ленности с учетом небольшой разницы в возрасте дает сравнение среднего ежегодного прироста корневой массы, составляющее в чистых древостоях сосны и дуба соответственно 47,5 и 30,4 г, а в смешанных 20,4 г на 1 м² монолита.

Повторные эксперименты, проведенные через четыре года, показали, что корненаселенность монолитов изменилась здесь более существенно, чем в чистых древостоях. Основную массу восстановившихся корней составляют корни сосны. Так, если до постановки эксперимента их было 22,1 % по отношению к общему количеству, то относительное содержание восстановившихся корней сосны составило уже 64,8 %. Следовательно, в смешанных насаждениях 90-летнего возраста сосна обыкновенная наиболее отзывчива на механические повреждения кор-

ней. Масса восстановившихся корней сосны в 1,8 раза больше, чем масса корней дуба. Все восстановившиеся корни имели диаметр меньше 6 мм и распределены по горизонтам почвы более равномерно, чем до постановки эксперимента.

Восстановление корней сосны в траншее для изучения регенерации составило за четыре года 40 %, дуба — 6 %; их средний ежегодный прирост соответственно 10,0 и 1,5 %. Данные показатели у сосны в смешанных насаждениях значительно выше, чем в чистых (2,1 %), у дуба одинаковы. Это говорит о том, что в смешанных насаждениях конкурентоспособность сосны выше, чем у дуба.

Сказанное позволяет глубже понять биологию исследованных пород и регулировать их взаимоотношения в смешанных фитоценозах.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вашкулат П. Н. О различной регенеративной способности корней одного и того же дерева.— Бот. журн., 1959, т. 44, № 11, с. 1666—1673. [2]. Веретеннико в А. В. Отмирание и регенерация корневой системы *Pinus silvestris* в зависимости от условий снабжения корнеобитаемого слоя почвы кислородом и воздухом.— Бот. журн., 1959, т. 44, № 2, с. 202—209. [3]. Ивченко в В. И. Влияние механических повреждений древесных растений на их сохранность и рост при проведении уходов за почвой в молодых защитных насаждениях Куйбышевского Заволжья: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук.— Волгоград, 1977. [4]. Калинин М. И. Корневые системы деревьев и повышение продуктивности леса.— Львов: Вища школа, 1975.— 175 с. [5]. Калинин М. И. Моделирование лесных насаждений.— Львов: Вища школа, 1978.— 207 с. [6]. Калинин М. И., Тиунчик В. К., Лантух В. С. Восстановительная способность корней сосны и дуба в смешанных сосново-дубовых культурах.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 5, с. 15—18. [7]. Калинин М. И., Тиунчик В. К., Лантух В. С. Влияние глубокого рыхления почвы на корневые системы древесных пород в культурах.— В кн.: Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообаб. пром-сть. К.: Будівельник, 1982, вып. 13, с. 23—27. [8]. Николаев Д. В. Восстановление корневых систем деревьев после обрезки корней и кроны.— Бюл. глав. бот. сада, 1951, вып. 8, с. 59—63.

Поступила 17 октября 1983 г.

УДК 630*232.324.3.001.57

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕСА С УЧЕТОМ КОНКУРЕНЦИИ ДЕРЕВЬЕВ*

Н. А. КОСТЕНЧУК

Московский лесотехнический институт

В современном лесоразведении стало традиционным создание монокультур лучшими растениями, с равномерным размещением и оптимальной начальной густотой, эмпирически устанавливаемой для конкретных природных и хозяйственных условий. Эти же принципы составляют основу лесокультурных работ при лесовосстановлении. Теоретической базой такого способа служит метод проб и ошибок, когда оптимальным вариантом считается лучший из всех предшествовавших. При создании лесных культур широко пропагандируется использование семян и саженцев высоких наследственных качеств, отбор растений с интенсивным приростом в высоту. Этот метод назван «селекцией в широком лесоводственном биоэкологическом смысле» [4]. В работе по диагностике роста сосны в чистых культурах [6] подчеркивается, что тенденции развития лесокультурного производства и лесной селекции

* Автор выражает глубокую признательность акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехову, проф. Ю. Д. Сироткину и проф. А. Р. Родину, а также доц. В. В. Грибкову за предвзвешенное обсуждение настоящей работы и конструктивные замечания.

ставят задачу выявления перспективных растений в возможно более раннем возрасте. Посадкой крупных сеянцев и саженцев можно увеличить высоту 7—10-летних культур сосны и ели на 10—58 %, повысить сохранность их и представленность деревьев I—II классов роста в 16—20-летних культурах, так как превосходство лучших саженцев в росте сохраняется и в стадии молодняка. При создании культур сосны крупномерным посадочным материалом М. В. Рогозин рекомендует браковку саженцев размером менее 0,95—1,0 от среднего диаметра или высоты саженцев в школе. Это должно повысить объем 29—40-летних деревьев на 35—38 %, а общая продуктивность культур может повыситься на 20—30 %. Вместе с тем автор отмечает, что при высадке деревьев с относительным диаметром 1,2 и выше конкуренция приведет к отпаду части перспективных деревьев диаметром 1,0—1,2 от среднего.

Следовательно, не только чрезмерное загущение посадок может привести к взаимному угнетению растений [10], но и искусственное уменьшение различий между ними. Поэтому в случае браковки, перед посадкой, худших экземпляров начальная густота культуры должна быть снижена по сравнению с оптимальной при несортированном посадочном материале. Наоборот, при необходимости высаживать только худшие экземпляры, начальную густоту можно было бы значительно увеличить. Теоретическое обоснование данного явления имеется в трудах А. П. Шенникова, К. М. Завадского, В. Н. Сукачева.

При создании лесных плантаций ускоренное выращивание древесины достигается за счет редкого размещения растений, практически не образующих лесного ценоза. Поэтому не возникает и конкуренции, известное положительное воздействие которой лесоводу нельзя упустить из виду. Зато возникает необходимость интенсивного агротехнического и лесоводственного ухода, как отмечает А. И. Писаренко, в течение всего периода выращивания, и регулярных подкормок минеральными удобрениями. Для создания плантаций также используется селекционный посадочный материал, размещаемый равномерно. Ввиду проведения мер по предотвращению конкуренции, это вполне обосновано. Тем не менее, экономический результат внедрения данной технологии определен недостаточно однозначно. Имеются сведения, что на плантациях сосны в оптимальных для ее роста условиях внесение удобрений и полное уничтожение травянистой растительности при помощи гербицидов не приводит к улучшению роста древостоя [9].

Таким образом, как традиционные, так и усовершенствованные методы лесоразведения и лесовосстановления предусматривают лишь создание оптимальной начальной густоты монокультур с посадкой наиболее развитых растений одного возраста и, как правило, при равномерном размещении.

Однако при этом недоучитываются следующие важные положения биологии. 1. Внутривидовая конкуренция проходит более жестоко, чем межвидовая, так как формы растений, сходные по потребностям, будут интенсивнее состязаться между собой, нежели различающиеся (Ч. Дарвин). 2. Чем больше схожесть экологических свойств растений, независимо от того, относятся они к одному или разным видам, тем интенсивнее между ними конкуренция [8]. Исследования В. В. Плотникова убедительно показали, что деревья, одинаковые по ценотическому положению, растут значительно хуже, если они оказываются ближайшими соседями [5].

В естественных древостоях более широкая амплитуда различий растений по генетическим и фенотипическим признакам, проявляющаяся в разной индивидуальной силе роста, и дифференциация, сопровождаемая отпадом слабых экземпляров, являются основой устойчивости всего фитоценоза. Разнообразие потребностей позволяет растениям по-

разному и, благодаря этому, более продуктивно для растительного сообщества использовать определенный экотоп. Эта закономерность уже используется в сельском хозяйстве при выращивании кормовых и злаковых культур. По данным П. В. Юрина [11], рациональное искусственное усиление различий растений при их совместном произрастании в искусственном агрофитоценозе приводит не только к увеличению урожая, но и к улучшению его качественной структуры.

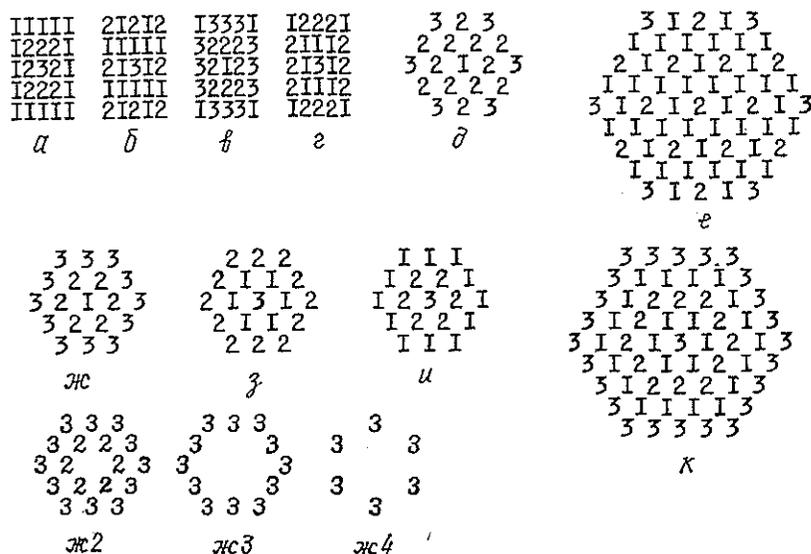
Моделирование продукционного процесса одновидового сообщества позволило В. В. Галицкому получить выводы: в случае одинаковых почвенных условий, площади роста и свойств растений, составляющих сомкнутый древостой, последний из-за коллективного самоугнетения через некоторый период времени должен полностью отмереть; при определенной гетерогенности в размещении, почвенных условиях и свойствах растений наблюдается колебательное изменение биомассы древостоя; применение удобрений в гомогенных растительных сообществах может быть экономически неэффективно, так как значительная доля усилий и затрат бесполезно расходуется на неконтролируемое усиление конкурентных взаимоотношений внутри сообщества [1]. И действительно, как справедливо отмечает А. И. Писаренко, мы как бы выравниваем условия существования деревьев в искусственных насаждениях, поэтому когда они достигают критического уровня необходимых условий, процесс дифференциации проходит гораздо сложнее, чем в естественных насаждениях, что неизбежно приводит к общему ослаблению культур.

Однако понимание лесоводами биологической закономерности пока не привело к практическому ее использованию. Еще в 1946 г. акад. В. Н. Сукачев говорил: «...все работы в этом направлении, можно сказать, только начались; их необходимо всемерно развивать, так как учение о борьбе за существование есть теоретическая основа многих лесоводственных мероприятий» [7, с. 29]. Мероприятия эти, отмечал В. Н. Сукачев, сводятся к регулировке хода борьбы за существование между деревьями чаще всего одного и того же вида. Не случайно вопрос об индивидуальной силе роста деревьев в связи с энергией взаимодействия между отдельными особями в насаждении Г. Р. Эйтинген, опираясь на учение Ч. Дарвина и работы К. Гайера, относил к одному из важнейших вопросов лесоведения.

В связи с изложенным, чрезвычайно важно разработать способы создания лесных монокультур, которые обеспечат снижение уровня негативного взаимовлияния перспективных деревьев в сомкнутом древостое, и тем самым повысить хозяйственную продуктивность искусственных лесов.

По В. Н. Сукачеву, устойчивое равновесие в сообществе достигается, с одной стороны, разнообразием входящих в его состав членов, с другой, — наибольшей их приспособленностью как друг к другу, так и к условиям существования [8, с. 252]. Поэтому вопрос о способе создания культурфитоценозов требуемых качеств будет, прежде всего, вопросом их внутренней структуры по относительно размещению деревьев различных индивидуальных свойств, среди которых определяющим, на фоне выравненных почвенно-грунтовых условий, является, по-видимому, индивидуальная сила роста. В искусственных монокультурах структура, создаваемая с учетом присущей природному лесу борьбы растений за существование, может служить главным фактором, обуславливающим конкуренцию.

Исходя из этих посылок, мы в 1979 г. разработали, а в 1980 и 1982 гг. опубликовали [2, 3] модели схем посадки молодых деревьев (например, хвойных пород) на однородной, в идеале тщательно обработанной лесокультурной площади (см. рис.). Цифрами 1, 2, 3 на схемах обозначено качество посадочного материала. В первую очередь, это



Схемы-модели взаимного размещения посадочного материала различной индивидуальной силы роста при создании лесных культур (см. пояснения в тексте).

ж2—ж3—ж4—эволюция структуры насаждения в процессе естественного изреживания (модель).

растения разных типов онтогенеза или разных форм, резко различающихся временем прохождения фенофаз, интенсивностью дыхания и потребностью в освещении и т. п. Под цифрой 3 подразумеваются деревья наиболее сильные и служащие объектом хозяйства; 2 — деревья, служащие подгоном, создающие лесную среду, используемые в промежуточном пользовании; 1 — деревья, лишь поддерживающие лесную среду и отмирающие самостоятельно, причем их отпад утилизируется сообществом. Значение цифр 1—3 можно понимать как классификационное, по функциям и назначению деревьев, и как степень интенсивности какого-либо их свойства: возраст, сила роста в высоту и по диаметру, другие качества, позволяющие произвести калибровку посадочного материала. Для придания большей универсальности предлагаемым схемам можно считать, что цифры 1—3 обозначают резко различающиеся по экологии растения разных видов древесных пород (например, 3 — сосна, 2 — береза, 1 — ель) или, при индивидуальном подходе к выращиванию деревьев в однопородных или клоновых посадках, дозу удобрения, количество и периодичность полива в засушливой зоне и т. д. Расстояние между растениями (посадочными местами), строго одинаковое в пределах участка, выбирается в зависимости от целевого назначения культур, необходимого срока выращивания для получения максимального хозяйственного эффекта. В большинстве случаев, вероятно, его целесообразно принять в пределах 1—2 м, что соответствует густоте 11 547—5773 шт./га.

Таким образом, предлагаемые схемы посадки, являющиеся пока только теоретическими моделями размещения деревьев, преследуют цели: создание начальных условий, обеспечивающих быструю дифферен-

циацию растений и отпад слабых экземпляров, которые до отмирания содействуют образованию лесной среды, препятствующей проникновению сорняков, а после отмирания играют почвоулучшающую роль; ускоренное развитие растений 2 и особенно 3 за счет снижения угнетающего фона при разнокачественности соседствующих деревьев; повышение продуктивности с единицы площади и устойчивости насаждения благодаря созданию оптимальной «ячейстой» структуры, свойственной естественным биогруппам; снижение оборота рубки из-за раннего срока наступления технической спелости; возможность отказа от рубок ухода за насаждением.

Для лесного хозяйства конца XX в. не должно существовать непреодолимых технологических затруднений, которые противостоят введению уже при посадке в состав однопородного лесного насаждения растений с различной энергией роста и неодинаковыми темпами развития и созданию для них одинаковых условий произрастания. Необходимо отметить, что по некоторым данным (устное сообщение В. В. Грибкова), проводившиеся в 30-е годы опыты ВНИИЛМа в подобном направлении не дали положительных результатов из-за несовершенства методов предпосадочной диагностики роста деревьев. Однако современные методы исследования позволяют уже сейчас довольно близко подойти к решению проблемы отбора семян и саженцев с наследственно закрепленной индивидуальной силой роста. В связи с прогрессирующими успехами генной инженерии и развитием метода культуры ткани растений, в ближайшем будущем эта проблема станет разрешимой на самом высоком уровне точности.

В заключение следует подчеркнуть, что с точки зрения теории биологии не существует разумной альтернативы созданию однопородных лесных культур разнокачественным посадочным материалом. Это путь, ведущий к эффективному усложнению внутренней структуры одновидового сообщества и находящийся в гармонии с природой взаимодействия растений. Напротив, почти вся предшествующая и планируемая практика лесокультурного производства являет собой пример пути, ведущего к упрощению, выравниванию такой структуры и к потере в продуктивности, к увеличению энергозатрат на ее поддержание.

Приведенные предложения по способам создания оптимальной структуры монокультур имеют пока лишь предварительный характер, требуют детальной теоретической проработки и экспериментальной проверки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Галицкий В. В. О моделировании продуктивного процесса в растительном сообществе.— В кн.: Моделирование биогеоценотических процессов.— М.: Наука, 1981, с. 104—118. [2]. Костенчук Н. А. Одновозрастные сосняки припойменных террас и закономерности их развития.— В кн.: Сельское хозяйство и охрана окружающей среды.— Таллин, 1980, с. 177—181. [3]. Костенчук Н. А. Закономерности развития экосистем сосняков приокских террас: Автореф. дис. . . канд. биол. наук.— М., 1982.— 19 с. [4]. Писаренко А. И. Лесовосстановление.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 252 с. [5]. Плотников В. В. Морфология сообществ древесных растений.— Вестн. АН СССР, 1974, № 8, с. 59—64. [6]. Рогозин М. В. Ранняя диагностика быстроты роста сосны обыкновенной в культурах.— Лесоведение, 1983, № 2, с. 66—72. [7]. Сукачев В. Н. Проблема борьбы за существование в биоценологии.— Вестн. Ленингр. ун-та, 1946, № 2, с. 27—39. [8]. Сукачев В. Н. Избранные труды. Т. 3.— Л.: Наука, 1975.— 543 с. [9]. Шнигаренко И. Б., Гавриленко А. П., Тесницкая Т. А. Влияние интенсифицирующих факторов на рост сосны в плантационных культурах и развитие в них травостоя.— Лесовод. и агролесомелнор., К., 1982, № 62, с. 66—70. [10]. Эйтинген Г. Р. Влияние густоты древостоя на рост насаждений.— Лесн. журн., 1918, т. 48, вып. 6—8, с. 241—272. [11]. Юрин П. В. О некоторых специфических закономерностях агроценологии.— В кн.: Экспериментальная биоценология и агроценозы. М.: Наука, 1979, с. 174—176.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.731.001.2

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ДОРОЖНУЮ ОДЕЖДУ НАГРУЗКИ,
ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СО ВРЕМЕНЕМ

Е. С. БУРЯК, Б. В. УВАРОВ, В. В. ЩЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

При движении автомобилей и автомобильных поездов возникают вертикальные колебания и ускорения частей машин и прицепов. Появляющиеся при этом динамические силы передаются на дорожную одежду. Влияние их на напряженно-деформированное состояние слоев дорожной одежды отличается от действия статических нагрузок.

В данной статье предлагается метод расчета слоистых дорожных одежд с учетом действия динамических сил. Рассматривается осесимметричная задача, т. е. воздействие давления, распределенного по круговой площади абсолютно гибкого или абсолютно жесткого штампов.

Рассматриваем задачу в цилиндрических координатах: координата z соответствует оси симметрии, координата, перпендикулярная первой, обозначена r .

Осесимметричная задача (задача Лэмба) сводится к решению системы двух волновых уравнений [2]

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} &= \frac{1}{c_1^2} \ddot{\varphi}; \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} &= \frac{1}{c_2^2} \ddot{\psi}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь φ и ψ — волновые функции;

c_1 — скорость распространения продольных волн,

$$c_1 = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}};$$

c_2 — скорость распространения поперечных волн,

$$c_2 = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}};$$

λ и μ — постоянные Ламе, зависящие от модуля упругости и коэффициента Пуассона слоев дорожной одежды;

ρ — плотность материала дорожной одежды.

Применим интегральные преобразования к первому уравнению системы (1). Преобразование Лапласа по времени t при нулевых начальных условиях дает

$$\frac{\partial^2 \bar{\varphi}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \bar{\varphi}}{\partial r} + \frac{\partial^2 \bar{\varphi}}{\partial z^2} = \frac{s^2}{c_1^2} \bar{\varphi},$$

где s — комплексная переменная, соответствующая времени в пространстве Лапласа.

Преобразование Лапласа по координате z

$$\frac{\partial^2 \bar{\varphi}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \bar{\varphi}}{\partial r} + \left(p^2 - \frac{s^2}{c_1^2} \right) \bar{\varphi} = p \bar{\varphi}(r, 0, s) + \frac{\partial \bar{\varphi}(r, 0, s)}{\partial z}.$$

Здесь p — комплексная переменная, соответствующая координате z ;

$\bar{\varphi}(r, 0, s)$ и $\frac{\partial \bar{\varphi}(r, 0, s)}{\partial z}$ — постоянные интегрирования при $z = 0$.

Преобразование Ханкеля по координате r

$$-\alpha^2 \bar{\varphi}^x + \left(p^2 - \frac{s^2}{c_1^2} \right) \bar{\varphi}^x = p \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s) + \frac{\partial \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s)}{\partial z},$$

где α — переменная, соответствующая координате r в пространстве Ханкеля.

Из последнего уравнения находим

$$\bar{\varphi}^x(\alpha, p, s) = \frac{p \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s) + \frac{\partial \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s)}{\partial z}}{p^2 - \frac{s^2}{c_1^2} - \alpha^2}.$$

Выполняя обратное преобразование Лапласа по p , используя таблицы [1], получим:

$$\bar{\varphi}_x(\alpha, z, s) = \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s) \operatorname{ch} \sqrt{\frac{s^2}{c_1^2} + \alpha^2} z + \frac{\frac{\partial \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s)}{\partial z}}{\sqrt{\frac{s^2}{c_1^2} + \alpha^2}} \operatorname{sh} \sqrt{\frac{s^2}{c_1^2} + \alpha^2} z.$$

Аналогичным образом вычисляем изображение функции ψ второго уравнения системы (1)

$$\bar{\psi}_1^x(\alpha, z, s) = \bar{\psi}^x(\alpha, 0, s) \operatorname{ch} \sqrt{\frac{s^2}{c_2^2} + \alpha^2} z + \frac{\frac{\partial \bar{\psi}^x(\alpha, 0, s)}{\partial z}}{\sqrt{\frac{s^2}{c_2^2} + \alpha^2}} \operatorname{sh} \sqrt{\frac{s^2}{c_2^2} + \alpha^2} z.$$

Из теории упругости известны зависимости напряжений и перемещений от волновых функций [2]. Преобразуя эти зависимости по Ханкелю (координата r) и Лапласу (координата t) и подставив в них полученные изображения $\bar{\varphi}^x$ и $\bar{\psi}^x$, найдем:

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_z^x = & A_1 \left[a_1^2 (2\mu + \lambda) - \lambda a^2 \right] \operatorname{ch} a_1 z + B_1 \left[a_1 (2\mu + \lambda) - \frac{\lambda a^2}{a_1} \right] \operatorname{sh} a_1 z + \\ & + 2A_2 \mu a_2 \left(a_2^2 - \frac{s^2}{c_2^2} \right) \operatorname{sh} a_2 z + 2\mu B_2 \left(a_2^2 - \frac{s^2}{c_2^2} \right) \operatorname{ch} a_2 z; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_r = & -\mu \int_0^\infty \alpha^2 \left[2A_1 a_1 \operatorname{sh} a_1 z + 2B_1 \operatorname{ch} a_1 z + A_2 \left(2a_2^2 - \frac{s^2}{c_2^2} \right) \operatorname{ch} a_2 z + \right. \\ & \left. + B_2 \left(2a_2 - \frac{s^2}{a_2 c_2^2} \right) \operatorname{sh} a_2 z \right] I_1(\alpha r) d\alpha; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \bar{W}^x = & A_1 a_1 \operatorname{sh} a_1 z + B_1 \operatorname{ch} a_1 z + A_2 \left(a_2^2 - \frac{s^2}{c_2^2} \right) \operatorname{ch} a_2 z + \\ & + B_2 \left(a_2 - \frac{s^2}{a_2 c_2^2} \right) \operatorname{sh} a_2 z. \end{aligned} \quad (4)$$

В формулах обозначено:

$$a_1 = \sqrt{\frac{s^2}{c_1^2} + \alpha^2}; \quad a_2 = \sqrt{\frac{s^2}{c_2^2} + \alpha^2};$$

$$A_1 = \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s); \quad B_1 = \frac{\partial \bar{\varphi}^x(\alpha, 0, s)}{\partial z}; \quad A_2 = \bar{\psi}^x(\alpha, 0, s); \quad B_2 = \frac{\partial \bar{\psi}^x(\alpha, 0, s)}{\partial z};$$

$I_1(\alpha r)$ — функция Бесселя первого рода.

Для вычисления напряжений и перемещений следует найти A_1, B_1, A_2, B_2 по известным граничным условиям на поверхности основания: $\bar{\sigma}_z^x = -\bar{p}^x(\alpha, s)$ и $\bar{\tau}_r = 0$.

Величина $\bar{p}^x(\alpha, s)$ представляет собой изображение внешней нагрузки в пространствах Ханкеля и Лапласа. Изображение осесимметричных нагрузок в пространстве Ханкеля приведено в работе [4].

Зависимость внешней силы от времени может быть практически любой: синусоидальной, вида $PU(t)$ (где $U(t)$ — единичная функция), прямоугольной, треугольной, трапецидальной и др. Изображение в пространстве Лапласа берется по таблицам [1].

Дополнительными условиями являются равенство $\bar{\sigma}^x, \bar{\tau}, \bar{W}^x$ и \bar{U}^x на границах слоев дорожной одежды и нулю на бесконечности. Для двухслойного основания постоянные интегрирования находят из решения системы уравнений

$$A_1' [a_{11}^2 (2\mu_1 + \lambda_1) - \alpha^2 \lambda_1] + B_2' 2\mu_1 \left(a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) = -\bar{p}^x(\alpha, s);$$

$$2B_1' + A_2' \left(2a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) = 0;$$

$$A_1' [a_{11}^2 (2\mu_1 + \lambda_1) - \alpha^2 \lambda_1] \operatorname{ch} a_{11} h + B_1' \left[a_{11} (2\mu_1 + \lambda_1) - \frac{\lambda_1 a^2}{a_{11}} \right] \operatorname{sh} a_{11} h + 2A_2' \mu_1 a_{21} \left(a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) \operatorname{sh} a_{21} h + 2B_2' \mu_1 \left(a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) \operatorname{ch} a_{21} h - A_1'' [a_{12}^2 (2\mu_2 + \lambda_2) - \lambda_2 \alpha^2] - 2B_2'' \mu_2 \left(a_{22}^2 - \frac{s^2}{c_{22}^2} \right) = 0;$$

$$2A_1' \mu_1 a_{11} \operatorname{sh} a_{11} h + 2B_1' \mu_1 \operatorname{ch} a_{11} h + A_2' \mu_1 \left(2a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) \operatorname{ch} a_{21} h + B_2' \left(2a_{21} - \frac{s^2}{a_{21} c_{21}^2} \right) \mu_1 \operatorname{sh} a_{21} h - 2\mu_2 B_1'' - A_2'' \mu_2 \left(2a_{22}^2 - \frac{s^2}{c_{22}^2} \right) = 0;$$

$$A_1' a_{11} \operatorname{sh} a_{11} h + B_1' \operatorname{ch} a_{11} h + A_2' \left(a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) \operatorname{ch} a_{21} h + B_2' \left(a_{21} - \frac{s^2}{a_{21} c_{21}^2} \right) \operatorname{sh} a_{21} h - B_1'' - A_2'' \left(a_{22}^2 - \frac{s^2}{c_{22}^2} \right) = 0;$$

$$A_1' \operatorname{ch} a_{11} h + B_1' \frac{\operatorname{sh} a_{11} h}{a_{11}} + A_2' a_{21} \operatorname{sh} a_{21} h + B_2' \operatorname{ch} a_{21} h - A_1'' - B_2'' = 0;$$

$$A_1'' a_{12} + B_1'' + A_2'' \left(a_{22}^2 - \frac{s^2}{c_{22}^2} \right) + B_2'' \left(a_{22} - \frac{s^2}{a_{22} c_{22}^2} \right) = 0;$$

$$A_1'' + B_1'' \frac{1}{a_{12}} + A_2'' a_{22} + B_2'' = 0.$$

(5)

В системе (5) постоянные с одним штрихом относятся к верхнему слою, с двумя штрихами — к нижнему; у переменных с двумя индексами

первый индекс соответствует номеру слоя; h — толщина верхнего слоя.

Выполняя обратное преобразование Ханкеля в (4) для верхнего слоя при $z = 0$, получим:

$$\bar{W} = \int_0^{\infty} \alpha I_0(\alpha r) \left[B'_1 + A'_2 \left(a_{21}^2 - \frac{s^2}{c_{21}^2} \right) \right] d\alpha. \quad (6)$$

Значение этого несобственного интеграла можно найти только численным методом, так как B'_1 и A'_2 определяются системой (5) и зависят от α . Обращение Лапласа в (6) требуется выполнить также численным методом, например описанным в [1].

Для расчета осадки поверхности двухслойного основания в центре штампа (при $z = 0$, $I_0(\alpha r) = 1$) по предложенной методике составлена ФОРТРАН-программа для ЭВМ. Интегрирование в (6) выполним методом прямоугольников при шаге интегрирования $\Delta\alpha = 0,0175$. Бесконечный верхний предел заменяем конечной величиной, равной 0,5, найденной в результате анализа графика подынтегральной функции. Для численного обращения Лапласа по [1] требуется вычислять изображения при действительных $s = (2n + 1)\sigma$, $n = 0, 1, 2 \dots$ Пробными расчетами найдено оптимальное (для рассматриваемого диапазона времени t) значение $\sigma = 100$. Для уменьшения погрешности, связанной с некорректностью численных методов обращения Лапласа, программа составлена в режиме удвоенной точности.

Расчет выполнен на ЭВМ «Наири-4». На одно решение затрачивается около 20 мин машинного времени.

Аналогичным способом можно рассчитать все компоненты напряжений и перемещений при любых z и r .

Используем приведенный метод для оценки так называемой присоединенной массы дороги (m_n). При изучении вертикальных колебаний автомобиля обычно учитывают упругие и диссипативные реакции дорожной одежды. Вопрос же о колеблющейся при этом ограниченной массе дорожной одежды выяснен недостаточно, хотя имеющиеся опытные данные [3] свидетельствуют о ее наличии.

Рассматриваем две расчетные модели: 1) абсолютно гибкий штамп, равновеликий по площади отпечатка колеса автомобиля МАЗ-509 с нагрузкой, изменяющейся во времени, действует на слоистое основание; 2) некоторая масса с упругим и вязким сопротивлением при приложенной к ней той же нагрузке. Поскольку рассмотренная задача может быть решена численно, сравнение моделей делаем для двухслойного основания: гравий толщиной $h = 0,4$ м с модулем упругости $E_1 = 250$ МПа и коэффициентом Пуассона $\nu_1 = 0,27$ и суглинок с $E_2 = 24$ МПа, $\nu_2 = 0,35$. Максимальная динамическая нагрузка равна 20 кН. Упругое сопротивление массы вычисляем по эквивалентному модулю упругости $E_{э\text{кв}} = 110$ МПа, а коэффициент вязкости принимаем равным $1,2 \cdot 10^5$ Н · с/м.

Модели сопоставляем по осадке штампа S . Массу второй модели варьировали.

Наиболее рельефно влияние присоединенной массы выявляется при нагрузке $PU(t)$, где P — наибольшее давление, равномерно распределенное по площади штампа; $U(t)$ — единичная функция. Результаты расчета представлены на рис. 1, где цифрой 1 обозначены данные, полученные при использовании первой модели, 2 — второй модели при присоединенной массе, равной нулю, 3 — второй модели при массе, наиболее соответствующей первой модели.

Как следует из рисунка, нагрузка на двухслойное основание вызывает появление переходного процесса, соответствующего колебанию покрытия. Если присоединенная масса равна нулю, то переходный процесс

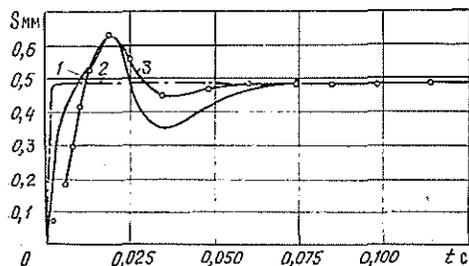


Рис. 1.

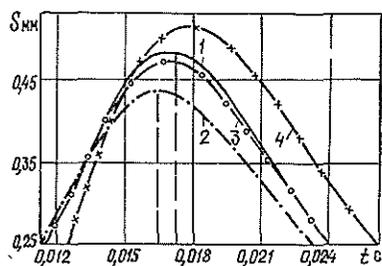


Рис. 2.

почти отсутствует и практически мгновенно осадка становится статической. Введение присоединенной массы обуславливает появление переходного процесса и при $m_n = 1260$ кг имеется почти полное совпадение с исходной моделью. Рис. 1 позволяет также оценить точность расчета. После достаточно продолжительного времени имеет место статическое решение, и различие в расчетах с использованием разных моделей не превышает 1 %.

Приведенный пример идеализирован. В действительности присоединенная масса зависит от характера нагрузки, времени ее действия и типа дорожной одежды.

Изучение перемещений и ускорений колес автомобилей показывает, что сила, действующая на каждую точку покрытия, обычно изменяется по треугольнику. Время нарастания силы зависит от скорости прохода по данному месту половины диаметра штампа. Поэтому было рассчитано несколько вариантов воздействия треугольной нагрузки с разным временем нарастания силы. На рис. 2 приводятся результаты одного из расчетов (показана только верхняя часть осадки), обозначения те же, что и на рис. 1. В данном случае наилучшее совпадение имеет место при присоединенной массе 250 кг (кривая 3). Массе 600 кг соответствует кривая 4. Динамическая нагрузка принята 20 кН, время ее нарастания 0,015 с.

По расчету для этой же динамической силы с временем нагружения 0,02 и 0,01 с присоединенная масса составила соответственно 210 и 300 кг.

Выводы

1. Предложен метод расчета двухслойного основания при действии на него внешней нагрузки, изменяющейся со временем.

2. Для принятого типа дорожной одежды присоединенная масса колеблется от 210 до 300 кг, достигая в предельном случае 1260 кг.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и z -преобразования.— М.: Наука, 1971.— 288 с. [2]. Новацкий В. Динамика сооружений.— М.: Госстройиздат, 1963.— 376 с. [3]. Смирнов А. В., Малофеев А. Г. Экспериментальное исследование волн колебаний дорожных покрытий при движении автомобиля.— Прикладная механика, 1973, т. 9, вып. 1, с. 129—134. [4]. Уваров Б. В., Щелкунов В. В., Лукин Ю. Л. Воздействие статической нагрузки на упругое основание.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5, с. 43—48.

УДК 630*323.13.002.5-114

ЧИСЛО ДЕРЕВЬЕВ, СРЕЗАЕМЫХ С ОДНОЙ СТОЯНКИ ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩЕЙ МАШИНОЙ

В. А. КАПУСТИН
СНПЛО

При определении числа деревьев, срезаемых с одной стоянки широкозахватной валочно-пакетирующей машиной (ВПМ), полагают [4, 5], что расстояние перемещения машины от стоянки O_1 до стоянки O_p составляет:

$$l_p = R - C, \quad (1)$$

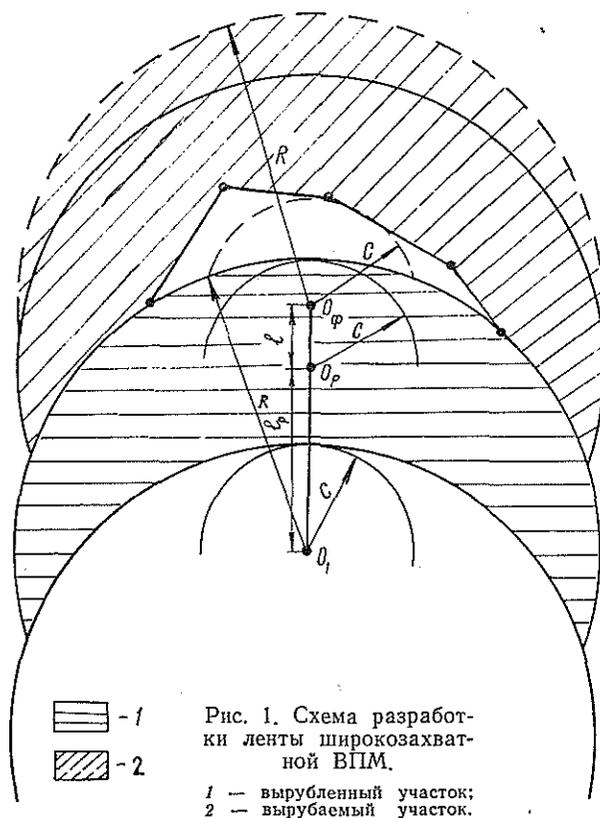
где l_p — рабочий вылет стрелы;

R — максимальный вылет стрелы;

C — минимальный вылет стрелы.

Такой расчет верен только в случае, если расстояния между деревьями малы по сравнению с величиной C .

В случаях, когда расстояния между деревьями достаточно велики, расстояние переезда машины увеличивается, так как между границей



ранее вырубленного и вырубаемого участков часто бывает достаточно свободного места для перемещения машины от расчетного места стоянки O_p до фактического O_f на величину l . На рис. 1 граница расположения ближних деревьев на вырубаемом участке показана ломаной линией и место, позволяющее сделать дополнительное перемещение машины, не заштриховано, а фактические границы вырубаемого участка обозначены пунктиром.

Чтобы определить величину l , нужно знать закон распределения деревьев на лесной площади. Исходя из положения теории вероятностей, можно предполагать, что число деревьев на небольших (0,01—0,02 га) участках лесосеки распределяется по закону Пуассона:

$$P_m(S) = \frac{a^m}{m!} e^{-a}, \quad (2)$$

где P_m — вероятность того, что на участке площадью S расположено m деревьев;

a — параметр распределения, равный среднему числу деревьев, растущих на площади S ;

e — основание натуральных логарифмов.

В самом деле, распределение деревьев на любом небольшом участке леса удовлетворяет следующим условиям, характерным для распределения Пуассона.

1. Вероятность произрастания того или иного числа деревьев на участке зависит только от его площади и не зависит от места расположения участка в лесном массиве с более или менее одинаковыми условиями произрастания и возраста леса.

2. Число деревьев, произрастающих на одном участке, не зависит от их числа на другом.

3. Вероятность произрастания двух или трех деревьев в одной точке пренебрежительно мала по сравнению с вероятностью произрастания в этой точке одного дерева.

Для проверки выдвинутой гипотезы в Бисертском леспромхозе сняли с натуры план части лесного массива шириной 10 м и длиной 600 м и нанесли на него места расположения деревьев и их объемов. Затем на плане наметили круговые участки диаметром 10 м и подсчитали число деревьев на этих участках.

Распределение числа деревьев на этих участках показано на рис. 2. Здесь же приведено распределение Пуассона.

Проверка по критерию согласия χ^2 показала, что вероятность случайного отклонения фактического распределения от теоретического составила 0,8, таким образом, можно считать, что результаты опыта не противоречат выдвинутой гипотезе.

Соответствие распределения числа деревьев на небольших пробных площадях закону Пуассона отмечают и другие исследователи [3]. При средней площади, занимаемой одним деревом S_d , вероятность того, что на площади S не будет ни одного дерева, согласно формуле (2), составит:

$$P_0(S) = e^{-\frac{S}{S_d}}. \quad (3)$$

Как видно, величина S распределяется по показательному закону и ее математическое ожидание равно S_d , т. е. средней площади, занимаемой одним деревом.

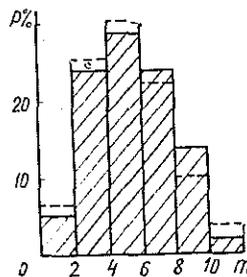


Рис. 2. Гистограмма распределения числа деревьев на участках.

Сплошная линия — фактическое; штриховая — по закону Пуассона.

Конфигурация площади (S), свободной от деревьев, необходимая для прохода машины, имеет вид сегмента высотой l и радиусом C при $l < C$, полукруга радиусом C при $l = C$ или полукруга в сочетании с прямоугольником при $l > C$.

С некоторым приближением эта площадь $S = S_d \approx 1,6 Cl$, откуда

$$l = \frac{S_d}{1,6C}. \quad (4)$$

Как можно видеть, среднее значение дополнительного перемещения машины от стоянки к стоянке прямо пропорционально площади, занимаемой одним деревом, и обратно пропорционально минимальному вылету стрелы.

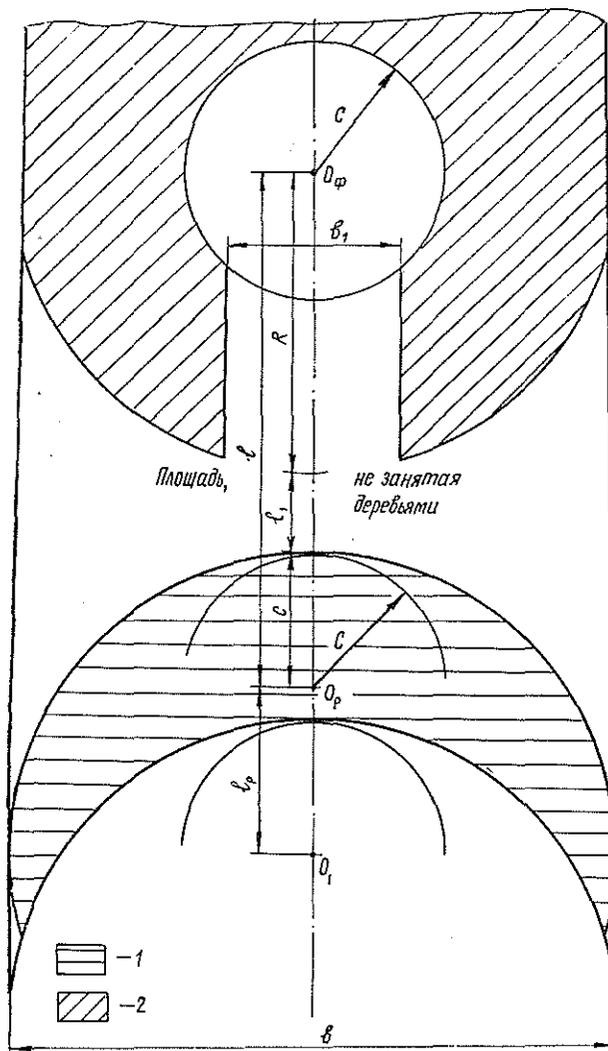


Рис. 3. Схема разработки ленты широкозахватной ВПМ при малой густоте древостоя.

1 — рубленый участок; 2 — вырубаемый участок

Указанные расчеты верны при $l < R$, при $l > R$ деревья, оставшиеся за машиной, могут быть не освоены. Для машины ЛП-19 при $R = 8$ м и $C = 3,5$ м формула (4) применима при $S_d \leq 45$ м², т. е. при густоте деревьев не менее 220 шт. на 1 га.

Дополнительное число деревьев, срезаемых с одной стоянки (n), в сравнении с расчетным, определенным на основании формулы (1), составит:

$$n = \frac{lb}{S_d}, \tag{5}$$

где b — ширина разрабатываемой ленты.

Можно принять $b \approx 1,8R$, тогда, после подстановки значения l из формулы (4):

$$n = \frac{1,1R}{C}. \tag{6}$$

Таким образом, при сравнительно густых древостоях (для ЛП-19 при числе деревьев не менее 220 шт. на 1 га) дополнительное число деревьев, срезаемых с одной стоянки, прямо пропорционально максимальному вылету и обратно пропорционально минимальному вылету стрелы манипулятора.

В древостоях с небольшим числом деревьев на 1 га или при малой величине R площадь, не занятую деревьями (рис. 3) и необходимую для прохода ВПМ, с некоторым приближением можно выразить уравнением:

$$S_d = \pi C^2 + (R - C)b_1 + l_1b + 0,6R^2, \tag{7}$$

где b_1 — ширина прохода ВПМ.

При известном значении S_d находим l_1 и l , по формуле (5) определяем n . При $R < l < R + C$ следует найти S_d , при которой $l_1 = 0$, и в этом промежутке определить n путем интерполяции.

Например, для машины ЛП-19 при $b_1 = 4$ м и $l_1 = 0$

$$S_d = 3,14 \cdot 3,5^2 + (8 - 3,5) \cdot 4 + 0,6 \cdot 8^2 = 95 \text{ м}^2;$$

$$n = \frac{(R + C)b}{S_d} = \frac{11,5 \cdot 1,8 \cdot 8}{95} = 1,7 \text{ шт.}$$

По формуле (6) при $S_d = 45$ м² $n = \frac{1,1 \cdot 8}{3,5} = 2,5$ шт. Таким образом, в диапазоне $45 < S_d < 95$ при увеличении площади S_d на каждые 10 м² дополнительное количество деревьев n уменьшается на 0,16 шт. При дальнейшем увеличении S_d дополнительное число деревьев, срезаемых с одной стоянки, снижается, приближаясь к единице, что соответствует сути описываемого процесса.

Для машины «Дротт-40ЛС» при $S_d \leq 56$ м²

$$n = \frac{1,1 \cdot 8,2}{4,3} = 2,1 \text{ шт.}$$

В таблице показано расчетное число деревьев, срезаемых с одной стоянки, без учета и с учетом дополнительного их числа n , а также фактическое по результатам работы машин [1, 2].

Марка машины	Леспромхоз	Число деревьев на 1 га, шт.	Число деревьев в пакете		
			расчетное		фактическое
			без учета n	с учетом n	
Дротт-40ЛС	Крестецкий	700	4,0	6,1	6,4
ЛП-19	»	800	4,5	7,0	4,6—8,2
	»	700	5,2	7,7	
	»	600	3,9	6,4	
	Атубский	134	1,0	3,0	3,3

Как видно из приведенных данных, расчетное число деревьев в пакете, с учетом вводимой нами поправки весьма близко к их фактическому количеству.

Число деревьев, срезаемых с одной стоянки широкозахватной ВПМ, следует определять с учетом свободного места для проезда машины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вороницын К. И., Виногородов Г. К. Испытания зарубежных машин.— Науч. тр./ ЦНИИМЭ, 1975, вып. 142. [2]. Гугелев С. М., Леонтьев В. И. Параметры пачек, формируемых валочно-пакетирующими машинами. — В кн.: Машинная валка и трелевка леса. Химки: ЦНИИМЭ, 1977. [3]. Никитин К. Е., Швиденко А. З. Методы и техника обработки лесоводственной информации.— М.: Лесн. пром-сть, 1978. [4]. Орлов С. Ф., Кочегаров В. Г. Лесосечные работы без ручного труда. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. [5]. Федяев Л. Г. Производительность систем машин для лесосечных работ. — В кн.: Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. — Л.: ЛТА, 1976, вып. 5.

Поступила 13 июня 1983 г.

УДК 629.114.3.001.2

ВЛИЯНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ МАСС НА МОЩНОСТНОЙ БАЛАНС ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА ПРИ КОЛЕБАНИЯХ НАГРУЗКИ

Г. Д. БОГОМАС, В. И. РОМАНЕНКО, Ю. А. СЕДОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время большое внимание уделяется уточнению существующих и разработке новых методов исследования неустановившихся режимов движения автомобилей.

Динамические характеристики автомобиля могут быть определены, если известны величина и характер изменения крутящего момента двигателя в процессе разгона автомобиля на соответствующих передачах. Их устанавливают обычно на основе статических значений крутящего момента двигателя, что не позволяет получить достаточную степень точности. Неполно выявлены также и связи между динамическими характеристиками автомобиля и параметрами его двигателя и трансмиссии.

При решении таких задач, как оценка влияния скоростной характеристики двигателя на динамические качества автомобиля, выбор передаточных чисел трансмиссии и исследование топливной экономичности автомобиля, весьма удобным инструментом является уравнение мощностного баланса автомобиля:

$$N_T = N_K + N_P + N_B \pm N_n,$$

где N_T — тяговая мощность;

N_K — мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качения;

N_P — мощность, затрачиваемая на преодоление подъема;

N_B — мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_n — мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля.

Для автомобилей, используемых в лесной промышленности, величина N_B незначительна, и ею можно пренебречь.

Мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля, учитывается только на режиме разгона при постоянных значениях величин, ее определяющих:

$$N_{\text{н}} = \delta m j v,$$

где δ — коэффициент учета вращающихся масс;
 m — масса автомобиля;
 j — ускорение автомобиля;
 v — скорость автомобиля.

Для автопоезда МАЗ-509 + ГКБ-9383 при массе автопоезда $m = 29\,000$ кг, скорости $v = 1,67$ м/с, ускорений $j = 0,139$ м/с² и $\delta = 2,92$ $N_{\text{н}} = 12$ кВт.

При движении лесовозного автопоезда по усам и веткам происходит непрерывное колебание приведенных инерционных масс. Эти колебания имеют различную амплитуду относительно среднего значения, характерного для установившегося движения автопоезда, когда $N_{\text{н}} = 0$.

Колебания суммарной приведенной массы автопоезда вызывают дополнительные затраты мощности и топлива по сравнению с установившимся режимом.

Для определения $N_{\text{н}}$ по специальной методике был исследован двигатель лесовозного тягача, установленный сначала на моторном стенде, а затем на тягаче МАЗ-509. В процессе этих исследований момент сопротивления M_c изменялся по синусоидальному закону

$$M_c = M_0 + A_c \sin \Omega t.$$

Испытания позволили определить мощность за каждый цикл изменения нагрузки и сравнить основные параметры установившегося и колебательного процесса. При их проведении на ленту осциллографа

Динамическая характеристика системы двигатель — стенд. Цифрами показана частота изменения момента сопротивления Ω .

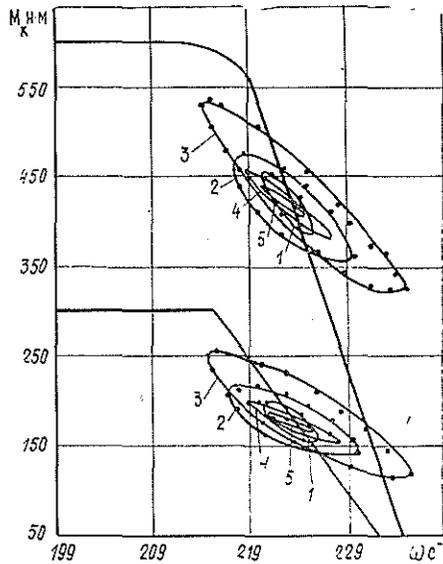
1 — 0,628 с⁻¹; 2 — 1,885; 3 — 2,513;
 4 — 4,398; 5 — 5,655 с⁻¹.

записывали значения крутящего момента при соответствующей частоте вращения коленчатого вала двигателя за один период (цикл) изменения момента сопротивления M_c с шагом, достаточным для построения замкнутой кривой с заданной точностью. Полученные точки с координатами ω , M_k наносили на скоростную характеристику двигателя (см. рис.).

Площадь, ограниченная замкнутой кривой, определяет мощность, затрачиваемую на преодоление инерционности масс двигателя и связанных с ним агрегатов.

Если произведение $M\omega = N(t)$ представляет собой мгновенную мощность двигателя, а средняя мощность за период (цикл) T изменения M_c определяется как

$$N_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T M(t) \omega(t) dt,$$



где T — период изменения M_c ;
 t — время,

то площадь, ограниченная эллипсом (с учетом масштаба), и есть мощность, затраченная на преодоление инерционности масс.

Использованный метод исследования дает возможность по основным параметрам эллипса (его площади S , отношению полуосей l_2/l_1 , углу наклона главной оси эллипса к какой-либо из координатных осей φ) сравнивать динамические характеристики различных двигателей при одинаковых параметрах нагрузок, приняв определенные значения S , l_2/l_1 , φ за эталонные. При периодическом (циклическом) изменении момента сопротивления по закону, отличному от синусоидального, замкнутая кривая не будет эллипсом, хотя также может определять мощность, затраченную на преодоление инерционности масс двигателя и связанных с ним агрегатов.

Экспериментальные (на тормозном стенде) и теоретические исследования показали, что затраты мощности на преодоление инерционности масс двигателя ЯМЗ-236 и связанных с ним агрегатов зависят от частоты изменения момента сопротивления и инерционных масс и составляют от 0,5 до 2,5 кВт.

Для тягача МАЗ-509 на прямой передаче эти затраты равны 0,7—15 кВт в зависимости от частоты возмущающего воздействия.

Поступила 11 марта 1984 г.

УДК 630*36.001.57

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УПРУГОГО ЗВЕНА. НА ДИНАМИКУ ЩИТОВОГО БРЕВНОСБРАСЫВАТЕЛЯ

[П. С. НАРТОВ], Е. И. ХАНКИН

Воронежский лесотехнический институт
 Воронежский инженерно-строительный институт

Для обеспечения нормальной и эффективной эксплуатации погрузочно-разгрузочных механизмов лесных машин надежность их работы имеет первостепенное значение.

Существуют различные способы повышения надежности указанных механизмов, один из которых — снижение динамической нагруженности на узлы и детали с помощью упругих элементов, вводимых в конструкции. Устройства, содержащие упругие элементы, конструктивно довольно просты и имеют широкое применение.

В данной работе излагаются результаты экспериментальных исследований по влиянию упругих элементов на снижение ударных нагрузок на элементы конструкции щитового бревносбрасывателя.

Для исследования динамических процессов, протекающих в момент сбрасывания сортимента с транспортера рычагами бревносбрасывателя, была использована модель, изображенная на рис. 1.

Ускорения, возникающие в процессе сбрасывания, фиксировали датчиками типа ИС 598, установленными на концах рычагов 1 сбрасывателя, на сортименте 2 в зонах контактов с рычагами и в зоне удара торца сортимента о щит 3.

Запись ускорений осуществляли с помощью шлейфового осциллографа модели К-12-22 на фотобумагу. Для количественной оценки полученных осциллограмм провели контрольные сравнения показаний датчиков с показаниями «g»-метра.

На рис. 2 представлены осциллограммы ускорений концов рычагов щитового бревносбрасывателя и сортимента при жесткой и упругой

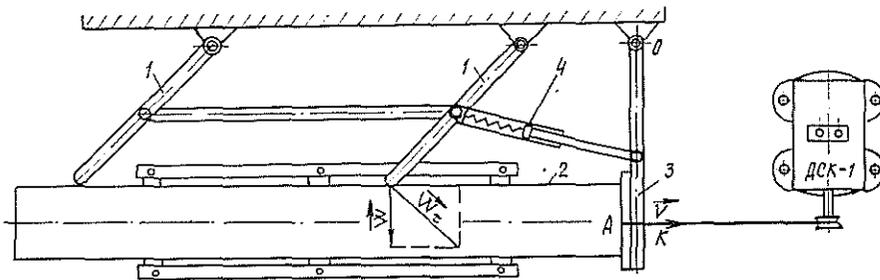


Рис. 1. Схема рычажного бревнобрасывателя с упругой тягой.

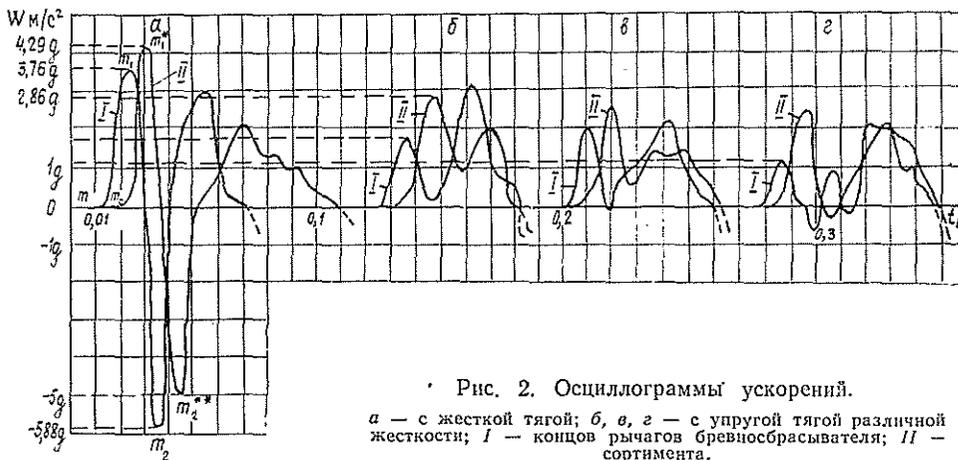


Рис. 2. Оциллограммы ускорений.

a — с жесткой тягой; *б, в, г* — с упругой тягой различной жесткости; *I* — концов рычагов бревнобрасывателя; *II* — сортимента.

тяги 4 с коэффициентами жесткости $c_1 = 1633,2$ Н/м, $c_2 = 1088,8$ Н/м и $c_3 = 544,4$ Н/м.

Для каждого случая эксперимент повторяли не менее 8 раз, что позволило получить устойчивую картину динамических процессов в системе бревнобрасыватель — сортимент.

Статистическая обработка результатов определила отклонения ускорений от истинных в пределах, не превышающих 10 %.

Для варьирования коэффициентом жесткости упругой тяги 4 (рис. 1) были использованы монтажные планки, шарнирно связанные с рычагом 1 и рычагом щита 3, к которым параллельно присоединяли три цилиндрические пружины с одинаковыми коэффициентами жесткости $c_3 = 544,4$ Н/м.

Конструктивно планки обеспечивали самоцентрировку, т. е. соосность оси симметрии тяги 4 и центров шарниров рычагов 1 и 3.

При замене тяги 4 упругими звеньями каждый раз производили балансировку по массе.

На рис. 2, *a* представлены оциллограммы ускорений: *I* — конца рычага бревнобрасывателя; *II* — сбрасываемого сортимента при деформируемой тяге. Скорость подачи сортимента транспортером $V = -0,854$ м/с, зазор между концами рычагов и сортиментом — примерно 5 мм.

На рис. 2, *б* изображены оциллограммы при тех же условиях, но жесткая тяга заменена упругой — с коэффициентом жесткости $c_1 =$

$= 1633,2$ Н/м; на рис. 2, в — $c_2 = 1088,8$ Н/м; на рис. 2, г — $c_3 = 544,4$ Н/м.

Как следует из анализа полученных осциллограмм (рис. 2), при замене жесткой тяги 4 упругой ускорения концов рычагов сбрасывателя и сортимента в ходе технологического процесса значительно снижаются [1].

При отсутствии упругого элемента в тяге наблюдается сильный удар за счет знакопеременной нагрузки (рис. 2, а, участки $m_1 - m_2$, $\Delta t \approx 0,012$ с; $m_1^* - m_2^*$, $\Delta t \approx 0,016$ с).

Форму кривых ускорений (а) можно объяснить следующим образом. Участок $m - m_1$ соответствует ускорению конца рычага сбрасывателя, точнее — проекции тангенциального ускорения конца рычага сбрасывателя на ось, перпендикулярную продольной оси сортимента (рис. 1), от момента касания сортиментом щита 3 до момента касания рычагами 1 сортимента, т. е. за время выбирания зазора между рычагами 1 и сортиментом. После входа в контакт сортимента со щитом 3 за счет упругого удара происходит отскок рычага щита бревносбрасывателя от сортимента.

В следующий момент рычаги 1 ударяют о сортимент, вследствие чего последний получает ускорение (участок $m_c - m_1^*$), а рычаги бревносбрасывателя — замедление (участок $m_1 - m_2$) — рис. 2 — с нарушением связи с сортиментом или без таковой, что, в свою очередь, влечет за собой замедление сортимента в поперечном направлении (участок $m_1 - m_2^*$). Это замедление будет иметь место до момента вторичного касания сортиментом щита, после чего ускорения рычагов бревносбрасывателя и сортимента вновь нарастают, что вызывает увеличение скорости сортимента в поперечном направлении и его сброс с транспортера.

При замене жесткой тяги упругой с коэффициентом жесткости $c_1 = 1633,2$ Н/м динамика процесса резко меняется (рис. 2, б): не происходит перемены знака ускорений как рычагов (I), так и сортимента (II). Если в случае недеформируемой тяги наибольшие перепады ускорений для рычагов W_p достигали 9,64 g, для сортимента $W_c = 9,29$ g, то при упругой тяге наибольшие значения ускорений составили: $W_p = 3,23$ g, $W_c = 2,86$ g. При этом время взаимодействия сортимента с рычагами бревносбрасывателя несколько возрастает.

При включении в схему бревносбрасывателя упругой тяги с коэффициентом жесткости $c_2 = 1088,8$ Н/м прослеживается тенденция к дальнейшему уменьшению значений ускорений: $W_p = 2,35$ g и $W_c = 2,68$ g.

При коэффициенте жесткости тяги $c_3 = 544,4$ Н/м наибольшие значения ускорения соответственно равны $W_p = 2,18$ g, $W_c = 2,57$ g с одновременным увеличением времени взаимодействия. Однако с уменьшением коэффициента жесткости упругого элемента возникают «биения» ускорения, что хорошо согласуется с [2], но является отрицательным моментом.

При установке на щит 3 прокладки из литой резины динамика механизма бревносбрасывателя ухудшается за счет накопления потенциальной энергии в сжатой резине, влекущей увеличение ускорения рычагов 1, а следовательно, и возрастают ударные нагрузки в конструкции.

Материалы экспериментов позволяют сделать вывод, что включение в конструкцию рычажного бревносбрасывателя с щитовым упором или его аналогов упругого звена вместо недеформируемой тяги позволяет снизить динамические нагрузки в несколько раз.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Нартов П. С., Ханкин Е. И. Пути снижения динамических нагрузок в механизмах лесных погрузчиков.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4, с. 64—67. [2]. Тюкавин В. П., Попов Ф. П., Соустин К. Г. Система сбора и обработки информации о надежности лесозаготовительных машин.— В кн.: Надежность, ремонт и техническое обслуживание лесозаготовительного оборудования. Химки: ОНТИ, 1973.— 194 с.

Поступила 17 января 1984 г.

УДК 630*333

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ЗАХВАТА ДЕРЕВЬЕВ МАШИНАМИ МАНИПУЛЯТОРНОГО ТИПА НА ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

В. В. САБОВ, В. И. КУЧЕРЯВЫЙ, В. П. ТОРЛОПОВ

Ухтинский индустриальный институт

В настоящее время проводится большая работа по созданию систем машин для комплексной механизации заготовки леса выборочным способом. Наиболее перспективны для работы на выборочных рубках машины манипуляторного типа.

Одна из главных задач при заготовке леса на рубках ухода — обеспечение возможности передвижения лесозаготовительных машин по лесосеке, а также перемещения манипулятора с захватно-срезающим устройством и предметом труда без повреждения оставляемых на корню деревьев и подроста.

При применении валочно-пакетирующих машин манипуляторного типа на рубках ухода приходится определять вероятность захвата или «доступности» деревьев при срезании их с каждой стоянки. Естественно, что на доступность срезаемых деревьев влияет множество факторов, к которым относятся как характеристики лесосек, так и параметры применяемых лесозаготовительных машин.

Анализ обработки статистических данных показал, что характеристики лесосеки, как правило, носят стохастический характер. В этой связи доступность срезаемых деревьев при выборочных рубках можно оценить только с вероятностной точки зрения.

С учетом вышеизложенного аналитически определяли вероятность захвата срезаемых деревьев в зависимости от характеристики лесосеки и параметров валочно-пакетирующих машин манипуляторного типа.

В дальнейших теоретических исследованиях в качестве характеристик лесосеки приняты: математическое ожидание диаметра срезаемого дерева, плотность лесонасаждений, площадь лесосеки, обрабатываемой машиной с одной стоянки. В качестве исходных параметров валочно-пакетирующих машин взяты: вылет манипулятора и его угловая скорость вращения, скорость перемещения машины с одной стоянки на другую, расстояние между стоянками машины.

Схема работы серийной валочно-пакетирующей машины (ВПМ) манипуляторного типа на выборочных рубках представлена на рис. 1. При наличии технологического коридора обработка ведется в двух боковых секторах. Вероятность захвата подлежащих валке деревьев в секторе зависит от их расстояния до оси поворотной колонны манипулятора. Причем если оставляемые деревья находятся ближе к машине, то они создают труднодоступную зону, определяемую сектором с углом α (рис. 1). Для срезания деревьев, находящихся в труднодоступной зоне, оператору необходимо переместить машину вдоль коридора с тем, чтобы захватить нужное дерево, срезать его и вынести в технологический коридор. Это обстоятельство усложняет работу машины манипулятор-

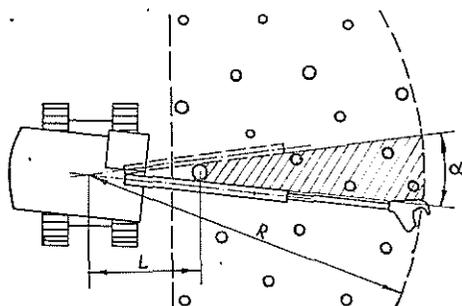


Рис. 1.

ного типа на рубках ухода и значительно снижает ее производительность.

Площадь сектора S , обрабатываемого с одной стоянки валочно-пакетирующей машины, определяют по формуле:

$$S = \frac{R^2 \sqrt{3}}{2}, \quad (1)$$

где R — вылет манипулятора, м.

Угол α зависит от диаметра дерева, не подлежащего валке, и его расстояния до оси поворотной колонны манипулятора:

$$\alpha = \arcsin \frac{\bar{d}}{2L}. \quad (2)$$

Здесь \bar{d} — математическое ожидание диаметра дерева, м;
 L — расстояние от дерева до оси поворотной колонны манипулятора, м.

Расстояние L — случайная величина, которую представим в виде следующего ряда [2]:

$$L = \frac{1}{[\psi] \sqrt{\lambda}} \sum \frac{(2k-1)!!}{(k-1)! 2^k}, \quad (3)$$

где k — число деревьев, подлежащих обработке, шт.;

λ — плотность насаждений, шт./м²;

$[\psi]$ — это целая часть ψ , т. е. число деревьев, находящихся в зоне действия манипулятора

$$\psi = \lambda S. \quad (4)$$

На основании методов теории вероятности и теории массового обслуживания получена математическая модель определения вероятности P_i захвата i -того дерева валочно-пакетирующими машинами манипуляторного типа

$$P_i = \frac{1}{\frac{(t_n + t_0) \omega}{\psi} + \frac{\pi}{2 \arcsin \left(\frac{\bar{d}}{2L} \right)} \cdot \frac{1 + \exp[-\psi] (\psi - 1)}{\psi \left\{ 1 - \exp \left[-\frac{\psi}{2\pi} 2 \arcsin \left(\frac{\bar{d}}{2L} \right) \right] \right\}}}, \quad (5)$$

где ω — угловая скорость вращения стрелы манипулятора, 1/с;

t_n — среднее время переезда машины с одной стоянки на другую, с;

t_0 — время на установочные операции перед обработкой очередной стоянки, с.

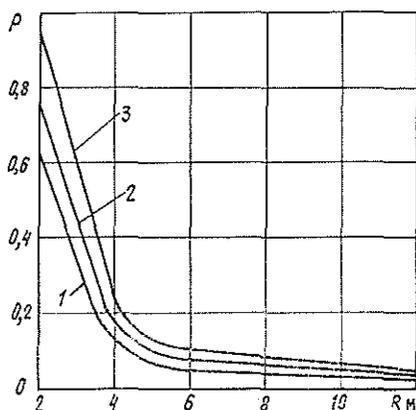
Рис. 2.

1 — $\lambda = 0,045$; 2 — $0,055$;
3 — $0,065$ шт./м².

При выводе уравнения (5) принято, что деревья на лесосеке растут в случайных точках и подчиняются распределению Пуассона [1].

На рис. 2 приведены зависимости $P(R)$ при следующих исходных данных: плотность насаждений $\lambda = 0,045—0,065$ шт./м², вылет манипулятора $R = 2—12$ м, математическое ожидание диаметра срезаемого дерева $d = 0,2—0,7$ м, угловая скорость вращения манипулятора $\omega = 0,67$ 1/с.

Графики на рис. 2 показывают, что при вылете манипулятора более 4 м вероятность захвата дерева резко снижается.



ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории вероятности.— М.: Радио и связь, 1983.— 416 с. [2]. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания.— М.: Наука, 1966.— 431 с.

Поступила 18 октября 1983 г.

УДК 630*378.34

О СВОБОДНОМ ТОРМОЖЕНИИ ПЛОТА В РЕЧНОМ ПОТОКЕ

Л. В. МЕЛЬНИКОВ, К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Свободным называется торможение плота в речном потоке при остановке в пункте прибытия, вызванное только сопротивлением воды движению плота без приложения каких-либо внешних тормозных сил. Оно имеет место тогда, когда на подходе к пункту остановки теплоход-буксировщик прекращает тягу, чтобы вместе со вспомогательными теплоходами нацелить плот возможно ближе к месту остановки. Только после того, как операция по обеспечению подобного нацеливания плота выполнена, можно прикладывать активные средства торможения. При свободном торможении скорость плота уменьшается по сравнению со скоростью относительного движения плота при наличии тяги, но остается больше средней скорости в транспортирующем слое речного потока.

Для того чтобы определить технические скорости плота, с которых начинается его активное торможение, нужно знать закономерности движения при свободном торможении. Это особенно важно при конструировании лебедочных агрегатов для остановки плотов без применения донных средств торможения [1], когда надлежит определить с достаточной точностью троемкость барабана лебедки.

Цель настоящей работы — вывод закономерностей в движении плота, свойственных стадии его свободного торможения.

Уравнение движения плота при свободном торможении имеет вид

$$M(1+n) \frac{dv}{dt} = -rv^2 + R_i + R_v, \quad (1)$$

где M — масса плота;
 n — коэффициент совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности процесса движения;
 v — относительная скорость движения плота в речном потоке;
 r — приведенное сопротивление воды движению плота;
 R_i — сила влечения плота от уклона;
 R_v — сила влечения плота ветром, направление которого совпадает с направлением течения.

На стадии свободного торможения плота, как известно [3], присоединенная масса есть величина постоянная, зависящая от соотношения ширины плота и его подводного объема, поэтому обозначим:

$$M_d = M(1+n) \quad (2)$$

и назовем эту величину действующей массой плота.

Обозначим далее сумму постоянных R_i и R_v через P_c и получим

$$M_d \frac{dv}{dt} = P_c - rv^2. \quad (3)$$

Уравнение (3) после разделения переменных решается, согласно [2], с помощью табличного интеграла вида:

$$\int \frac{dx}{a^2 - b^2 x^2} = \frac{1}{ab} \operatorname{arcth} \frac{bx}{a} \quad (4)$$

при условии $b^2 x^2 > a^2$, которое в нашем конкретном случае принимает вид $rv^2 > P_c$.

При свободном торможении в его начале это условие соблюдается. Значит,

$$t = \frac{M_d}{\sqrt{rP_c}} \operatorname{arcth} \sqrt{\frac{r}{P_c}} v + C_1. \quad (5)$$

При $t = 0$ $v = v_0$, т. е. относительная скорость движения плота в речном потоке равна скорости обгона плотом потока под действием тяги буксировщика.

Эта скорость, без учета сопротивления воды движению буксировщика, как известно, может быть вычислена по формуле:

$$v_0 = \sqrt{\frac{F_0 + R_i}{r}}, \quad (6)$$

где F_0 — сила тяги буксировщика.

С учетом начальных условий получим постоянную интегрирования

$$C_1 = -\frac{M_d}{\sqrt{rP_c}} \operatorname{arcth} \sqrt{\frac{r}{P_c}} v_0$$

и, следовательно,

$$t = \frac{M_d}{\sqrt{rP_c}} \left(\operatorname{arcth} \sqrt{\frac{r}{P_c}} v - \operatorname{arcth} \sqrt{\frac{r}{P_c}} v_0 \right). \quad (7)$$

Для каждого конкретного случая вычитаемое в скобках может быть принято величиной постоянной. Обозначив его через K_c , найдем:

$$t = \frac{M_{\text{д}}}{\sqrt{rP_c}} \left(\operatorname{arcth} \sqrt{\frac{r}{P_c}} v - K_c \right). \quad (8)$$

Решая это выражение относительно v , получаем закон изменения относительной скорости плота в функции от времени при свободном торможении:

$$v = \sqrt{\frac{P_c}{r}} \operatorname{cth} \left(\frac{\sqrt{rP_c}}{M_{\text{д}}} t + K_c \right). \quad (9)$$

Техническая (абсолютная) скорость плота (скорость относительно берега) в этом случае состоит из суммы относительной скорости и скорости течения v_p .

Путь, проходимый плотом при свободном торможении, очевидно, можно получить решением интеграла:

$$S = \int v dt.$$

Подставив сюда выражение (9), найдем:

$$S = \sqrt{\frac{P_c}{r}} \int \operatorname{cth} \left(\frac{\sqrt{rP_c}}{M_{\text{д}}} t + K_c \right) dt, \quad (10)$$

отсюда

$$S = \frac{M_{\text{д}}}{r} \ln \left| \operatorname{sh} \left(\frac{\sqrt{rP_c}}{M_{\text{д}}} t + K_c \right) \right| + C_2. \quad (11)$$

При $t = 0$ $S = 0$, тогда

$$C_2 = - \frac{M_{\text{д}}}{r} \ln \operatorname{sh} K_c.$$

С учетом этого

$$S = \frac{M_{\text{д}}}{r} \ln \frac{\left| \operatorname{sh} \frac{\sqrt{rP_c}}{M_{\text{д}}} t + K_c \right|}{|\operatorname{sh} K_c|}. \quad (12)$$

Это выражение является зависимостью пути, пройденного плотом при свободном торможении относительно воды, в функции от времени. Путь, пройденный плотом за то же время относительно берега, очевидно, определится как:

$$S_6 = v_p t + \frac{M_{\text{д}}}{r} \ln \frac{\left| \operatorname{sh} \frac{\sqrt{rP_c}}{M_{\text{д}}} t + K_c \right|}{|\operatorname{sh} K_c|}. \quad (13)$$

По указанным зависимостям выполнены расчеты на ЭВМ «Наири-3-1» для плота Северодвинского типа габаритами $415 \times 80 \times 1,6$ м и объемом $23\,800$ м³ при буксировке его буксировщиком с силой тяги на гаке $F_0 = 62,8$ кН. Расчеты выполнены для скорости течения $v_p = 1,5$ м/с и приведенного сопротивления $r = 164,5$ кН · с/м² при значении силы влечения плота от уклона $R_i = 13,1$ кН и значениях совместной силы влечения плота от уклона и ветра $P_c = 13,1; 22,9$ и $32,7$ кН. Действующая масса плота

$$M_{\text{д}} = 34,2 \cdot 10^6 \text{ кг}.$$

Скорость буксировки плота к началу свободного торможения превышала скорость течения на $0,68$ м/с.

Результаты расчетов приведены в таблице.

Из изложенного очевидно, что при расчете агрегатов для остановки плотов пренебрегать первой стадией активного торможения плота, как

Время свободного торможения, с	Скорость движения плота v , м/с, при P_c кН			Тормозной путь S_0 , м, при P_c кН		
	13,1	22,9	32,7	13,1	22,9	32,7
10	0,662	0,664	0,666	21,55	21,58	22,18
20	0,647	0,649	0,656	42,34	43,12	43,40
40	0,615	0,623	0,636	85,73	86,48	86,65
80	0,564	0,582	0,600	169,34	170,10	170,13
160	0,489	0,520	0,55	331,21	333,30	337,30
320	0,401	0,450	0,496	640,96	651,50	659,80
640	0,327	0,396	0,458	1235,30	1265,00	1291,20
1280	0,290	0,375	0,446	2165,00	2469,40	2538,70

это сделано, например, в работе [4], совершенно недопустимо. Даже при очень продолжительном времени торможения плота его техническая скорость превышает скорость течения в речном потоке. Для выравнивания этих скоростей непременно потребуется и какое-то время, и какая-то протяженность тормозного пути.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 523849 (СССР). Устройство для остановки плотов/ К. А. Чекалкин.— Опул. в Б. И., 1976, № 29 [2]. Д в а й т Г. Б. Таблицы интегралов и другие математические формулы.— М.: Наука, 1966.— 228 с. [3]. М и т р о ф а н о в А. А., Ч е к а л к и н К. А. Результаты исследования на моделях неустановившегося поступательного движения плотов.— Науч. тр./ АЛТИ, 1972, вып. 33. Исследование по механизации лесоразработок и транспорта леса, с. 58—66. [4]. Щ е р б а к о в В. А. Лесосплавные рейды.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 248 с.

Поступила 28 мая 1984 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093.001.572

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАСЧЕТУ ВЫХОДА ЗАГОТОВОК
ИЗ ОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Г. В. КРЫЛОВ, В. Е. ПЯТКОВ

Московский лесотехнический институт

Традиционный подход к определению выхода заготовок [2, 4] основан на использовании зависимостей, полученных в результате проведения натурального или машинного эксперимента. При этом объем вырабатываемых заготовок рассматривают как выходную величину, а параметры процесса раскроя (качество пиломатериалов и заготовок, их длина) — как независимые факторы.

В отличие от экспериментальных методов предлагаемый нами подход позволяет получить аналогичные зависимости расчетным путем. Рассмотрим основные идеи этого нового подхода, в основе которого лежит использование статистических закономерностей распределения сучков на пласти доски.

Пусть из партии обрезных пиломатериалов, содержащих N досок одинаковой длины, требуется вырабатывать заготовки, ширина которых совпадает с шириной доски, а длина равна l_3 . Тогда выход заготовок K_v можно определить по следующей формуле:

$$K_v = \frac{l_3}{HL} \sum_{i=1}^k i m_i, \quad (1)$$

где m_i — количество бездефектных участков, из которых можно получить i заготовок длиной l_3 ;

k — количество заготовок, которые можно выработать из бездефектного участка максимальной длины.

Среднюю длину бездефектных участков для всех N досок обозначим через \bar{x} , а количество недопустимых в заготовках сучков, приходящихся на одну доску, — через N . Между \bar{x} и N существует следующая зависимость:

$$L = \bar{x}(N + 1), \quad (2)$$

где L — длина доски, м.

Подставив найденное для L выражение в формулу (1), получим:

$$K_v = \frac{l_3}{\bar{x}} \sum_{i=1}^k i \frac{m_i}{H(N+1)}. \quad (3)$$

Очевидно, произведение $H(N+1)$ равно общему количеству бездефектных участков. Следовательно, отношение $\frac{m_i}{H(N+1)}$ — это частота встречаемости бездефектных участков, из которых можно получить i заготовок.

Устремив N к бесконечности и осуществив предельный переход

$$\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{m_i}{H(N+1)} = P_i, \quad (4)$$

получим окончательное выражение для выхода заготовок:

$$K_w = \frac{l_3}{x} \sum_{i=1}^k iP_i, \quad (5)$$

где P_i — вероятность встречаемости бездефектных участков, из которых можно вырабатывать i заготовок.

Следовательно, задачу определения выхода заготовок удалось свести к задаче определения вероятностей P_i встречаемости бездефектных участков различной длины. Ее легко решить, имея функцию распределения

$$F(x) = P(X < x) \quad (6)$$

расстояния x между центрами соседних, недопускаемых в заготовках сучков:

$$P_i = F(x = (i + 1)l_3) - F(x = il_3). \quad (7)$$

Для определения функции $F(x)$ нами проведен статистический анализ распределения длин бездефектных участков у сосновых пиломатериалов, содержащих различное количество N недопускаемых в заготовках сучков. В результате установлено, что при $N \geq 3$ распределение длин бездефектных участков достаточно хорошо описывается усеченным экспоненциальным распределением:

$$F(x) = \frac{1 - e^{-\lambda x}}{1 - e^{-\lambda x_{max}}}, \quad (8)$$

где x_{max} — граница усечения экспоненциального закона;

$$\lambda = \frac{N + 1}{L} = \frac{1}{x}. \quad (9)$$

По своему физическому смыслу параметр λ — это среднее количество недопускаемых сучков (с учетом одного торца), приходящихся на единицу длины. Если совокупность сучков на пласти доски рассматривать как некоторый поток «сучков и торцов», то можно показать, что он обладает всеми свойствами простейшего потока [1]. Соответственно параметр λ численно равен интенсивности потока сучков и торцов.

Возможность описания распределения интервалов между сучками с помощью экспоненциального закона весьма удобна с точки зрения решения задачи определения выхода заготовок. Во-первых, экспоненциальный закон однопараметрический, т. е. зависит только от одного параметра — интенсивности потока λ . Во-вторых, параметр λ (среднее количество недопустимых сучков на единицу длины) непосредственно определяется качеством пиломатериалов. В-третьих, экспоненциальный закон протабулирован, что значительно облегчает вычисление вероятностей встречаемости бездефектных участков различной длины.

Известно, что основной сортообразующий порок, определяющий выход заготовок из пиломатериалов 0—3-го сортов, — сучки. Часто качество пиломатериалов [2, 3] оценивают по относительной насыщенности C пласти доски сучками

$$C = \frac{S_c}{S_d} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где S_c — суммарная площадь сучков, м²;

S_d — площадь пласти доски, м².

Используемый нами основной параметр расчетных формул количество недопустимых в заготовках данного качества сучков N на пласти

доски — не очень удобен, поскольку количество недопустимых сучков изменяется вместе с качеством заготовок. С этой точки зрения, качество пиломатериалов предпочтительнее оценивать по насыщенности пласти доски сучками. Между количеством недопустимых сучков N и насыщенностью C пласти доски сучками существует тесная корреляционная связь, используя которую легко можно перейти от одного показателя к другому.

Граница усечения x_{max} зависит от количества и размеров недопустимых в заготовках сучков. Для заготовок 1-й группы качества эта зависимость линейна

$$x_{max} = 6,38 - 0,34N. \quad (11)$$

При выводе формулы (7) длину бездефектного участка определяли как расстояние между центрами двух соседних сучков, недопустимых в заготовках. В действительности рез производится с обеих сторон сучка на расстоянии, равном его диаметру. Поэтому вероятность P_i необходимо рассчитывать по уточненной формуле

$$P_i = F(x = (i + 1)l_3 + r_{vj}) - F(x = il_3 + r_{vj}), \quad (12)$$

где r_{vj} — размер вырезки сучков, недопустимых в заготовках j -той группы качества.

Размер вырезки определяется качеством вырабатываемых заготовок и их шириной B и почти не зависит от количества N недопустимых сучков на пласти досок

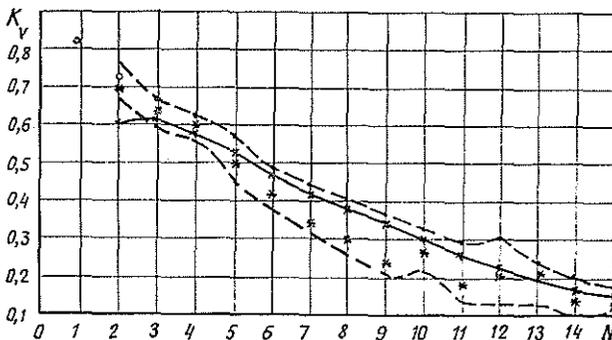
$$r_{v1} = 0,33B; \quad (13)$$

$$r_{v2} = 0,35B; \quad (14)$$

$$r_{v3} = 0,415B; \quad (15)$$

$$r_{v4} = 0,75B. \quad (16)$$

На рисунке приведены результаты проверки полученных формул для расчета выхода заготовок 1-й группы качества (длина заготовок



$l_3 = 1$ м, ширина заготовок $B = 150$ мм). График, проведенный сплошной линией, показывает выход заготовок, рассчитанный по теоретическим формулам. Звездочками отмечены значения фактического выхода. Фактический выход определяли по результатам условного раскроя (с использованием паспортов досок) как среднее значение выхода в партии пиломатериалов, имеющих соответствующее количество недопускае-

мых сучков. На рисунке показаны также границы доверительного интервала (прерывистые линии) для среднего значения фактического выхода. Поскольку при $N = 1$ распределение длин бездефектных участков не является экспоненциальным, выход для этого случая рассчитывали по формуле:

$$K_v = \frac{L [2\Delta L + L_3 (M - 1)]}{(L + \Delta L)^2}, \quad (17)$$

где M — общее количество заготовок, которые можно получить из пиломатериалов длиной L ;

ΔL — некратный остаток длины пиломатериалов.

Выход заготовок при $N = 2$ определяли путем линейной интерполяции для значений выхода при $N = 1$ и $N = 3$.

Как видно из рисунка, предлагаемый метод дает достаточно хорошие результаты и может быть использован для практических расчетов по определению выхода заготовок при поперечном способе раскря. При этом, разумеется, необходимо учитывать погрешность, связанную с наличием других (помимо пластевых сучков) сортообразующих пороков, а также уменьшение фактического выхода за счет базирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Исследование операций.— М.: Советское радио, 1972.— 552 с. [2] Дудко Н. В. Исследование оптимизации раскря сосновых пиломатериалов на заготовки с применением математических методов вычислительной техники: Автореф дис. . . . канд. техн. наук.— Л., 1975.— 19 с. [3]. Кожевников И. П. Качество древесного сырья и выход заготовок.— М.: Лесн. пром-сть, 1971, № 12, с. 12. [4]. Пятков В. Е. О влиянии размерно-качественных характеристик пиломатериалов и заготовок на выход бездефектных отрезков.— В кн.: Технология и материалы деревообрабатывающих производств: Науч. тр. М.: МЛТИ, 1982, вып. 140, с. 91—92.

Поступила 13 апреля 1984 г.

УДК 621.914.1.001.24

К РАСЧЕТУ МОЩНОСТИ НА ФРЕЗЕРОВАНИЕ БРЕВЕН ТОРЦОВЫМИ ФРЕЗАМИ

Н. И. ТИМОФЕЕВ

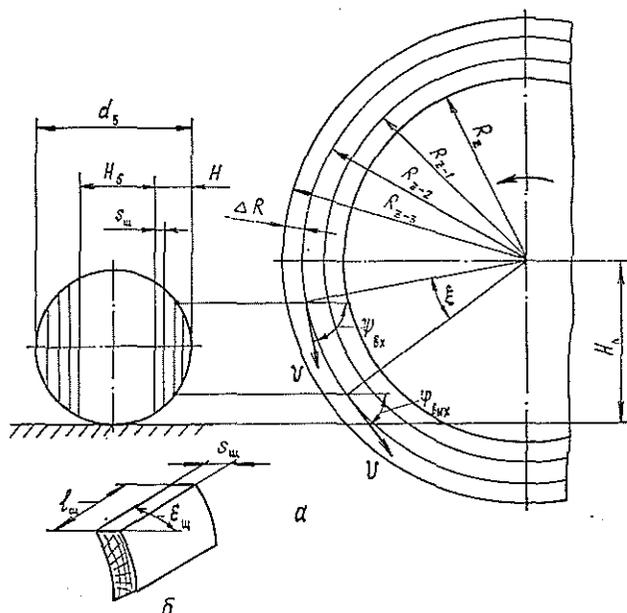
Таджикский сельскохозяйственный институт

При проектировании брусующих и фрезернопильных станков требуется определять мощность, необходимую для превращения сбеговой части бревна в щепу. Приводимые в работах [1, 2] сведения по данному вопросу основаны на испытаниях конкретных промышленных моделей брусующих машин и не имеют общего характера, что не позволяет использовать эти данные для любой конструкции машины. К тому же, в работе [1] дана методика расчета мощности для случая, когда бревно при обработке проходит через ось (центр) фрезы. На практике же бревно, как правило, проходит ниже оси фрезы, что более благоприятно для условий срезания щепы, но и определенным образом отражается на энергозатратах.

Мощность на фрезерование можно рассчитать двумя методами: по касательной силе резания и длине дуг контакта и по удельным энергозатратам при фрезеровании. Процесс фрезерования бревен торцовыми фрезами и геометрия инструмента рассмотрены нами ранее [4, 5].

Расчетная схема для первого метода приведена на рисунке, где введены следующие обозначения:

d_6 — диаметр бревна в данном сечении, мм;



а — схема для расчета длины дуг; б — вид срезаемой щепы.

- H_6 — высота получаемого бруса, мм;
- $s_{щ}, l_{щ}, \epsilon_{щ}$ — параметры щепы, соответственно толщина, длина, угол среза;
- R_z, R_{z-1}, \dots, R_1 — радиусы резания ножей с порядковыми номерами $z, (z-1), (z-2)$ и т. д., начиная с крайнего наружного ножа в спирали;
- ΔR — сдвиг ножей по радиусу относительно друг друга;
- $H_л$ — расстояние от оси фрезы до опорного лотка;
- $\psi_{вх}, \psi_{ср}, \psi_{вых}$ — углы встречи вектора скорости резания ножа с направлением волокон (подачи) соответственно в начале дуги контакта (на входе), в средней точке и в конце дуги (на выходе);
- ξ — угол дуги контакта ножа с бревном.

В связи с особенностями геометрии фрез (ножи расположены по пространственным спиралям) каждый нож имеет свой радиус резания: $R_z, R_{z-1} = (R_z + \Delta R), R_{z-2} = (R_z + 2\Delta R), R_{z-3} = (R_z + 3\Delta R)$ и т. д.

Каждый нож в процессе работы как бы формирует «свой» брус высотой соответственно $H_{6,z} = H_6, H_{6,z-1} = (H_6 + 2s_{щ}), H_{6,z-2} = (H_6 + 4s_{щ}), H_{6,z-3} = (H_6 + 6s_{щ})$ и т. д.

При расчетах пренебрегаем циклоидальностью относительных траекторий ножа в древесине.

Метод расчета по касательной силе резания

1. Толщина слоя древесины, измельчаемого одной фрезой,

$$H = \frac{d_6 - H_6}{2} \quad (1)$$

меняется по длине бревна из-за его сбежистости.

2. Количество рабочих ножей при обработке бревна

$$z_p = \frac{H}{s_{ш}}. \quad (2)$$

В работе принимают участие ножи с порядковыми номерами z , $(z-1)$, $(z-2)$, $(z-3)$, ..., $(z-z_p+1)$.

3. Углы встречи для данного ножа, рад

$$\psi_{вх, i} = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2H_{л} - d_6 - \sqrt{d_6^2 - H_{6, i}^2}}{2R_i}; \quad (3)$$

$$\psi_{вых, i} = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2H_{л} - d_6 + \sqrt{d_6^2 - H_{6, i}^2}}{2R_i}; \quad (4)$$

$$\psi_{ср, i} = \arccos \frac{2H_{л} - d_6}{2R_i}. \quad (5)$$

Здесь $H_{6, i}$ и R_i — высота бруса и радиус резания, характерные для i -того ножа.

4. Угол дуги контакта данного ножа с бревном

$$\xi_i = \psi_{вх, i} - \psi_{вых, i}. \quad (6)$$

5. Касательная сила резания F_t , Н, с учетом режима фрезерования может быть принята по [3, 5].

Расчетная зависимость получена после обработки данных экспериментов, проведенных на лабораторной установке при срезании щепы одиночным ножом:

$$F_t = 382K_l K_s K_\delta K_\alpha K_\psi K_\varphi K_w K_n K_p, \quad (7)$$

где $K_l, K_s, K_\delta, \dots, K_p$ — коэффициенты, учитывающие соответственно длину и толщину щепы, угол резания, задний угол, угол встречи, угол наклона, влажность древесины, породу и остроту резца. При этом K_ψ принимают для угла $\psi = \psi_{ср, i}$.

6. Окружное (условное) усилие на каждом рабочем ноже

$$\left. \begin{aligned} F_z &= F_{t, z} \frac{\xi_z K}{2\pi}; \\ F_{z-1} &= F_{t, z-1} \frac{\xi_{z-1} K}{2\pi}; \\ F_{z-2} &= F_{t, z-2} \frac{\xi_{z-2} K}{2\pi} \text{ и т. д.,} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где K — число ножевых спиралей на фрезе.

7. Момент (средний) на фрезе от силы каждого рабочего ножа

$$\left. \begin{aligned} M_z &= F_z R_z; \\ M_{z-1} &= F_{z-1} R_{z-1}; \\ M_{z-2} &= F_{z-2} R_{z-2} \text{ и т. д.} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Пункты 3—7 следует выполнять для всех рабочих ножей.

8. Полный крутящий момент на фрезе M_ϕ , Нм

$$M_\phi = M_z + M_{z-1} + M_{z-2} + \dots + M_{z-z_p+1}. \quad (10)$$

9. Мощность при фрезеровании P , кВт

$$P = \frac{M_{\phi} n_{\phi}}{9550}, \quad (11)$$

где n_{ϕ} — частота вращения фрезы, об/мин.

Расчет несколько упрощается, если пренебречь различием касательной силы резания на отдельных ножах. Можно принять некоторую среднюю силу F_t одинаковой для всех ножей с учетом среднего угла встречи для всей фрезы в целом

$$\psi_{\text{ср}} = \arccos \frac{2H_n - d_6}{2R_9}, \quad (12)$$

где R_9 — эквивалентный радиус резания.

$$R_9 = \frac{R_z \xi_z + R_{z-1} \xi_{z-1} + R_{z-2} \xi_{z-2} + \dots + R_{z-z_p+1} \xi_{z-z_p+1}}{\xi_z + \xi_{z-1} + \xi_{z-2} + \dots + \xi_{z-z_p+1}},$$

тогда окружное (условное) усилие на фрезе

$$F_{0\text{ср}} = \frac{F_t K}{2\pi} (\xi_z + \xi_{z-1} + \xi_{z-2} + \dots + \xi_{z-z_p+1}). \quad (13)$$

Полный крутящий момент на фрезе

$$M_{\phi} = F_{0\text{ср}} R_9. \quad (14)$$

Если какая-то часть пласти бруса проходит выше оси фрезы, то угол $\psi_{\text{вх}}$ будет превышать 90° . Это может иметь место для отдельных ножей, если для них справедливо условие:

$$H_n < 0,5 (d_6 + \sqrt{d_6^2 - H_{6,i}^2}).$$

Тогда угол $\psi_{\text{вх}}$, рад, можно определить по формуле

$$\psi_{\text{вх}} = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{2H_n - d_6 - \sqrt{d_6^2 - H_{6,i}^2}}{2R_i}. \quad (15)$$

Этот метод расчета предусматривает анализ движения каждого ножа, участвующего в работе, и рекомендуется при небольшом числе рабочих ножей.

Метод расчета по удельным энергозатратам

1. Момент на фрезе M_{ϕ} , Нм

$$M_{\phi} = 15,9 \cdot 10^{-5} a A u_{\text{об}}, \quad (16)$$

где a — удельная работа фрезерования (резания), Дж/см³;
 A — площадь поперечного сечения измельчаемого слоя одной фрезой, мм²;
 $u_{\text{об}}$ — подача бревна на один оборот фрезы, мм.

2. Мощность на фрезерование P , кВт

$$P = 16,7 \cdot 10^{-9} a A u_{\text{об}} n_{\phi}. \quad (17)$$

В данных условиях удельную работу фрезерования (резания) принимают по экспериментальным показателям. Приблизительно ее можно определить по зависимости

$$a = \frac{F_t}{s_{\text{ш}} l_{\text{ш}} \sin \psi_{\text{ср}}}. \quad (18)$$

Силу F_t определяют с учетом среднего угла встречи ψ_{cp} для всей поверхности среза на бревне. Угол ψ_{cp} вычисляют по формуле (12), где можно принять:

$$R_s = R_{cp} = R_z + 0,4H \operatorname{ctg} \varphi_n. \quad (19)$$

Здесь φ_n — угол наклона ножа; $\varphi_n = \varepsilon_{ш}$.

Если бревно при обработке проходит через центр фрезы, то значение a рекомендуют принимать как среднее из трех значений, полученных при $\psi_{вх}$, $\psi_{вых}$, ψ_{cp} для условного ножа, имеющего радиус R_{cp} .

$$A = 0,25 \left(a_6^2 \operatorname{arccos} \frac{H_6}{a_6} - H_6 \sqrt{a_6^2 - H_6^2} \right); \quad (20)$$

$$u_{об} = l_{ш} K.$$

Следует отметить, что в этих методах расчета значения F_t или a принимают на основании экспериментальных данных. Но в зависимости от методики эксперимента эти значения могут быть или «чистой» силой, или «чистой» удельной работой резания, или включать в себя дополнительные сопротивления при фрезеровании: на сообщение срезанной щепе кинетической энергии при выбросе, сопротивления от различных видов трения щепы и бревна о фрезу и др. Поэтому в случае необходимости при расчете моментов и мощностей дополнительные сопротивления учитывают введением специальных поправочных коэффициентов. $K_d = 1,1—1,3$, большие значения которых соответствуют обработке тонких бревен и возможности их самозатягивания в машину при подаче.

Опыт показывает, что расчеты по приведенным методикам дают результаты, близкие к фактическим данным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боровиков Е. М., Шестаков В. В. Определение мощности фрезерования бревен торцово-коническими фрезами. — В. кн.: Машины и инструменты деревообрабатывающих производств. Л.: ЛТА, 1981, вып. 8, с. 42—44. [2]. Кадури И. Исследоване на някои енергетични показатели при преработване на иглолистни трупи с фрезерно-призмичащи машини: Науч. тр./ Н.-и. проект. конструкт. и технолог. ин-т дървообработ. промыш.—София, 1980, № 6, с. 45—52. [3]. Тимофеев Н. И. Дисковые фрезы для окантовки бревен с получением технологической щепы: Тез. докл. к науч.-техн. совещанию молодых специалистов отрасли по производству деревообрабатывающего оборудования. — М.: ВНИИДМАШ, 1969, с. 10—24. [4]. Тимофеев Н. И. Геометрия дисковых фрез для окантовки бревен. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 4, с. 67—71. [5]. Тимофеев Н. И. Исследование инструмента дискового типа для получения технологической щепы при окантовке бревен фрезерованием: Дис. . . канд. техн. наук. — Львов, 1971. — 182 с.

Поступила 3 мая 1984 г.

УДК 62-493 : 630*363.7

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЩЕПЫ В ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ БОКОВОМ ЕЕ УДАЛЕНИИ ИЗ ДИСКОВОЙ РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Л. Г. НЕВЗОРОВА, Э. М. ЛАУТНЕР

Архангельский лесотехнический институт
Ленинградская лесотехническая академия

В деревообрабатывающей и лесной промышленности, наряду с дисковыми рубительными машинами с верхним или нижним удалением щепы, начали эксплуатироваться машины с боковым удалением щепы. Основная особенность их — удаление щепы через боковой щепопровод

без удара о конструктивные элементы машины; это приводит к снижению шума машины, а также к уменьшению потерь древесины в виде мелочи и непригодных для ЦБП опилок. При использовании бокового щепопотода нет необходимости его дополнительно оборудовать (конвейеры, воздуходувки, вентиляторы) с целью удаления щепы из машины и дальнейшего транспортирования: щепа попадает и перемещается по трубопроводу за счет энергии упругих сил древесины, приобретенной в процессе рубки. Нами проведено исследование движения щепы по трубопроводу.

Совокупность движущихся по трубопроводу щепы и воздуха представляет собой двухкомпонентный поток. Существуют различные методы исследования движения таких потоков. При построении феноменологических моделей производится переход от реальной дисперсной структуры потока к течению фиктивных непрерывных сред. Такой подход удобен для описания мелкодисперсных трубных течений. Статистические модели основаны на введении функций распределения как для частиц материала, так и для молекул газа, и на получении соответствующих кинетических уравнений. Щепа, выбрасываемая из рубительной машины, представляет собой полидисперсный ансамбль частиц, включающий 90—92 % нормальной, 1—2 % крупной, 3—5 % мелкой фракции и опилок (ГОСТ 15815—70). Двухкомпонентный поток типа щепа — воздух является грубодисперсной гетерогенной системой с существенной неоднородностью, поэтому перечисленные выше модели неприменимы для описания подобных потоков [1]. Исследуя движение смеси, следует рассматривать движение отдельных частиц под действием ряда сил и их взаимодействие со стенкой трубопровода, так как особенности поведения двухкомпонентного потока определяются, прежде всего, движением дисперсного вещества [1, 9].

В отличие от процесса пневмотранспортирования, когда частицы перемещаются по трубопроводу воздушным потоком, движение частиц, выбрасываемых из рубительной машины, происходит за счет энергии упругих сил древесины. Поскольку эта энергия расходуется на преодоление сил сопротивления, движение щепы в некоторый момент времени переходит в неустойчивое, вследствие выпадения частиц на дно. Поэтому использование существующих моделей движения двухкомпонентных потоков [9, 10], разработанных для устойчивых режимов, не представляется возможным.

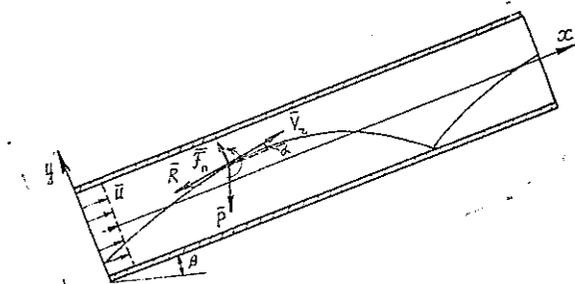


Рис. 1. Движение единичной щепы в трубопроводе, наклонном к горизонту под углом β .

Рассмотрим движение единичной частицы в потоке щепы, выбрасываемой в трубопровод (рис. 1), при следующих допущениях: 1) эффект взаимодействия частиц между собой пренебрежимо мал; 2) на частицу действуют [10] сила тяжести, сила аэродинамического сопротивления $R = 0,5 c_s \rho v_r^2$, подъемная сила $F_n = 0,5 c_n s \rho v_r^2$, возникающая вследствие вращения частицы (c — коэффициент аэродинамического сопротивления; c_n — коэффициент подъемной силы; s — площадь миделева сечения частицы;

ρ — плотность воздуха; v_r — относительная скорость частицы). Сведений о коэффициенте подъемной силы c_n для щепы в литературе мы не обнаружили. Используя экспериментальные данные о движении тел, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда [8], можно прийти к заключению, что этот коэффициент невелик ($c_n \approx 0,3 - 0,5$), поэтому действием подъемной силы на частицы, находящиеся вдали от стенки, можно пренебречь. Однако когда частица приближается к стенке трубопровода, она попадает в иные условия. Экранирующее влияние внутренней поверхности трубопровода проявляется в увеличении c_n аналогично тому, как увеличивается коэффициент подъемной силы крыла самолета при приближении его к земле [2, 6]. Поэтому вблизи стенки трубопровода влияние подъемной силы на движение щепы необходимо учитывать. Если после удара о нижнюю стенку подъемная сила достаточно велика, то частица отскакивает от стенки трубопровода. Под действием силы тяжести вертикальная составляющая скорости постепенно уменьшается и частица вновь возвращается в пристенную область. Этим и объясняется скачкообразный характер движения частиц в двухкомпонентном потоке, наблюдаемый в экспериментах [9, 10]. При небольших относительных скоростях подъемная сила не превышает силу тяжести частицы, и последняя, пролетев некоторое расстояние, вскоре начинает скользить или перекаатываться по дну трубопровода.

Проанализируем движение единичной щепы на двух этапах: 1) скачкообразное движение частицы вдоль щепопровода; 2) скольжение ее по дну.

На первом этапе дифференциальные уравнения движения частицы в наклоненном к горизонту трубопроводе имеют вид

$$m\ddot{x} = -0,5c_n \rho v_r^2 \cos \alpha \pm 0,5c_n \rho v_r^2 \sin \alpha - mg \sin \beta; \quad (1a)$$

$$m\ddot{y} = -0,5c_n \rho v_r^2 \sin \alpha \pm 0,5c_n \rho v_r^2 \cos \alpha - mg \cos \beta. \quad (1б)$$

Начальные условия: $t = 0$, $x = 0$, $y = y_0$, $\dot{x} = v_{0x}$, $\dot{y} = y_{0y}$.
Разделив уравнения на m , получим:

$$\ddot{x} = -[k(\dot{x} - u) \pm n\dot{y}] \sqrt{(\dot{x} - u)^2 + \dot{y}^2} - g \sin \beta; \quad (2a)$$

$$\ddot{y} = -[k\dot{y} \pm n(\dot{x} - u)] \sqrt{(\dot{x} - u)^2 + \dot{y}^2} - g \cos \beta, \quad (2б)$$

где $k = 0,5 c_n \rho / m$ — баллистический коэффициент;

$n = 0,5 c_n \rho / m$ — коэффициент витания;

u — скорость воздуха в трубопроводе;

$$\dot{x} - u = v_r \cos \alpha; \quad \dot{y} = v_r \sin \alpha; \quad \sqrt{(\dot{x} - u)^2 + \dot{y}^2} = v_r.$$

Величина баллистического коэффициента определена экспериментально [7]. Коэффициент подъемной силы, а следовательно, коэффициент витания n для частиц, находящихся вдали от стенки, полагаем равным нулю. Для частиц, находящихся в пристенном слое, величина n неизвестна, однако ее можно определить косвенно. Преобразовывая совместно формулы $k = 0,5 c_n \rho / m$ и $n = 0,5 c_n \rho / m$, получим

$$n = \frac{c_n}{c} k.$$

Исследуя на математической модели движение частиц с различными значениями k , определили, что при $\frac{c_n}{c} = 1,5$ результаты расчета согласуются с известными положениями теории и практики пневмотранспортирования щепы, а именно: при небольших скоростях воздуха, близких к скорости трогания, частицы движутся, часто соприкасаясь с дном трубопровода, и их скорость значительно меньше скорости воздуха u (отношение $\frac{v}{u} \approx 0,5 - 0,6$); при увеличении скорости воздуха частицы движутся скачкообразно по пологим параболическим траекториям, отношение $\frac{v}{u}$ достигает максимального значения, равного 0,8, и далее остается постоянным.

Для определения положения частицы и ее скорости на первом этапе движения необходимо проинтегрировать систему дифференциальных уравнений (2а), (2б) каким-либо численным методом, например, методом Рунге — Кутты. Проекции скорости частицы после удара о стенку определяются соотношениями:

$$v'_x = k_\tau v_x; \quad v'_y = k_n v_y,$$

где k_n и k_τ — коэффициенты восстановления нормальной и тангенциальной составляющих скорости.

Если после удара относительная скорость частицы невелика и подъемная сила не превышает силу тяжести частицы, последняя начинает скользить по дну трубопровода.

На втором этапе, в отличие от первого, на единичную щепу действует сила трения скольжения; подъемная сила при скольжении невелика, и ею пренебрегаем. Дифференциальное уравнение движения частицы имеет вид

$$m\ddot{x} = -0,5c\sigma v_r^2 - fmg \cos \beta - mg \sin \beta. \quad (3)$$

Начальные условия: $t = t_1, x = x_1, \dot{x} = v_1$.

После деления уравнения (3) на m получим

$$\ddot{x} = -k(v-u)|v-u| - g(f \cos \beta + \sin \beta), \quad (4)$$

где f — коэффициент трения скольжения;
 v — абсолютная скорость частицы.

Форма записи первого слагаемого в правой части уравнения (4) учитывает то обстоятельство, что при $v = u$ сила аэродинамического сопротивления меняет знак. Рассмотрим два случая: 1) скорость щепы в начале скольжения больше скорости воздуха; 2) скорость щепы в начале скольжения меньше скорости воздуха.

В первом случае, при $v_1 > u$, дифференциальное уравнение движения частицы (4) примет вид:

$$\ddot{x} = -k(v-u)^2 - g(f \cos \beta + \sin \beta). \quad (5)$$

Преобразовав уравнение (5) и обозначив $\sqrt{\frac{g(f \cos \beta + \sin \beta)}{k}} = r$,
имеем,

$$\ddot{x} = -k[r^2 + (v-u)^2]. \quad (6)$$

Разделяя переменные и интегрируя, получим:

$$v = u + r \operatorname{tg} \left[\operatorname{arctg} \frac{v_1 - u}{r} - kr(t - t_1) \right]; \quad (7)$$

$$x = x_1 + u(t - t_1) + \frac{1}{k} \ln \left| \frac{\cos \left(\operatorname{arctg} \frac{v_1 - u}{r} \right) - kr(t - t_1)}{\cos \operatorname{arctg} \frac{v_1 - u}{r}} \right|, \quad (8)$$

где x_1, v_1 — координата и скорость частицы в момент начала скольжения t_1 .

Уравнения (7), (8) применимы до того момента, когда скорость частицы станет равной скорости воздуха u . Это произойдет при $t_2 = t_1 + \frac{1}{kr} \operatorname{arctg} \frac{v_1 - u}{r}$. Дальнейшее скольжение частицы описывается дифференциальным уравнением

$$\ddot{x} = k[(u-v)^2 - r^2]. \quad (9)$$

После интегрирования уравнения (9) имеем

$$v = u - r \frac{1 - e^{-2kr(t-t_2)}}{1 + e^{-2kr(t-t_2)}}; \quad (10)$$

$$x = x_2 + (u - r)(t - t_2) - \frac{1}{k} \ln \frac{1 + e^{-2kr(t-t_2)}}{2}, \quad (11)$$

где x_2 — координата частицы в момент t_2 .

Скорость частицы уменьшается, асимптотически приближаясь к значению $u - r$.

При $r > u$ частица остановится в момент $t_{\text{ост}} = \frac{1}{2kr} \ln \frac{r+u}{r-u} + t_2$.

Во втором случае, при $v_1 < u$, дифференциальное уравнение и начальные условия движения частицы имеют вид:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= k[(u - v)^2 - r^2]; \\ t &= t_1, \quad x = x_1, \quad v = v_1. \end{aligned} \quad (12)$$

После интегрирования получим

$$v = u - r \frac{1 - ae^{-2kr(t-t_1)}}{1 + ae^{-2kr(t-t_1)}}; \quad (13)$$

$$x = x_1 + (u - r)(t - t_1) - \frac{1}{k} \ln \frac{a + e^{-2kr(t-t_1)}}{a + 1}, \quad (14)$$

где $a = \frac{r - u + v_1}{r + u - v_1}$.

Предельное значение скорости равно $u - r$. Если $u < r$, то частица через некоторое время остановится.

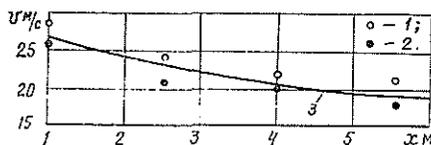
Движение потока щепы, выбрасываемой из рубительной машины в трубопровод, рассмотрим как движение совокупности частиц различного размера. Движение единичной щепы в заданном поле скоростей воздуха определяется начальной скоростью, начальными координатами частицы, баллистическим коэффициентом. Для всех частиц потока эти величины случайные. Поскольку на движение единичных частиц влияют случайные факторы, процесс движения их совокупности не может быть смоделирован полностью детерминистской моделью. Поэтому воспользуемся методом статистических испытаний (методом Монте-Карло) [4].

Моделирование движения потока щепы проводят в определенном порядке. Вначале по известным правилам [3] разыгрывают случайные величины: начальные координаты, скорость, баллистический коэффициент частицы. После определения начальных параметров рассчитывают движение частицы в соответствии с предложенной математической моделью. По достижении x значения, равного длине трубопровода, или при остановке частицы переходим к следующей попытке — разыгрыванию начальных параметров и расчету движения очередной частицы. Таким образом моделируется движение N частиц. На печатающее устройство ЭВМ выводятся для каждой частицы: значения координат и скоростей в некоторых фиксированных сечениях трубопровода; расстояние от входного сечения, на котором началось скольжение частицы; расстояние, на котором скользящая частица остановилась. На основе полученных данных можно определить, каково распределение скоростей частиц в различных сечениях трубопровода, какое количество щепы находится на первом этапе (полет) и на втором этапе движения (скольжение).

Результаты экспериментального определения скоростей щепы в различных сечениях щепопровода дисковой рубительной машины с бо-

Рис. 2. Изменение скорости движения щепы вдоль трубопровода при $u = 10$ м/с, $k = 0,3$ м⁻¹ (береза, $\rho = 890$ кг/м³).

1 — опыт 1; 2 — опыт 2; 3 — теоретическая кривая.



ковым выбросом щепы [5] подтверждают приемлемость предлагаемой математической модели. На рис. 2 изображены зависимость средней скорости щепы v от расстояния x , полученная расчетным путем, а также опытные значения средней скорости щепы в некоторых сечениях трубопровода, определенные методом скоростной киносъемки. Удовлетворительное согласование результатов теоретического и экспериментального определения скоростей частиц позволяет сделать вывод о возможности применения полученной модели к исследованию движения щепы при боковом удалении ее из дисковой рубительной машины. Результаты необходимы для проектирования и привязки подобных рубительных машин в технологические потоки деревообрабатывающих предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронин Ю. Б. Пневмотранспорт измельченной древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 207 с. [2]. Горощенко Б. Т. Динамика расчета самолета. — М.: Оборонгиз, 1954. — 335 с. [3]. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высш. школа, 1977. — 478 с. [4]. Ермаков С. М. Курс статистического моделирования. — М.: Наука, 1976. — 316 с. [5]. Лаутнер Э. М., Невзорова Л. Г. Экспериментальное исследование перемещения щепы в щепопроводе дисковой рубительной машины с боковым выбросом щепы. — Межвуз. сб. науч. тр.: Станки и инструменты деревообрабатывающих производств. Л.: ЛТА, 1982, вып. 9, с. 114—118. [6]. Лигум Т. И. Аэродинамика и динамика полета турбореактивных самолетов. — М.: Транспорт, 1979. — 319 с. [7]. Невзорова Л. Г., Лаутнер Э. М. Экспериментальное определение баллистического коэффициента щепы. — Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1984, № 1, с. 59—62. [8]. Порех М., Рэй Р. Н. О движении тел, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда. — В кн.: Теоретические основы инженерных расчетов, 1979, № 2. М.: Мир, с. 117—124. [9]. Шрайбер А. А., Милютин В. Н., Яценко В. П. Гидромеханика двухкомпонентных потоков с твердым полидисперсным веществом. — Киев: Наукова думка, 1980. — 251 с. [10]. Matsumoto S., Saito S., Maeda S. Simulation of gas-solid two-phase flow in horizontal pipe. — Journal of chemical engineering of Japan. 1976, v. 3, N 1, p. 23—28.

Поступила 6 июня 1983 г.

УДК 533.6.011

О РАСЧЕТЕ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ СКОРОСТИ В ЦИКЛОННОЙ КОЛЬЦЕВОЙ КАМЕРЕ

Э. Н. САБУРОВ, С. И. ОСТАШЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В работах [3, 4] рассмотрены общие особенности аэродинамики циклонных камер кольцевого поперечного сечения. Эти устройства обладают большими возможностями для интенсификации процессов тепло- и массообмена. Перспективность их применения в целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности в качестве сушильных, нагревательных и охлаждающих устройств, рекуператоров и т. д.

вызвала необходимость проведения дополнительных исследований с целью разработки методики теплового и аэродинамического расчетов.

Анализ многочисленных опытных данных показал, что в качестве основы для построения методики аэродинамического расчета таких камер может быть использована модель их потока в виде полой турбулентной струи [2], пограничный слой которой обращен к ее внутренней теплообменной поверхности.

Для решения динамической задачи в этом случае используют систему уравнений турбулентного пограничного слоя [5]. При этом необходимо: 1) сделать предположения относительно определения пульсационных компонент скорости (например, связать их с градиентом соответствующей характеристики потока по радиусу); 2) предварительно подобрать аппроксимационную зависимость

$$\bar{w} = w(\eta),$$

где \bar{w} — безразмерная тангенциальная составляющая скорости;

w — размерная тангенциальная составляющая скорости;

η — безразмерный текущий радиус.

От обоснованности и точности этих определений зависит достоверность результатов решения.

В данной статье мы остановились лишь на втором вопросе.

В кольцевых циклонных камерах (как и в камерах других конструкций [5]) распределение \bar{w} в пределах ядра потока может быть аппроксимировано известным соотношением

$$\bar{w} = w_{\varphi} / w_{\varphi m} = [2\eta / (1 + \eta^2)]^n, \quad (1)$$

где $w_{\varphi m}$ — максимальное значение тангенциальной скорости w_{φ} в ядре потока;

n — постоянная для камеры определенной геометрии величина, зависящая лишь от $d_b = 2r_b$.

$$\eta = (r - r_b) / (r_{\varphi m} - r_b).$$

Здесь r , r_b , $r_{\varphi m}$ — радиусы соответственно текущего, внутренней теплообменной поверхности и соответствующий максимальному значению w_{φ} .

В ранее выполненных исследованиях n определяли по условиям квазипотенциальной зоны течения [5]. Однако при тщательном анализе

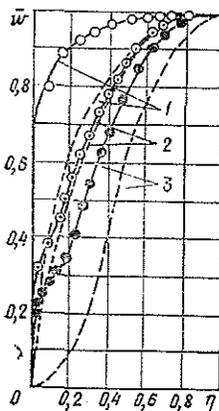


Рис. 1. Сопоставление опытных и расчетных распределений w во внутренней зоне ядра потока при $d_b = 0,242$.

1 — безразмерный диаметр выходного отверстия $d_{\text{вых}} = d_{\text{вых}} / D_k = 0,3$; 2 — 0,4; 3 — 0,6. Сплошная линия — расчет по уравнению (1) ($n = n_{\omega}$); штриховая — по методике [5] ($n = n_T$).

распределений w_{φ} было установлено, что в этом случае n , как и следовало ожидать, отражает особенности течения в квазипотенциальной области (внешней части ядра потока), а сама аппроксимация (1) в первую очередь удовлетворяет распределениям w_{φ} именно в этой области течения. В так

называемой «кваситвердой» зоне удовлетворительное совпадение расчетных и опытных распределений наблюдается лишь в частных случаях.

На рис. 1 сопоставлены опытные и расчетные данные по распределениям $\bar{\omega}$ в квазитвердой зоне в двух характерных предельных и промежуточном возможных вариантах. Показатель n определяли здесь по условиям квазипотенциальной зоны [5]. На рис. 2 приведены соответствующие распределения безразмерной угловой скорости вращения потока

$$\bar{\omega} = (\omega_{\varphi}/r)/(\omega_{\varphi m}/r_{\varphi m}).$$

Представленные данные показывают, что в тех случаях, когда максимум ω_{φ} находится у поверхности внутренней стенки кольцевого канала или вблизи границы ядра потока, определение n по условиям квазипотенциальной (внешней) зоны течения не дает необходимой точности в аппроксимации опытных данных в квазитвердой (внутренней) зоне ядра потока. Лишь при некоторых промежуточных положениях $\omega_{\varphi m}$ совпадение результатов расчета и опытных данных в этой зоне можно признать удовлетворительным. Необходимо также отметить, что введенный еще в первых работах по исследованию аэродинамики циклонов термин «кваситвердая зона» следует считать неудачным, так как даже при близком к линейному распределению ω_{φ} , судя по многочисленным распределениям $\bar{\omega}$, условия вращения потока не являются квазитвердыми. В дальнейшем эта область течения называется нами внутренней зоной ядра потока.

Рассмотрим более подробно особенности распределения безразмерной угловой скорости вращения потока

$$\bar{\omega} = [2\eta/(1 + \eta^2)]^n (b + 1)/(\eta + b). \quad (2)$$

Здесь $b = r_{\text{в}}/(r_{\varphi m} - r_{\text{в}})$ — безразмерный радиус внутренней цилиндрической стенки.

Значения $\bar{\omega}$ для различных η , b и n приведены в табл. 1 и 2. Закон $\bar{\omega} = \text{const}$ для внутренней зоны можно рассматривать только как предельный. Максимум угловой скорости наблюдается при $0 < \eta < 1$. С увеличением параметров n и b безразмерный радиус $\eta_{\omega m} = (r_{\omega m} - r_{\text{в}})/(r_{\varphi m} - r_{\text{в}})$, соответствующий максимальному значению $\bar{\omega}$, смещается в сторону $\omega_{\varphi m}$, а значение максимума $\bar{\omega}_m$ при этом уменьшается.

Учитывая в общем случае индуцированный характер течения во внутренней зоне ядра, в качестве условия определения ее границы примем условие максимума угловой скорости вращения потока

$$d(\omega_{\varphi}/r)/dr = 0. \quad (3)$$

Исследуя функцию (2) на максимум, можно определить $\eta_{\omega m}$, а затем и $\bar{\omega}_m$. Радиус $\eta_{\omega m}$ определяем из уравнения

$$n_{\omega} = [\eta_{\omega m}/(\eta_{\omega m} + b)] (1 + \eta_{\omega m}^2)/(1 - \eta_{\omega m}^2). \quad (4)$$

Уравнение (4) можно решить по формуле Кардано [1] или численным методом. При геометрических и режимных характеристиках коль-

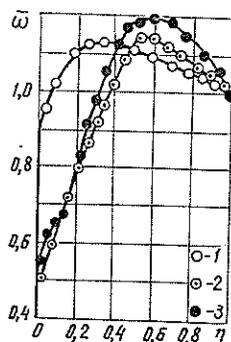


Рис. 2. Опытное распределение $\bar{\omega}$ во внутренней зоне ядра потока при $\bar{d}_{\text{в}} = 0,242$.
1 — $\bar{d}_{\text{вых}} = 0,3$; 2 — 0,4;
3 — 0,6.

Таблица 1

η	Значение $\bar{\omega}$ при n , равном				
	0,2	0,4	0,6	1,0	2,0
0,2	4,130	3,411	2,818	1,923	0,739
	1,126	0,930	0,767	0,524	0,201
0,4	2,320	2,154	2,000	1,724	0,189
	1,160	1,077	1,002	0,862	0,594
0,6	1,625	1,585	1,546	1,470	1,297
	1,125	1,097	1,069	1,018	0,898
0,8	1,243	1,237	1,231	1,219	1,189
	1,066	1,060	1,055	1,045	1,019
1,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,2	0,830	0,827	0,825	0,819	0,806
	0,934	0,931	0,928	0,922	0,907
1,6	0,611	0,598	0,586	0,561	0,504
	0,815	0,798	0,782	0,708	0,673
2,0	0,452	0,450	0,437	0,399	0,319
	0,717	0,685	0,655	0,599	0,479
3,0	0,300	0,271	0,245	0,199	0,119
	0,541	0,489	0,442	0,360	0,216

Примечание. В числителе — значения $\bar{\omega}$ при $b = 0$; в знаменателе — при $b = 2,0$.

Таблица 2

η	Значение $\bar{\omega}$ при $n = 0,5$ и b , равном				
	0	0,5	1,0	2,0	4,0
0,2	3,100	1,328	1,033	0,845	0,738
0,4	2,076	1,384	1,186	1,038	0,943
0,6	1,565	1,280	1,174	1,083	1,021
0,8	1,234	1,139	1,097	1,058	1,028
1,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,2	0,826	0,875	0,901	0,929	0,953
1,6	0,694	0,677	0,729	0,790	0,846
2,0	0,447	0,536	0,596	0,670	0,745
3,0	0,258	0,331	0,387	0,464	0,553

цевых камер, рассмотренных в опытах, $0,3 < \eta_{\omega m} < 1$. В указанном диапазоне формула для определения $\eta_{\omega m}$ имеет вид

$$\eta_{\omega m} = (\varphi^2 + b)^{0,5} - \varphi, \quad (5)$$

где

$$\varphi = [0,847 + (b - 1)n_{\omega}] / 2n_{\omega}.$$

Установлена также и эмпирическая зависимость для определения $\eta_{\omega m}$

$$\eta_{\omega m} = 0,4 (b/\bar{d}_v)^{1/3}, \quad (6)$$

где $\bar{d}_v = d_v / D_k$ (D_k — диаметр кольцевого циклона).

Напомним, что ранее [5] граница внешней области ядра (квазипотенциальной зоны) найдена из условия максимума циркуляции тангенциальной скорости. Для ее определения в характерном для кольцевых камер диапазоне изменения геометрических характеристик с до-

статочной для технических расчетов точною можно использовать зависимость

$$\eta_{r_m} = [\psi^2 + n_r b / (n_r - 0,77)]^{0.5} - \psi, \quad (7)$$

где $\psi = [n_r (b - 1) - 0,16] / [2 (n_r - 0,77)]$;

n_r — показатель аппроксимации (1), определенный по условиям внешней зоны ядра.

$$\eta_{r_m} = (r_{r_m} - r_b) / (r_{\varphi_m} - r_b).$$

Здесь η_{r_m}, r_{r_m} — безразмерная и размерная радиальные координаты максимума циркуляции тангенциальной скорости.

Используя аппроксимацию $\bar{\omega}$ и значение n_ω , можно определить коэффициент крутки во внутренней зоне ядра потока

$$\varepsilon_\omega = [(1 + \eta_{\omega m}^2) / 2\eta_{\omega m}]^{\eta_{\omega m} (1 + \eta_{\omega m}^2) / (\eta_{\omega m} + b)} (1 - \eta_{\omega m}^2). \quad (8)$$

Значения n_ω и ε_ω при различных $\eta_{\omega m}$ и b приведены в табл. 3.

Таблица 3

$\eta_{\omega m}$	Значение n_ω (числитель) и ε_ω (знаменатель) при b , равном								
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0
0,1	1,020	0,340	0,204	0,146	0,113	0,093	0,049	0,033	0,025
	5,216	1,734	1,392	1,266	1,201	1,162	1,082	1,055	1,041
0,2	1,083	0,542	0,361	0,271	0,217	0,181	0,098	0,068	0,052
	2,815	1,678	1,412	1,295	1,230	1,188	1,099	1,067	1,048
0,3	1,198	0,719	0,513	0,399	0,327	0,276	0,156	0,109	0,084
	2,045	1,536	1,359	1,269	1,215	1,179	1,098	1,067	1,051
0,4	1,381	0,921	0,690	0,552	0,460	0,395	0,230	0,162	0,126
	1,671	1,408	1,292	1,228	1,187	1,158	1,089	1,062	1,048
0,5	1,667	1,19	0,926	0,758	0,641	0,556	0,333	0,238	0,185
	1,450	1,304	1,230	1,184	1,154	1,132	1,077	1,055	1,042
0,6	2,125	1,599	1,295	1,066	0,885	0,797	0,493	0,356	0,279
	1,305	1,221	1,173	1,142	1,120	1,104	1,063	1,045	1,036
0,7	2,922	2,556	1,859	1,573	1,363	1,203	0,757	0,553	0,435
	1,199	1,152	1,123	1,103	1,089	1,078	1,048	1,035	1,027
0,8	4,556	4,049	3,037	2,603	2,584	2,025	1,302	0,959	0,759
	1,119	1,094	1,078	1,066	1,058	1,052	1,033	1,024	1,019
0,9	9,526	8,574	6,595	5,716	5,043	4,512	2,956	2,198	1,750
	1,054	1,044	1,037	1,032	1,028	1,025	1,017	1,012	1,010

В отличие от коэффициента крутки для внешней зоны функция ε_ω не монотонна. В диапазоне изменения $0 < \eta_{\omega m} < 0,3$ наблюдается максимум ε_ω .

В диапазоне изменения радиуса $\eta_{\omega m}$, характерного для кольцевых циклонных камер, уравнение (8) (практически без понижения точности расчетов) можно заменить более простым

$$\varepsilon_\omega = [0,53 + 0,47/\eta_{\omega m}]^{\eta_{\omega m}/(\eta_{\omega m} + b)}. \quad (9)$$

Формулы (8) и (9) применимы и для обычных циклонных камер без внутренней цилиндрической поверхности ($b = 0$), если использовать осредненные по ее длине характеристики потока.

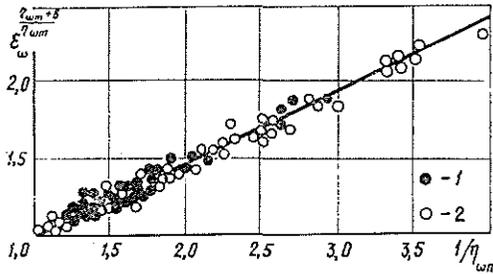


Рис. 3. Сопоставление расчетных и опытных значений коэффициента крутки во внутренней зоне ядра потока.

1 — опыты авторов; 2 — опыты других исследователей.

На рис. 3 сопоставлены расчетные по уравнению (9) значения ε_ω с опытными данными авторов и ряда исследователей для кольцевых и обычных камер.

Хорошее совпадение опытных и расчетных характеристик (рис. 3) показывает, что рассмотренный метод определения n_ω обеспечивает вполне удовлетворительную точность расчетов.

Коэффициент ε_ω по своему определению связывает между собой две точки профиля скорости на характерных радиусах $r_{\varphi m}$ и $r_{\omega m}$. Поэтому для обычной циклонной камеры безразмерное распределение

$$\bar{w} = 1/\varepsilon_{\omega 0} = 1/(0,53 + 0,47/\eta) \quad (10)$$

является универсальным в области $\eta_{\omega m} < \eta < 1$. Учитывая, что $\varepsilon_{\omega 0} \approx 0,5(1 + 1/\eta_{\omega m})$, получим:

$$\bar{w} = 2\eta/(1 + \eta). \quad (11)$$

Сопоставление распределений w_φ при различных \bar{d}_v позволяет отметить, что в приближенной постановке (для ориентировочных расчетов) уравнение (11) можно использовать и для кольцевых камер.

Итак, распределение тангенциальной компоненты скорости в циклонной кольцевой камере можно надежно аппроксимировать формулой (1) при определении показателя n во внутренней части ядра потока по уравнению (4), а во внешней — по рекомендациям работы [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов.— М.: Наука, 1980.— 976 с. [2]. Вулис Л. А., Устименко Б. П. Об аэродинамике циклонной топочной камеры.— Теплоэнергетика, 1954, № 9, с. 3—10. [3]. Егоров А. И., Сабуров Э. Н. О влиянии условий входа и выхода потока на аэродинамические характеристики кольцевых циклонно-вихревых камер.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1970, № 2, с. 165—167. [4]. Сабуров Э. Н., Егоров А. И. Некоторые результаты исследования аэродинамики циклонно-вихревых камер с кольцевым поперечным сечением.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1968, № 3, с. 125—130. [5]. Сабуров Э. Н. Аэродинамика и конвективный теплообмен в циклонных нагревательных устройствах.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.— 240 с.

Поступила 27 декабря 1983 г.

УДК 691.116

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Е. И. СВЕТОЗАРОВА, Е. Н. СЕРОВ, Б. В. ЛАБУДИН

Ленинградский инженерно-строительный институт
Архангельский лесотехнический институт

Общая мощность индустриальной базы, созданной в нашей стране для выпуска клееных деревянных конструкций (КДК), составляет более 200 тыс. м³ в год. Опыт производства и применения КДК показал, что эти мощности используются не полностью, что является одной из причин высокой стоимости конструкций. Не вдаваясь во все аспекты увеличения выпуска КДК, остановимся на тех резервах, которые можно реализовать за счет совершенствования конструкций и процесса их изготовления при максимальном учете конструкционных требований и в первую очередь — надежности.

Основная направленность научных исследований в конструкционном и технологическом аспектах базируется на всестороннем учете особенностей древесины, непосредственно самих клееных конструкций, а также уровня механовооруженности цехов. Определяющие принципы этой концепции сводятся к полноценному использованию прочностных свойств клееной древесины, расширению номенклатуры выпускаемой продукции, сокращению затрат ручного труда, увеличению общего процента использования мощностей производственной базы и в конечном счете к снижению стоимости единицы продукции КДК.

Следовательно, можно снизить стоимость КДК и совершенствовать технологию их изготовления, исходя из современных условий и возможностей, решив следующие основные задачи:

загрузка малоиспользуемого оборудования в цехах КДК, в первую очередь — импортного оборудования;

перенос центра тяжести работ по изготовлению КДК на автоматизированные гидравлические прессы;

расширение операций раскроя блоков длинномерных прямолинейных заготовок с оптимальным выходом целых конструкций;

сокращение работ по склеиванию крупногабаритных конструкций на напольном оборудовании и переход к изготовлению преимущественно короткомерных деталей;

широкое использование операций сращивания прямолинейных элементов как между собой, так и с гнукотклееными деталями на силовой зубчатый шип вдоль волокон;

дооснащение имеющегося оборудования простейшими приспособлениями с частичной модернизацией некоторых агрегатов, а также новым высокопроизводительным оборудованием.

Некоторые результаты выполненных в этом направлении работ приведены в данной статье.

Известно, что автоматизированные гидравлические прессы — наиболее производительные в арсенале оборудования цехов. Длина одного пакета-заготовки в зависимости от марки прессы может достигать 42 м. Поэтому путем раскроя длинномерных заготовок можно получить не только простейшие линейные элементы, но и прямолинейные блоки

(в том числе и переменной высоты) для формирования КДК более сложных очертаний.

Продольный и поперечный раскрой длинномерных заготовок, с целью получения новых элементов проектных размеров, позволяет уменьшить не только концевые отходы (припуски), но и трудозатраты. После раскроя у торцов элементов более стабильное качество клеевых швов, а продольным косым распилом легко достигается сбежистость (уклон) верхней грани прямолинейных элементов рам, арок и даже двускатных балок, которые из-за технологических сложностей практически не выпускаются заводами (кроме ЭПЗ «Красный Октябрь»). Сочетание нормального и косога резов в раскрое по отношению к продольной оси длинномерного блока, наряду с некоторым добавлением операций, делает заготовки практически безотходными и существенно расширяет возможность формообразования конструкций (рис. 1).

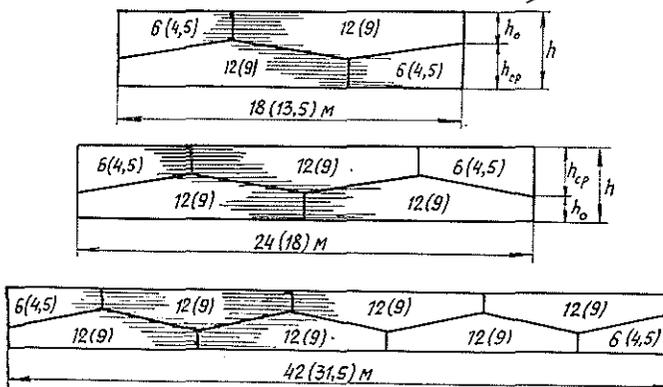


Рис. 1. Схема раскроя прямолинейных заготовок для изготовления двускатных клеешатых балок на пролеты 9 и 12 м.

Дальнейшее развитие создания различных форм КДК заключается в сочетании рационального раскроя прямолинейных заготовок с отдельно отпрессованными гнутоклееными деталями или блоками при сопряжении элементов под углом друг относительно друга.

Замена крупногабаритных гнутоклееных КДК полигональными с гнутоклееными деталями в переломных узлах высвобождает напольные прессы для изготовления короткомерных гнутых блоков-заготовок, увеличивает плотность их расстановки на силовом полу и выход продукции с единицы рабочей площади. Кроме того, при изготовлении коротких гнутоклееных многослойных пакетов время запрессовки по отношению к жизнеспособности клеев сокращается и при этом качество склеивания конструкции не ухудшается. Следовательно, конструкции, основная масса которых состоит из прямолинейных элементов, становятся экономичнее. Одно из конструктивных достоинств таких КДК — возможность повышения надежности гнутоклееных элементов за счет сортности и толщины слоев в зоне сопряжения и устройства промышленных типов крыш на прямолинейных участках с повышенными эксплуатационными качествами (рис. 2).

Пример логичной компоновки прямолинейных элементов с гнутоклееными деталями — рамы. Для сельских зданий, имеющих невысокие стены, стойки рам целесообразно, с нашей точки зрения, объединить в стоечно-карнизный гнутоклееный блок. Стык

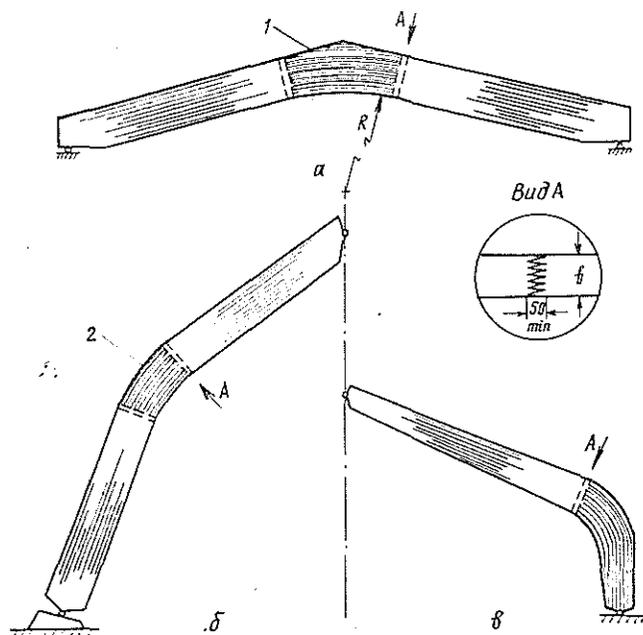


Рис. 2. Формообразование КДК с использованием гнuto-клееных деталей (вставок).

а — балка; б — стрельчатая арка; в — рама; 1 и 2 — вставки.

его с ригелем на зубчатый шип вдоль волокон осуществляется вне зоны действия наибольшего изгибающего момента.

В настоящее время в некоторых цехах КДК практически простаивает шипорезный станок, оборудованный поворотным столом для нарезки шипов под любым углом к оси клееных элементов. Между тем, использование этого станка для сращивания клееных блоков вдоль волокон древесины либо нормальным стыком к оси элементов (естественно, без изломов самой оси), либо наклонными стыками целесообразно при реализации формообразования КДК. При этом для стабильной фиксации блоков каждого вида конструкций и особенно криволинейных необходимо минимальное дооснащение даже не самого станка, а примыкающего рольганга. Оно заключается в закреплении съемных направляющих для обеспечения постоянства образующей очертания конструкции. Запрессовка при сращивании блоков на зубчатый шип производится на угловых гидравлических прессах при условии их некоторой модернизации. Для цехов типа вологодского модернизация состоит в следующем.

Автоматическую насосную станцию, подающую масло к домкратам всех четырех цилиндров углового пресса, устанавливают в той зоне, где предусмотрен стык на зубчатый шип. Это позволяет без изменения длины шлангов высокого давления перенести домкраты на место стыка для локального обжатия и склеивания блоков. Осуществление этого переноса потребует изготовления и установки дополнительных опорных столиков в зоне стыкования блоков (для мобильности рекомендуются увеличенные размеры столиков). Преимущество такой модернизации заключается в возможности склеивания на зубчатый шип вдоль волокон элементов конструкций практически любой формы, что способствует расширению общей номенклатуры продукции цехов КДК (рис. 3).

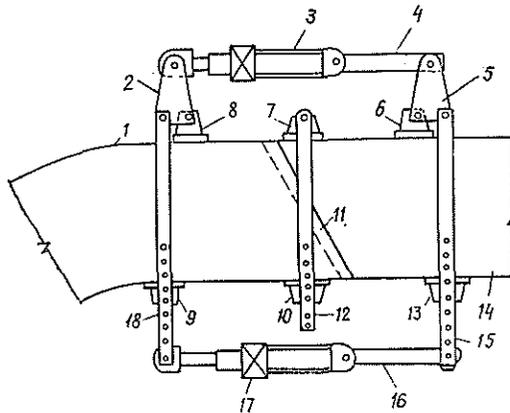


Рис. 3. Схема углового гидравлического пресса.

1 — гнутоклееный стоечно-карнизный блок; 2 и 5 — эксцентрики прижима; 3 и 17 — гидродомкраты; 4 и 16 — дополнительные тяги пресса; 6 и 8 — упорные башмаки эксцентрика; 7 и 10 — штампы фиксирующего хомута; 11 — стык на зубчатый шип; 12 — тяга фиксирующего хомута; 9 и 13 — упорные башмаки; 14 — клееный блок полуригеля; 15 и 18 — штанги пресса.

Гидравлические прессы можно использовать для склеивания элементов постоянной высоты с криволинейными участками в переломных зонах и незначительной стрелой общего выгиба (строительным подъемом). Для этого потребуются формирующие матрицы, обеспечивающие

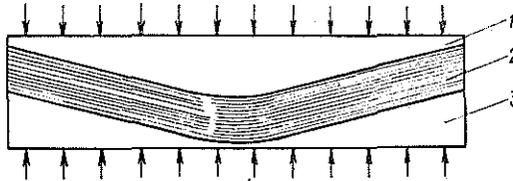


Рис. 4. Схема запрессовки гнутоклееной балки в гидравлическом прессе с помощью формирующих матриц.

1 — верхняя матрица; 2 — склеиваемый пакет; 3 — нижняя матрица.

равномерность передачи давления на пакет. При этом набор его рекомендуется производить на выгнутом элементе матрицы. Перед подачей пакетов в гидравлический пресс на него укладывают верхнюю часть матрицы для уменьшения общих габаритов контейнера. Подавать пакеты в пресс, в зависимости от конструкции, можно по рольгангу либо с помощью крана. Высоту контейнера в сборе можно уменьшить припрессовкой путем постановки между элементами матрицы стягивающих замков лафетного типа. Такой прием целесообразен, когда «окно» между плунжерами пресса и упорными балками невелико (рис. 4).

Поступила 20 апреля 1934 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ
КЛЕЯЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ

В. П. ПАНТЮХОВ, А. А. ЭЛЬБЕРТ

Ленинградская лесотехническая академия

В связи с дефицитом традиционных связующих, в том числе фенольных и карбамидных смол, применяемых в производстве древесных плит, поставлена задача в качестве связующего использовать различные отходы химической, нефтеперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Особый интерес представляют лигносульфонаты — многотоннажный отход целлюлозно-бумажной промышленности. Цель работы — определить потенциальные возможности использования товарных лигносульфонатов в качестве самостоятельного связующего для древесных плит.

Литературные данные [1, 3] свидетельствуют о том, что клеящие свойства лигносульфонатов в значительной степени зависят от природы варочного основания, поэтому в настоящей работе использованы товарные лигносульфонаты на различных основаниях, полученные с целлюлозно-бумажных предприятий страны (см. табл.).

Свойства лигносульфонатов

Вещество	Предприятие	Зольность, %	Су-хне вещества, %	РВ, %		рН	Количество нерастворимых в воде веществ после термообработки, %, при рН	
				к су-хим веществам	к органическим веществам		исходном	1,2
Лигносульфонат натрия	Котласский ЦБК	8,4	50,5	4,1	1,7	4,5	0	0
Лигносульфоновая кислота	Получена ионообменном из Котласского лигносульфоната натрия	0,2	39,9	3,7	1,5	1,2	91,5	91,5
Лигносульфонат натрия и кальция	Кондопожский ЦБК	8,1	50,1	7,4	4,4	4,4	0	0
Лигносульфонат аммония	Туринский ЦБЗ	0,4	37,1	2,6	2,4	5,2	0	44,3

Известно, что при получении древесных плит связующее должно образовывать связи с древесиной и отверждаться в момент прессования. Нами исследована способность лигносульфонатов к образованию нерастворимого в воде комплекса после термообработки (см. табл.); при этом температура обработки составила 210 °С, а продолжительность — 7 мин. Для эксперимента были выбраны жесткие условия термообработки, поскольку ряд исследователей [2] считает, что лигносульфонаты образуют нерастворимые в воде комплексы лишь при повышенных температурах. Установлено, что в условиях термообработки в нерастворимое состояние переходит только лигносульфоновая кислота. Лигносульфонаты щелочных и щелочноземельных металлов в дан-

ных условиях не образуют нерастворимых в воде комплексов, и лишь подкисленный лигносульфонат аммония способен частично образовывать такие соединения (около 44 % от общей массы). С этими же лигносульфонатами, с целью выяснения их клеящих свойств, были отпрессованы древесностружечные плиты. При этом температура прессования составила 210 °С, время выдержки в прессе — 1 мин на 1 мм толщины готовой плиты, удельное давление 2,5 МПа, плотность плит 750 кг/м³, расход связующего (лигносульфоната) 15 % от массы абсолютно сухой древесины. Плиты подвергали физико-механическим испытаниям согласно ГОСТу 10632—77.

Установлено, что после испытания в воде не разрушились только те плиты, в которых в качестве связующего использована лигносульфоновая кислота. Поскольку получение лигносульфоновой кислоты требует сложного и дорогостоящего аппаратного оформления, интерес представляет товарный лигносульфонат аммония. Ион аммония не является сольным элементом и в присутствии соответствующих катализаторов способен удаляться из зоны реакции, так как это летучее соединение.

Исходным продуктом для этого эксперимента служил лигносульфонат Туринского целлюлозно-бумажного завода. Исследована способность лигносульфоната аммония к образованию нерастворимого в воде комплекса при введении в него различных типов катализаторов, в том числе и латентных катализаторов отверждения. Товарный же лигносульфонат аммония в условиях прессования самостоятельно не отверждается. Как оказалось, в качестве катализатора отверждения для лигносульфоната аммония может быть использована соляная кислота, которую вводили от 2 до 3 % к общему его количеству (количество соляной кислоты фиксировали по значению рН раствора). При этом получена зависимость количества нерастворимых в воде веществ от температуры и времени обработки, количества катализатора. При исследовании влияния температуры на способность лигносульфоната аммония образовывать нерастворимый в воде комплекс оказалось, что в зоне температур до 160 °С отверждения не наблюдается, а наиболее интенсивное отверждение происходит при температурах выше 180 °С (рис. 1).

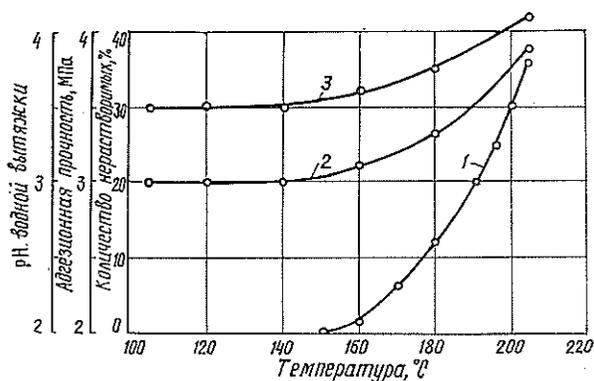


Рис. 1. Зависимость свойств лигносульфоната аммония от температуры обработки.

1 — количество нерастворимых в воде веществ, %; 2 — адгезионная прочность, МПа; 3 — рН водной вытяжки.

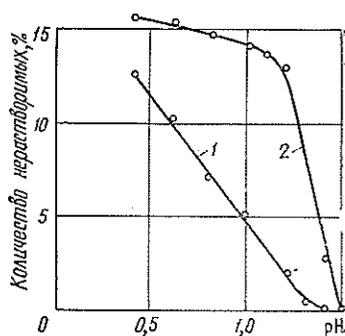


Рис. 2. Зависимость количества нерастворимых в воде веществ от значений рН после обработки лигносульфоната аммония при 180 °С.

1 — продолжительность 7 мин; 2 — 10 мин.

При этом время обработки составляло 10 мин, а рН композиции 0,9. С целью выяснения клеящих свойств лигносульфоната аммония получена зависимость его адгезионной прочности от температуры прессования

(рис. 1). Оказалось, что адгезионная прочность в зоне температур до 180 °С практически не изменяется и только при температурах выше 180 °С наблюдается ее возрастание.

Для определения остаточной кислотности в лигносульфонатах, подвергнутых термообработке, определяли рН водной вытяжки согласно ГОСТу 12523—67. При этом оказалось, что в зоне температур до 140 °С значение рН водной вытяжки у лигносульфоната аммония практически постоянно и только в интервале температур от 160 до 210 °С этот показатель возрастает. Уменьшение кислотности в процессе термообработки полимера позволяет надеяться на получение плит с достаточной долговечностью, поскольку значение рН водной вытяжки готовых плит составляет 4,0. Представлялось интересным также выяснить зависимость количества нерастворимых в воде веществ от изменения количества кислоты, т. е. от значения рН композиции, а также от продолжительности термообработки (рис. 2). Оказалось, что при снижении рН композиции и увеличении продолжительности термообработки количество нерастворимых в воде веществ у лигносульфоната аммония возрастает.

На основании полученных данных выбраны интервалы варьирования, составлена матрица планирования и проведен многофакторный планируемый эксперимент, который позволил получить уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс отверждения лигносульфоната аммония в условиях прессования древесных плит. Выбраны следующие параметры прессования: температура прессования 195 °С, время выдержки плит в прессе 1 мин на 1 мм толщины готовой плиты, рН клеевой композиции 0,8. Изготовлены образцы древесностружечных плит. Полученные плиты имели удовлетворительные физико-механические показатели: так, разбухание составило 8—15 %, прочность 15—17 МПа.

В ряде случаев последующая термообработка готовых плит способствовала улучшению их физико-механических показателей на 10—15 %.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Сапотницкий С. А. Использование сульфитных щелоков. 3-е изд. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 224 с. [2]. Сарканен К. В., Людвиг К. Х. Лигнины. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 631 с. [3]. Хотимович П. А., Эльберт А. А., Сапотницкий С. А. Использование лигносульфонатов с усложненной структурой в качестве связующего для древесных плит. — В кн.: Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб., Свердловск, 1982, вып. 9, с. 97—103.

Поступила 11 октября 1983 г.

УДК 676.252.001.5

СВОЙСТВА ОБОРОТНОГО БРАКА БУМАГИ С ЛАТЕКСНОЙ ПРОКЛЕЙКОЙ

Н. В. ЧЕРНАЯ, В. Л. КОЛЕСНИКОВ, Г. С. ГРИДЮШКО

Белорусский технологический институт

Для придания бумаге таких специальных свойств, как влагопрочность, сохранение рельефа тисненых и гофрированных обоев после выклейки и других, на Слонимском картонно-бумажном заводе внедрена технология комбинированной латексной проклейки влагопрочной обоевой бумаги в режиме гетероадагуляции. Согласно технологии, в настоящее время мокрый и сухой оборотный брак проклеивают совместно со свежепоступающими волокнистыми полуфабрикатами. При этом не учитывают содержание проклеивающего агента в оборотном волокне

и бумагообразующие свойства мокрого и сухого браков, возвращаемых в основной технологический поток.

Проведенные исследования [2—7] направлены, в основном, на изучение влияния мокрого и сухого оборотного брака при их многократном использовании на качество продукции в производстве массовых видов бумаги и картона. В этих работах особое внимание уделялось определению изменений фракционного состава оборотной волокнистой массы и влиянию доли мелких волокон на прочностные показатели бумажного листа.

Однако в литературе мы не обнаружили сведений о свойствах мокрого и сухого оборотного брака, образующегося при производстве влагопрочных видов бумаги с латексной проклейкой.

Нами проведены исследования по определению степени удержания каучукового вещества латекса БСК-65/3, применяемого для проклейки волокнистой массы влагопрочной обойной бумаги, в структуре оборотного волокна, а также изучены физико-механические показатели опытных образцов бумаги, изготовленных из релаксированного мокрого и сухого брака, в зависимости от продолжительности механического воздействия при многократном повторении операции роспуск — отлив.

В качестве модели, условно имитирующей механические воздействия роторов гидроразбивателей, крылаток центробежных насосов и гарнитуры размалывающего оборудования на волокнистую массу, был выбран лабораторный дезинтегратор марки БМ-3 с отражательными перегородками при числе оборотов трехлопастной пропеллерной мешалки 50 с^{-1} . Концентрация массы при роспуске составляла 2 %.

В лабораторных условиях мокрый оборотный брак моделировали образцами бумаги, полученными на листоотливном аппарате (ЛОА) Рапид-Кетен без сушки, а сухой брак — из опытных образцов бумаги, прошедших стадию сушки на ЛОА в течение 5 мин и термообработанных при температуре 388—393 К. Концентрация массы при отливе составляла 0,75 %, рН подсеточной воды находился в пределах 5,2—5,5.

Опытные образцы бумаги массой 78 г/м² изготавливали из волокнистой массы, которая состояла из 50 % сульфатной небеленой целлюлозы марки НС-2 (ГОСТ 1208—65), размолотой до 30 °ШР, и 50 % древесной массы (ГОСТ 10014—73). Проклеивающая смесь содержала 28 кг/т бутадиенстирольного карбоксилированного каучукового латекса БСК-65/3 (концентрацией 10 %) и 8 кг/т коллоидно-химического регулятора, представляющего собой смесь 2 %-ных растворов укрепленного клея на канифольной основе марки ЭМ (ОСТ 13-114—81) и силиката натрия (ГОСТ 13078—81) в соотношении 14 : 10. При таких расходах латекса и коллоидно-химического регулятора обеспечивается гетероадагуляция микрорегерогенной системы. Коагулянтом служил 10 %-ный раствор кристаллического сульфата алюминия (ГОСТ 3768—65), который вводили в проклеиваемую волокнистую массу до рН 4,3—4,6.

Качество опытных образцов бумаги, изготовленных из релаксированного мокрого и сухого брака, оценивали разрывной длиной, влагопрочностью, степенью проклейки (по Коббу) и сопротивлением излому. Степень удержания каучукового вещества латекса БСК-65/3 в структуре оборотного волокна определяли методом пиролитической газо-жидкостной хроматографии [1] на хроматографе ЛХМ-7а.

На рис. 1 и 2 представлены кривые изменения показателей качества опытных образцов бумаги, изготовленных из релаксированного мокрого (рис. 1) и сухого (рис. 2) брака, в зависимости от многократного повторения операции роспуск — отлив при различной продолжительности механического воздействия τ на каждом цикле.

Из рис. 1 и 2 видно, что при многократном повторении операции ухудшаются все физико-механические показатели опытных образцов бумаги. Это можно объяснить тем, что в результате механических воздействий проклеивающие частицы срываются с поверхности волокон и удаляются при последующем отливе, о чем свидетельствует снижение степени удержания каучукового вещества латекса БСК-65/3 в структуре оборотного волокна (кривая I).

Как видно из рис. 1, увеличение продолжительности механического воздействия от 15 до 50 мин на проклеенный мокрый брак при десятикратном повторении операции роспуск — отлив приводит к снижению разрывной длины на 25—40 % (кривая II), потере влагопрочности на

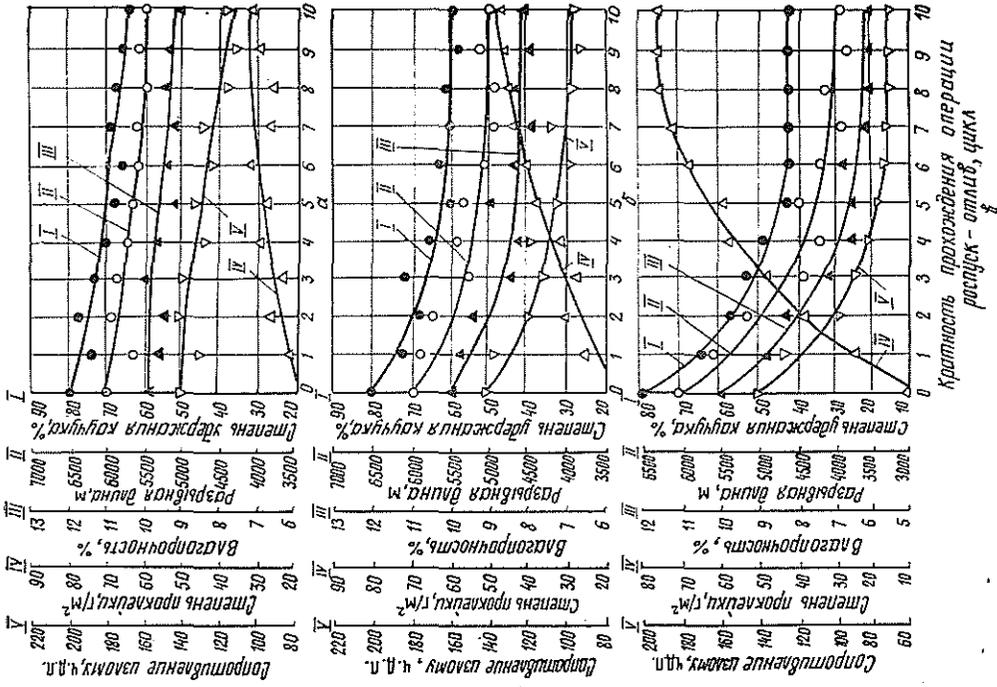


Рис. 2. а — $\tau = 15$; б — 25; в — 50 мин.

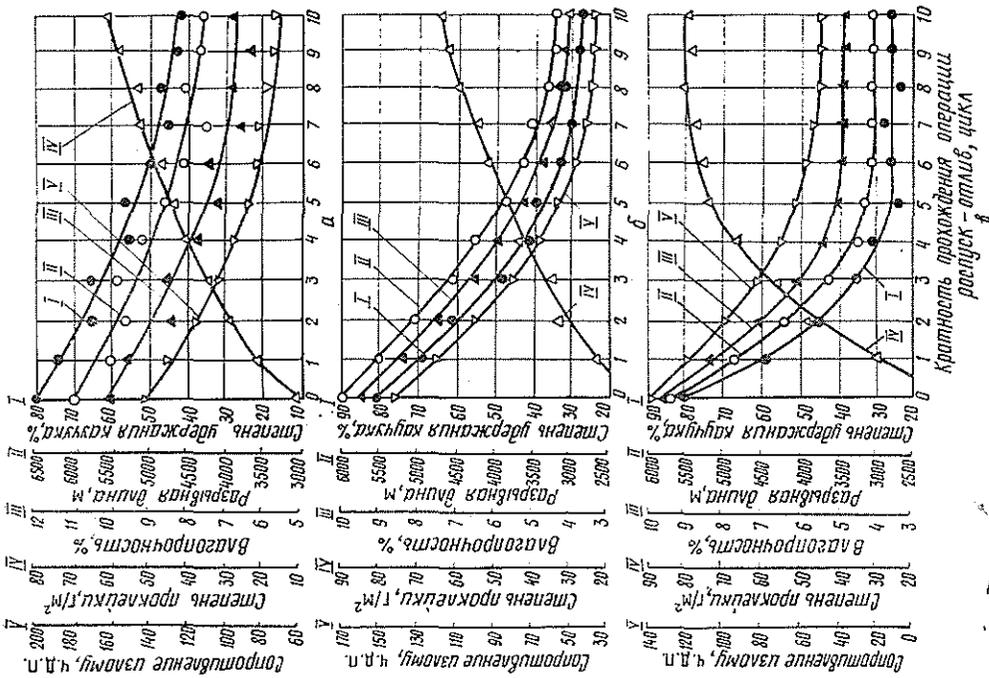


Рис. 1. а — $\tau = 15$; б — 25; в — 50 мин.

35—60 % (кривая III), уменьшению сопротивления излому на 50—70 % (кривая V) и ухудшению степени проклейки в 4,2—4,7 раза (кривая IV).

После десятикратного прохождения операции роспуск — отлив при механическом воздействии в течение 15—50 мин (рис. 2) опытные образцы бумаги, изготовленные из сухого брака, обладают более высокими физико-механическими показателями (в среднем на 25—35 %) по сравнению с мокрым браком. При одно- и двукратном прохождении операции прочность сухого брака (рис. 2, а) близка к первоначальной прочности бумажного листа, не подвергнутого механическому воздействию.

При длительном механическом воздействии на мокрый (рис. 1, в) и сухой брак (рис. 2, в) после 5-6 кратного повторения операции роспуск — отлив кривая степени удержания остается на одном уровне. Следовательно, можно считать, что в структуре бумажного листа, изготовленного из редиспергированного мокрого и сухого брака бумаги с латексной проклейкой, прочно зафиксировано соответственно 25 и 42 % каучукового вещества от количества введенного латекса, что составляет 7 и 12 кг/т. Отсюда следует вывод, что сушка бумажного листа способствует увеличению прочности фиксации частиц осадка каучука с поверхностью растительных волокон и, следовательно, сохранению более высоких физико-механических показателей опытных образцов бумаги, изготовленных из редиспергированного сухого брака по сравнению с мокрым.

Из анализа полученных экспериментальных данных можно заключить, что, во-первых, на свойства оборотного брака бумаги с латексной проклейкой влияет не только продолжительность механических воздействий на оборотное волокно, но и кратность прохождения им операции роспуск — отлив; во-вторых, прохождение бумажного листа через стадию сушки благоприятно сказывается на повышении прочности межволоконных сил связей за счет увеличения степени удержания каучукового вещества на поверхности волокон. При продолжительном механическом воздействии (в течение 50 мин на каждом цикле) после 5-6 кратного повторения операции роспуск — отлив волокна мокрого брака прочно удерживают 7 кг/т каучукового вещества латекса БСК-65/3, а волокна сухого брака — 12 кг/т.

На основании сказанного можно рекомендовать проводить процесс доклейки мокрого и сухого брака бумаги с латексной проклейкой с учетом содержания проклеивающего вещества в оборотном волокне вместо повторной проклейки совместно со свежепоступающими волокнистыми полуфабрикатами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Колесников В. Л., Гридюшко Г. С. Применение пиролитической ГЖХ для количественного определения содержания каучука в технологических потоках при производстве картона с латексной проклейкой.— В кн.: Хроматографический анализ в химии древесины. Рига: Зинатне, 1975, с. 328—355. [2]. Cildir H., Howarth P. The effect of re-use on paper strength.— *Pap. Technol.*, 1972, 13, N 5, 333—335. [3]. North Richard A. What are the effects of recycling on fiber and paper properties?— *Pap. Trade J.*, 1975, 159, N 7, 8, 78—82. [4]. McKee Robert C. Effect of repulping on sheet properties.— *Form. and Recycl. Pap. Making Fibers. Proc. 15 th Annu. Pulp and Pap. Conf., Kalamazoo, Mich.— Kalamazoo, Mich., s. a., 1971, 185—226.* [5]. Przybysz K. Badania nad zdolnoscia, papierot — worcza mas wtórnych wielokrotnie wykorzystywanych do produkcju papieru.— *Prz. pap.*, 1978, 34, N 9, 317—324. [6]. Szwarcsztajn E., Przybysz K. Der einfluss der entstehungsweise von sekundärfasern auf ihre eigenschaften.— *Zellst. und Pap.*, 1977, 26, N 12, 357—363. [7]. Wiegand U., Becker E. Untersuchungen über die Wiederverwertung von Sekundärfasern für die Herstellung von Papier und Papp.— *Wochenbl. Papierfabr.*, 1976, 104, N 6, 213—216.

УДК 628.356.004.14

ПИРОЛИЗОВАННЫЙ АКТИВНЫЙ ИЛ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦБП ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Н. И. БОГДАНОВИЧ, Л. Н. КУЗНЕЦОВА, Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Архангельский лесотехнический институт

Избыточный активный ил (АИ), выводимый из системы очистки промышленных стоков на станциях аэрации предприятий химической переработки древесины, представляет собой, по существу, многокомпонентную смесь, состоящую как из собственно активного ила, так и из веществ, сорбируемых им, но не ассимилируемых в процессе жизнедеятельности. Кроме того, АИ механически перемешан со взвешенными веществами, не успевшими по разным причинам отделиться в первичных отстойниках. К таким веществам относятся тонкие фракции целлюлозных волокон (скоп), уносимых с промывными водами при промывке целлюлозы; кора при отсутствии короотстойников; щелочной лигнин и лигносульфонаты, частично сорбируемые илом, а также другие вещества древесного происхождения и разнообразные минеральные шламы.

Разработано несколько способов переработки избыточного АИ в полезную продукцию. К ним относятся способы, предполагающие использовать АИ для собственных нужд, для приготовления делигнифицирующих растворов; в производстве древесноволокнистых плит и некоторых сортов бумаги, в качестве добавок в кормовые дрожжи, в технологии гидролизного производства, для получения аминокислот и витаминов.

Определенный интерес представляют термические методы, предполагающие использование всего или части АИ для выработки энергии с одновременной стерилизацией компонентов. Одно из направлений термической переработки — пиролиз — характеризуется неполным окислением продуктов первичной деструкции АИ, их отбором и последующим использованием [7]. Показано, что парогазовой активацией одного из первичных продуктов — коксового остатка — можно получить углеродные сорбенты [8, 9]. Однако основные исследования в данной области проводятся на активном иле коммунальных стоков, свойства которого резко отличаются от АИ предприятий химической переработки древесины.

Цель настоящего исследования — выяснить возможность получения углеродных сорбентов из активного ила целлюлозно-бумажных предприятий, предварительно кондиционированного хлорным железом и известью, обезвоженного на барабанных вакуум-фильтрах и высушенного в производственных условиях в барабанной печи. Указанная последовательность операций при обработке АИ общепринята и планируется к внедрению на большинстве предприятий ЦБП.

Отличие АИ целлюлозно-бумажных предприятий после обезвоживания и сушки как сырья для пиролиза заключается не только в содержании сопутствующих основному процессу органических веществ, но и в наличии минеральных компонентов, введенных в него при кондиционировании. Причем содержание хлорного железа достигает 10, а извести — 30 % (СаО) в расчете на сухие вещества.

Имеются некоторые сведения о влиянии хлорного железа [1, 3] и извести [2, 4] на пиролиз углеродных материалов, в том числе древесного происхождения [3, 4]. Как хлорное железо, так и известь, являющиеся после гидролиза и коллоидно-химического осаждения на гелеобразной поверхности ила самостоятельными носителями сорбционно-коагулирующих свойств, после термической обработки выделенного ксерогеля резко усиливают сорбционные характеристики углеродной матрицы органического геля [5]. Налицо проявление синергического эффекта, детально изученного Неймарком, при формировании сорбентов типа углеалюмогелей [5, 6]. Не проводя полной аналогии между углеалюмогелями и пиролизованным активным илом, представляющим собой на сырьевой стадии ксерогель, содержащий собственно АИ, а также гидроксиды железа и кальция, можно предположить, что синергическое действие разных по характеру образований в процессе пиролиза непременно проявится, а значит не исключена возможность формирования структуры коксового остатка как сорбента для очистки стоков без дополнительной парогазовой активации.

Для опытов использовали рядовой образец ила, отобранный на станции биологической очистки промышленных стоков (БОПС) Архангельского ЦБК после кондиционирования, обезвоживания и сушки и просеянный через сито 1 и 3 мм. Образец имел влажность 28 %, зольность 42,5 %. Содержание железа (на Fe_2O_3) — 7,2, извести (на CaO) — 22 % в расчете на сухую массу.

Пиролиз проводили в кварцевой реторте диаметром 35 мм, помещенной в печь с автоматическим регулируемым электрообогревом. Всего реализовали две серии опытов, в которых исследовали зависимость выхода и свойств пиролизованного активного ила (ПАИ) от температуры прокалики при «быстром» и «медленном» нагреве. В опытах с медленным нагревом реторту с образцами АИ помещали в холодную печь, разогревали ее до заданной температуры в течение 35—40 мин и выдерживали при этой температуре 60 мин. В опытах с быстрым нагревом реторту помещали в предварительно нагретую до заданной температуры электропечь и также выдерживали в ней 60 мин. Часть полученных образцов отмывали водой при кипячении в течение 1 ч (гидромодуль 1 : 1000). Отмытые образцы, как и неотмытые, анализировали на зольность, содержание кальция и железа, сорбционную активность по йоду и метиленовому голубому.

Сразу отметим, что содержание золы, железа и кальция в образцах равнялось расчетному значению, определенному из условия, что все минеральные вещества остаются в ПАИ. Для оценки воспроизводимости все опыты, начиная с обработки образцов, дублировали.

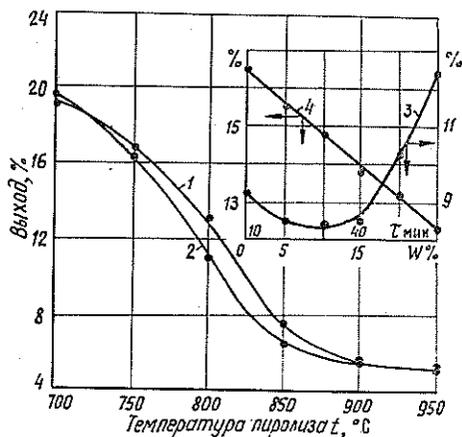
Полученные образцы ПАИ испытывали при очистке сточных вод ЦБП на стадии доочистки, а также для локальной очистки условно чистого стока (УЧС). Сточная вода после биологической очистки отличалась относительно более высоким содержанием лигногуминовых и минеральных веществ и почти на порядок меньшим содержанием органических загрязнений, характеризуемых показателем БПК₅ (биохимическое потребление кислорода).

Основным показателем, характеризующим очистку сточных вод (СВ), был выбран ХПК (химическое потребление кислорода). Кроме того, контролировали цветность (°БКШ), БПК₅, щелочность, рН и остаток после прокаливания. Последний показатель выбран из предположения минерализации сточных вод после обработки образцами ПАИ. Обработку сточных вод проводили в статических условиях при перемешивании в течение 20 мин с последующим фильтрованием через плотный фильтр (белая лента). Дозировка ПАИ во всех опытах составляла 3 г/л. Для сравнения в каждой серии ставили опыты с осветляющим активным углем (ОУ) марки А (ОУ-А). Так как образцы ПАИ обладают подщелачивающим действием, то при обработке стоков образцом сравнения значения рН корректировали известкованием.

На рис. 1 графически представлены экспериментальные результаты, характеризующие выход ПАИ в расчете на органическую массу (т. е. без учета зольных компонентов) в зависимости от температуры пиролиза. С целью более полной характеристики процесса на этом же рисунке (в правом верхнем углу) представлено влияние продолжительности прокалики и влажности АИ на выход в варианте медленного нагрева до 800 °С.

Из рисунка следует, что выход органической массы ПАИ мало зависит от условий нагрева и лишь в температурном интервале 750—850 °С с ростом скорости нагрева выход несколько снижается. С уве-

Рис. 1. Влияние температуры пиролиза при медленном (1) и быстром (2) нагреве, влажности W (3) и продолжительности τ (4) на выход органической массы ПАИ.



личением времени прокалики от 10 до 60 мин выход пропорционально уменьшается с 16,4 до 12,3 %. Изменение влажности приводит к минимуму на кривой в области влажности 5—15 %.

На рис. 2 представлены экспериментальные результаты, иллюстрирующие изменение сорбционных свойств образцов ПАИ при сорбции ими загрязнений из сточных вод в зависимости от температуры пиролиза. Так как для очистки использовали сточные воды с разным содержанием загрязнений, то с целью получения сопоставимых результатов на оси ординат (рис. 2) откладывали значение сорбционной активности испытуемого образца в процентах к полученному с образцом сравнения. Абсолютные значения сорбции образцом сравнения, приве-

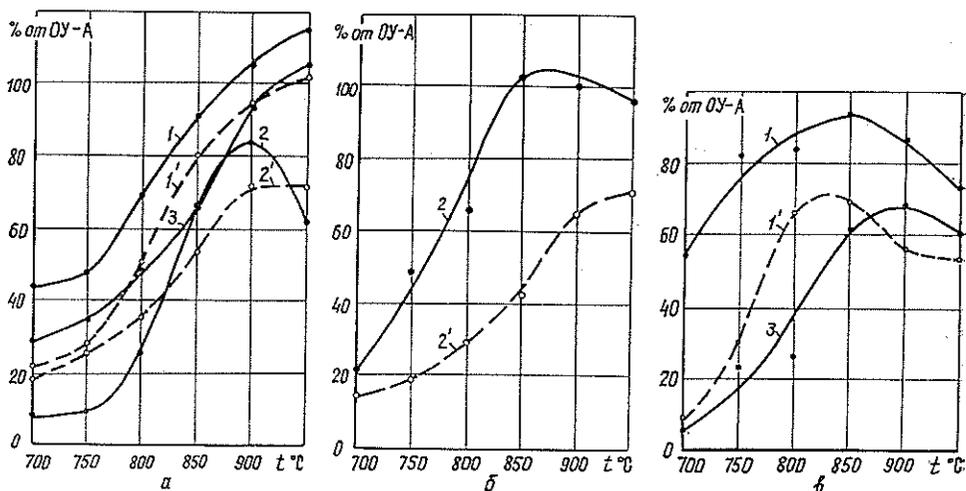


Рис. 2. Влияние температуры пиролиза на сорбцию образцами ПАИ загрязнений, характеризующихся показателями: ХПК (а), БПК₅ (б), цветности (в).

1 и 2 — соответственно сточные воды после биологической очистки и условно чистые стоки (УЧС), обработанные ПАИ из серии с быстрым нагревом; 1' и 2' — то же с медленным нагревом; 3 — обработка стока после биологической очистки отмытыми образцами из серии с быстрым нагревом. Удельная сорбция, мг/г, и снижение ХПК, %, образцом сравнения в сериях: 1 — 104,5 мг/г и 47,4 %; 2 — 177,2 и 38,7; 3 — 98,1 и 44,5; 1' — 103,0 и 43,3; 2' — 126,4 мг/г и 62,9 %. То же и БПК₅ в сериях: 2 — 29,3 и 26,2; 2' — 20,3 мг/г и 44,7 %. То же и цветность в сериях: 1 — 222,7 и 38,4; 1' — 242 и 50,0; 3 — 235,7 мг/г и 60,2 %.

денные в подрисовочном тексте, дают возможность рассчитать и исходную загрязненность обрабатываемого стока, и показатели очистки испытуемыми образцами.

Из рис. 2 следует, что при очистке разнохарактерных СВ наиболее высокими сорбционными свойствами обладают образцы ПАИ из серии с быстрым нагревом. Отдельные образцы этой серии уменьшают ХПК и БПК даже лучше, чем ОУ-А. В отношении снижения цветности результаты оказались несколько худшими, чем с образцами сравнения, однако довольно близкими к ним (до 92,5 % от ОУ-А).

Отмывка ПАИ приводит к снижению сорбционных свойств как в отношении показателя ХПК, так и цветности. Отмеченная особенность дает основание предполагать, что вымываемые компоненты обладают самостоятельным сорбционно-коагулирующим действием или усиливают в результате корректировки (повышения) рН сорбционные свойства основной структуры сорбента.

Так как после биологической очистки сточные воды, отличающиеся более высоким содержанием загрязнений высокомолекулярной и коллоидной степени дисперсности (лигнин), в большей мере поддаются обработке образцами ПАИ, то можно предположить проявление именно коагулирующего действия; особенно если учесть, что внутренняя поверхность полученных сорбентов, определенная по низкотемпературной сорбции азота, не превышает $220 \text{ м}^2/\text{г}$ (рис. 3) и с уменьшением температуры снижается до $105 \text{ м}^2/\text{г}$. Основная часть этой поверхности обусловлена микропорами (о чем свидетельствует сорбция йода, достигающая 58 % (рис. 3) при температуре прокалики 850°C , но не переходными порами, ответственными за сорбцию высокомолекулярных соединений (ВМС) и коллоидов. О малом содержании переходных пор свидетельствует низкая осветляющая способность по метиленовому голубому (МГ), которая в лучших опытах ($900\text{--}950^\circ\text{C}$) не превышает 35 %.

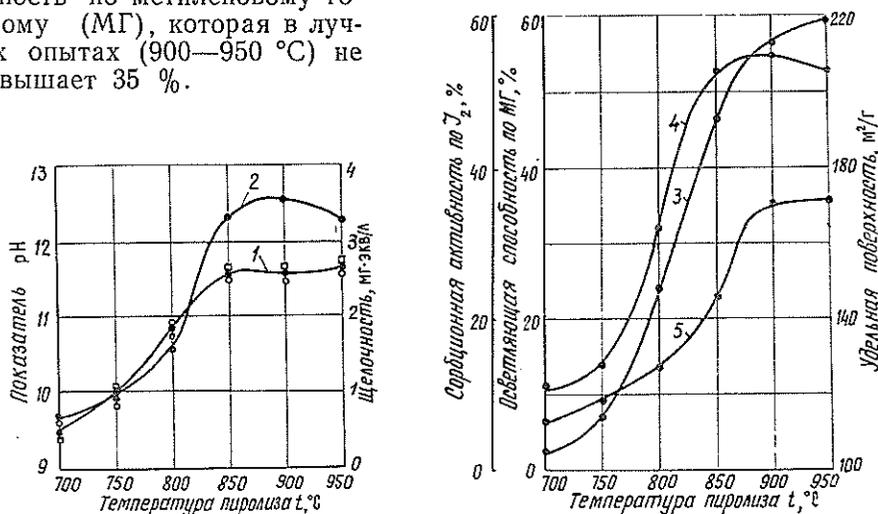


Рис. 3. Влияние температуры пиролиза АИ при быстром нагреве на показатели рН (1) и щелочность (2) сточных вод после обработки; на удельную поверхность (3), сорбционную активность по J_2 (4) и осветляющую способность по МГ (5) полученных образцов ПАИ.

● — после биологической очистки неотмытыми образцами; ○ — то же отмытыми образцами;
□ — сток УЧС неотмытыми образцами.

Сорбционная активность по йоду при температуре прокалики свыше 850°C практически не изменяется, а при уменьшении температуры асимптотически приближается к оси абсцисс. Аналогичным образом

изменяется и сорбция молекулярно растворенных органических веществ, ответственных за БПК₅ (рис. 2, б), которые могут сорбироваться на поверхности микропор.

Следовательно, можно предположить следующий механизм изъятия загрязнений образцами ПАИ. Молекулярно растворенные органические вещества удаляются преимущественно путем сорбции на внутренней поверхности микропор. Лигноподобные структуры (ВМС и коллоиды), в основном определяющие значения ХПК и цветности СВ, удаляются путем коагуляции и осаждения образовавшихся гелей на внешней поверхности и в макропорах ПАИ.

Наличие коагуляции подтверждается накоплением в жидких средах после обработки образцами ПАИ ионов Ca^{+2} , повышением рН и щелочности (рис. 3). Ионы кальция, содержание которых ограничено сверху растворимостью извести, обладают высоким коагулирующим действием к лигнину, особенно в момент растворения CaO [10].

На основании вышеизложенного можно заключить, что пиролизованый активный ил в отношении загрязнений сточных вод ЦБП проявляет свойства и сорбента, и коагулянта. При формировании пористой структуры проявляется синергическое действие коагулянта и ила. Так, для пиролизованного ила без коагулянтов внутренняя поверхность равнялась 28 м²/г (по сорбции азота), а для ила с коагулянтом в этих же условиях — 220 м²/г. Повышение скорости нагрева при пиролизе благоприятно влияет на формирование структуры ПАИ как сорбента для очистки стоков. Пиролизованый активный ил в лучших опытных точках сорбирует загрязнения, ответственные за ХПК и БПК₅, не хуже осветляющего активного угля ОУ марки А. Дополнительная обработка ПАИ с целью деминерализации при условии использования их для очистки сточных вод нецелесообразна. Оптимальный температурный режим пиролиза находится в области 850—900 °С при условии прокалки в течение 60 мин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 431103 (СССР). Способ получения сорбента на основе активных углей.— Оpubл. в Б. И., 1974, № 21. А. с. 715458 (СССР). Способ получения ферромагнитного углеродного сорбента.— Оpubл. в Б. И., 1980, № 6. [2]. Ганкина Л. Н., Сухов В. А., Луковников А. Ф. Растворимость продуктов термической деструкции модифицированных бурых углей.— Химия твердого топлива, 1980, № 2, с. 61—66. [3]. Исследование влияния химических реагентов на пиролиз древесины/ А. Н. Кислицын, З. М. Родионова, В. И. Савиных и др.— Тр. ЦНИЛХИ.— М.: Лесн. пром-сть, 1976, вып. 25, с. 4—15. [4]. Кауш. Активные угли.— М.—Л.: Госхимтехиздат.— 1933, с. 95—116. [5]. Неймарк И. Е.— В кн.: Исследование синтетических и природных минеральных сорбентов. Саратов, 1974, с. 22—30. [6]. Неймарк И. Е. Особенности механизма синергизма у смешанных сорбентов разных типов.— В кн.: Адсорбенты, их получение, свойства, применение. Л.: Наука, 1978, с. 16—21. [7]. Попова Н. М., Раковский Е. В., Строганов С. Н. Полукоксование как метод утилизации осадков сточных вод.— М.: Изд-во НККХ РСФСР, 1940. [8]. Яковлев С. В. Получение сорбента из активного ила.— Водоснабжение и санитарная техника, 1978, № 4, с. 19—22. [9]. Bosh H., Kleerebezem G. J., Mars R. Активный уголь из активного ила.— J. Water Pollut. Contr. Fed., 1976, 48, N 3, с. 1, 551—561, 607—608, 615—616, 619—620. [10]. Lathia, S. G. Layce T. W.— Tappi, 1978, 61, N 10, с. 64—70.

Поступила 5 апреля 1984 г.

УДК 674.048.021 : 678.026.2

ВОЗДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИМЕРАМИ ДРЕВСИНЫ

В. И. ГЛУХОВ, Ф. З. РАЙЧУК, А. Б. ШОЛОХОВА, В. М. ХРУЛЕВ

Филиал НИФХИ, ЦНИИСК,

Новосибирский инженерно-строительный институт

Известно, что натуральная древесина в ряде случаев не обладает комплексом необходимых характеристик, особенно при работе в агрессивных средах, поэтому большое внимание уделяется модифицированию древесины различными полимерами [1—7]. При модифицировании не только повышаются прочностные показатели, снижаются водо- и влагопоглощение, но и возрастают атмосферная, био- и химическая стойкости материала. Это позволяет более широко применять древесно-пластмассовый материал (ДПМ) в народном хозяйстве.

В настоящей статье приводятся результаты исследований по изменению свойств ДПМ в различных средах.

Для изучения брали образцы древесины лиственных пород, модифицированные полиметилметакрилатом (ПММА). Содержание полимера в древесине составляло 85—95 %. Испытания проводили по методикам, предложенным в работах [3, 4] в следующих средах: на воздухе при температуре окружающей среды 20 и 90 °С; в условиях атмосферного старения; в температурном интервале от -50 до +80 °С; во влажностном диапазоне от 45 до 95 %. Для испытаний на атмосферное старение образцы помещали на крышу здания с южной стороны.

Изменение внешнего вида образца, механических характеристик и молекулярных масс гомополимера, экстрагированного из древесины толуолом, характеризует воздействие среды. Количество образцов при механических испытаниях составляло 10—15 шт. на каждое измерение. Коэффициент вариации — 5—10 % для исходных образцов и 8—15 % для модифицированных. Характеристическую вязкость $[\eta]$ и молекулярные массы полимеров определяли вискозиметрическим методом.

Выдерживание ДПМ в течение двух лет в комнатных условиях не привело к каким-либо изменениям физико-механических свойств испытываемых материалов. Молекулярные массы экстрагированных из древесины полимеров и цвет ДПМ за этот срок не изменились.

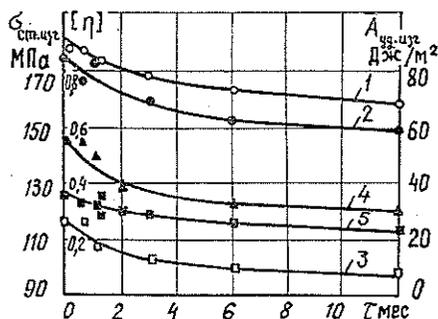


Рис. 1. Влияние длительного нагрева (при температуре 90 °С) на молекулярные массы полимера и на прочность древесины.

1 — характеристическая вязкость гомополимеров, экстрагированных из древесины; 2, 3 — прочность на статический изгиб поперек волокон модифицированной и натуральной древесины соответственно; 4, 5 — прочность на ударный изгиб поперек волокон модифицированной и натуральной древесины соответственно.

Известно, что нагревание полимеров ведет к их деструкции и ухудшению физико-механических свойств. Поэтому было интересно проследить, как влияет длительное воздействие температуры 90 °С на свойства материалов. Данные по изменению физико-механических свойств во времени приведены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что длительное нагревание образцов из натуральной и модифицированной древесины ведет лишь к незначительному снижению (10—15 %) прочности на статический изгиб $\sigma_{ст.изг}$. Уменьшение прочности на ударный изгиб $A_{уд.изг}$ оказалось более значительным для обоих материалов примерно на 35—45 %. Молекулярные массы полимеров, экстрагированных из древесины, снизились за 1 год на 25 %. Внешний вид образцов не изменился.

Одновременно проводили испытания древесины, модифицированной ПММА, при кратковременном действии температуры от -50 до +80 °С. Образцы предварительно кондиционировали до равновесной влажности при влажности 65 % и затем испытывали на статический изгиб при заданной температуре после достижения ими равновесной температуры по всему сечению. Результаты приведены в табл. 1.

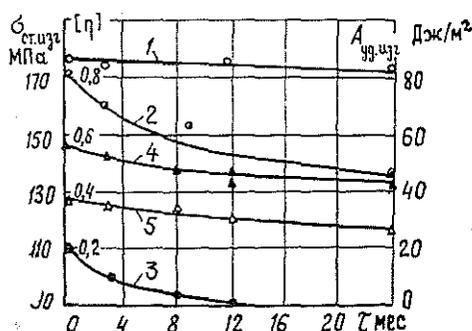
Из данных табл. 1 видно, что при отрицательных температурах прочностные показатели ДПМ несколько возрастают, а при температуре выше 40 °С наблюдается интенсивное снижение прочности. При 80 °С уменьшение прочности практически составляет 50 %. Натуральная древесина при аналогичных условиях при 80 °С снизила прочность примерно на 20 %. При отрицательных температурах (-50 °С) увеличение прочности натуральной древесины составляло 30—35 % по сравнению с 6,6 % у ДПМ. За контроль взята прочность при 20 °С.

Таблица 1

Температура испытания, °С	Прочность, МПа	Вариационный коэффициент	Влажность в момент испытаний, %
-50	210	—	6,2
-40	210	9,3	6,5
-20	210	7,8	6,0
0	200	9,5	5,6
20	197	12,0	4,6
40	190	10,2	3,5
60	138	10,1	3,0
80	112	6,1	2,6

Рис. 2. Влияние атмосферных условий на молекулярные массы в древесине и на прочность ДПМ.

1 — характеристическая вязкость гомополимеров, экстрагированных из древесины; 2, 3 — прочность на статический изгиб поперек волокон модифицированной и натуральной древесины соответственно; 4, 5 — прочность на ударный изгиб поперек волокон модифицированной и натуральной древесины соответственно.



На рис. 2 приведены результаты старения ДПМ и натуральной древесины в атмосферных условиях. Физико-механические свойства обоих материалов несколько ухудшились. Так, за один год прочность на статический изгиб ДПМ снизилась на 16—20 %, а натуральной древесины — на 35 %. Воздействие атмосферных условий вызывает нарушение адгезионной связи между полимером и древесиной и появление трещин на образцах. Цвет древесины изменился от светлого до серого после экспозиции.

Таблица 2

Древесина	Влажность, %		Предел прочности, МПа,	
	сред- ды	дре- веси- ны	при изги- бе	при сжа- тии
Натуральная	45	8,5	80	62
»	65	11,5	70	50
»	75	15,0	66	48
»	95	20,0	51	40
Модифицированная	45	3,2	176	162
»	65	4,0	175	150
»	75	5,0	170	152
»	95	7,8	149	115

При эксплуатации конструкций и изделий влажность окружающей среды может быть различной в значительных пределах, соответственно меняется и влажность древесины. Образцы длительное время выдерживали в замкнутых объемах при постоянной (45, 65, 75 и 95 %) влажности окружающей среды до достижения образцами соответствующей равновесной влажности. Затем их испытывали на изгиб и сжатие вдоль во-

локон. Результаты представлены в табл. 2. Из полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Длительное нахождение древесины, модифицированной ПММА, на воздухе в помещении при 20—90 °С, а также в интервале температур от —50 до +80 °С и влажности от 45 до 95 % не вызывает существенных изменений физико-механических характеристик материала.

2. Выдерживание ДПМ в течение 1 года в атмосферных условиях при наличии переменной влажности, циклов замораживания и оттаивания и воздействия солнечной радиации вызывает растрескивание ДПМ вдоль волокон и соответствующее снижение прочностных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анненков В. Ф. Древесно-полимерные материалы и технология их получения.— М.: Лесн. пром-сть, 1974. [2]. Ванинская Ю. М., Пинская П. А. Биологическая стойкость древесины, модифицированной методами радиационной химии.— ДАН БССР, 1967, № 11, с. 1024—1026. [3]. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины/ ЦНИИСК.— М.: Стройиздат, 1973. [4]. Радиационный метод получения древесно-пластических материалов/ В. И. Глухов, В. Л. Зайвий, Г. В. Ширяева, В. Л. Карпов.— Пластические массы, 1968, № 7, с. 12—13. [5]. Радиационно-химическая модификация древесины/ Ю. М. Иванов, В. Л. Карпов, А. П. Маркарянц и др.— Химия древесины, 1971, № 10, с. 39—40. [6]. Радиационно-химический процесс модифицирования древесины полимерами/ Г. В. Ширяева, Н. Д. Прищепа, В. И. Глухов и др.— 3 Международный симпозиум по радиационной химии.— Венгрия, Тихань, 1971, с. 783—794. [7]. Desai R. L., Juneja S. C. Weather-ometer studies on wood-plastic composites.— Forest Prod. J., 1972, 22, N 9, с. 100—103.

Поступила 13 февраля 1984 г.

УДК 541.183 : 628.515

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ С КЛИНОПТИЛОЛИТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ МЕБЕЛЬНОГО КОМБИНАТА ОТ ТОЛУОЛА

Л. И. БЕЛЬЧИНСКАЯ

Воронежский лесотехнический институт

В данной работе представлены результаты исследования возможности использования глин для очистки газовых выбросов Воронежского мебельного комбината от толуола.

Для декоративной и защитной отделки на мебельных комбинатах широко применяют [2] нитроцеллюлозные и полиэфирные лаки, краски, сложные растворители. В них среди прочих летучих органических соединений имеется толуол.

Для очистки газовых выбросов от толуола мы использовали два образца глинистых пород.

Рентгеноструктурный анализ показал, что в первом образце на долю глинистой составляющей приходится 15—20, а во втором — 10—15 %. Содержание цеолитной составляющей — клиноптилолита — не превышает 66 %.

По данным дифрактометрического анализа, количество клиноптилолита в первом образце выше, чем во втором (примерно в 1,5 раза). Кроме клиноптилолита, в первом образце содержатся кварц, гидрослюда и кальций, во втором — монтмориллонит.

Лабораторные испытания проводили при начальной концентрации толуола в воздушной смеси 500 мг/м³, которая в 2 раза превышала концентрацию толуола в производственных помещениях.

Скорость прохождения газа равнялась 0,3 л/мин и была в 3 раза больше скорости газовых выбросов вентустановками.

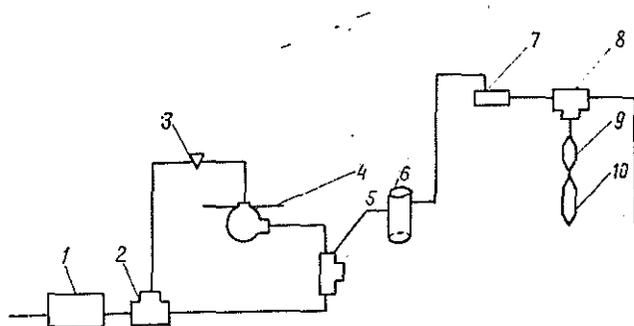


Рис. 1. Установка для адсорбционной очистки газовой фазы от толуола глинистыми породами.

Исследования производили на установке, показанной на рис. 1. Воздух, проходя через две последовательно соединенные склянки Тищенко 1 (одна из которых заполнена стекловатой, а вторая — активированным углем), очищался от примесей и разделялся на два потока в тройнике 2. Первый поток воздуха через дозирующий кран 3 направлялся в двугорлую колбу 4, в которой находился толуол. Воздух обогащался парами толуола и далее проходил в тройник 5, где разбавлялся воздухом из второго потока до соответствующей концентрации. Затем воздушно-толуоловая смесь проходила через реактор 6, содержащий глинистый минерал. Далее поток воздушно-толуоловой смеси проходил через воздушодувку 7 и посредством краника 8 снова разделялся на два потока. Один шел в атмосферу, другой с помощью универсального газоанализатора (УГ-2) 9 протягивался через индикаторную трубку 10. Концентрацию толуола определяли по высоте окрашенного столба порошка в индикаторной трубке с помощью шкалы, прилагаемой к УГ-2.

Наиболее важная особенность структуры цеолитов — система внутрикристаллических пор и полостей, в результате чего цеолит проявляет способность к адсорбции и десорбции [3]. При низкой температуре внутрикристаллические полости заполнены адсорбционно связанной водой. С повышением температуры происходит десорбция молекул воды и повышение эффективного радиуса пор глинистых пород [1].

Предварительную термическую обработку глины проводили при температурах 50 и 100 °С (рис. 2). Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что «время защитного действия» при низких и высоких температурах не зависит от времени прокаливания, а является функцией температуры. (Под временем защитного действия имеется в виду время работы сорбента до проскока через него толуола).

Определяли оптимальную температуру образцов при постоянной высоте слоя сорбента в реакторе h , равной 1 см. Термическую обработку глинистых пород проводили при температурах 50, 100, 120, 140, 160, 180, 200 и 220 °С. Начальная температура равнялась 20 °С.

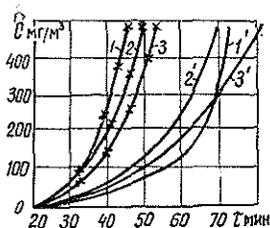


Рис. 2. Зависимость концентрации толуола C после проскока через сорбент от времени проскока толуола τ при температуре предварительной обработки 50°C в течение 1 ч (кривая 1), 2 ч (кривая 2), 3 ч (кривая 3) и температуре 100°C в течение 1 ч (кривая 1'), 2 ч (кривая 2'), 3 ч (кривая 3') при $h = 1$ см.

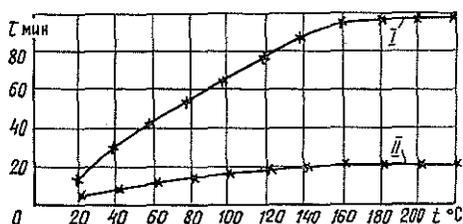


Рис. 3.

I — первый образец; II — второй образец.

Зависимость времени защитного действия τ от температуры прокаливания t исследуемых глин дана на рис. 3.

Эта зависимость носит логарифмический характер и может быть описана уравнением

$$\tau = k \lg t + c,$$

где k и c — постоянные величины, а $\tau > 0$.

Оптимальная температура прокаливания для первого образца 160°C , для второго — 140°C , т. е. при этих температурах поверхность цеолита практически полностью освобождается от адсорбционной воды.

Исследовали зависимость времени защитного действия τ от высоты слоя h первого образца в реакторе при оптимальной температуре 160°C (рис. 4).

Эта зависимость описывается уравнением прямой

$$\tau = kh,$$

где τ — время защитного действия;
 h — высота слоя сорбента в реакторе;
 $k = \text{const} = 1,46$.

Полученные данные говорят о возможности адсорбции толуола на поверхности глинистых пород за счет присутствия в них цеолитной составляющей. Адсорбция толуола на цеолитах происходит, вероятно, вследствие того, что молекулы толуола располагаются параллельно плоскости колец каркаса и удерживаются в полостях цеолита за счет взаимодействия структурных гидроксильных групп, катионов и атомов кислорода цеолита с системой n -электронов ароматического кольца толуола [3].

Присутствие Са- и На-монтмориллонитовых составляющих глинистых пород не отражается на времени их защитного действия, кото-

Таблица 1

Лиственница	Содержание эфирного масла, ‰	d_{4}^{20}	n_D^{20}	$[\alpha]_D^{20}$	Кислотное число	Эфирное число
Японская	0,32	0,8962	1,4812	-11,20°	0,45	36,18
Западная	0,42	0,8895	1,4817	- 9,70°	0,15	6,60
Американская	0,29	0,8950	1,4815	-11,50°	0,50	43,50

Таблица 2

Вид растительного сырья	Состав эфирных масел, %			
	Углеводороды		Кислородсодержащие соединения	
	Моно-терпеновые	Сесквитерпеновые	Нейтральные	Кислые

Лиственница японская

Одногодичные побеги	73,9	12,2	12,8	1,1
Двухгодичные >	68,9	13,1	16,6	1,4
Хвоя	75,8	9,8	13,2	1,2

Лиственница западная

Одногодичные побеги	93,8	3,0	1,8	1,4
Двухгодичные >	91,5	4,7	2,4	1,4
Хвоя	82,5	10,3	5,6	1,6

Лиственница американская

Одногодичные побеги	75,8	4,5	18,3	1,4
Двухгодичные >	78,0	5,5	14,8	1,7
Хвоя	78,4	3,6	16,4	1,6

до 78,4 % в зависимости от вида сырья. Количество сесквитерпеновых углеводов колеблется от 3 до 13 %. Наиболее высок процент этой фракции в эфирном масле лиственницы японской. Нейтральные кисло-

Таблица 3

Компонент	Содержание компонента, %, для лиственницы								
	японской			западной			американской		
	в од-ного-дич-ных побе-гах	в двух-годич-ных побе-гах	в хвое	в од-ного-дич-ных побе-гах	в двух-годич-ных побе-гах	в хвое	в од-ного-дич-ных побе-гах	в двух-годич-ных побе-гах	в хвое

Монотерпеновые углеводороды

Сантен	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
Трициклен	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
α -пинен	45,7	35,0	25,9	27,3	29,4	30,4	16,4	23,9	29,4
Камфен	6,2	0,9	7,1	3,5	5,7	6,5	8,5	9,9	9,7
β -пинен	10,0	11,0	11,9	34,4	26,0	19,0	17,0	22,0	6,4
Мирицен	0,4	0,8	0,9	6,1	1,6	1,6	3,0	0,5	0,5
Δ^3 -карен	0,9	9,1	15,0	11,0	19,4	14,4	12,9	5,2	24,0
α -фелландрен	0,8	1,3	1,2	1,6	1,8	1,4	1,8	2,4	0,8
α -терпинен	0,7	1,4	1,5	2,7	2,3	2,1	3,0	4,3	1,3
Дипентен	2,5	3,0	3,3	2,7	1,5	2,0	4,4	3,7	2,4
β -фелландрен	4,5	3,8	3,8	2,6	1,3	1,8	3,4	2,3	1,1
γ -терпинен	0,5	0,9	1,2	0,6	0,7	1,0	1,9	1,0	0,5
<i>n</i> -цимол	0,4	0,5	1,6	0,6	0,7	0,8	1,3	0,6	0,5
Терпинолен	1,1	0,8	2,2	0,5	0,8	1,2	1,9	1,2	1,1

Продолжение табл. 3

Компонент	Содержание компонента, %, для лиственницы								
	японской			западной			американской		
	в од- ного- дич- ных побе- гах	в двух- годич- ных побе- гах	в хвое	в од- ного- дич- ных побе- гах	в двух- годич- ных побе- гах	в хвое	в од- ного- дич- ных побе- гах	в двух- годич- ных побе- гах	в хвое

Сесквитерпеновые углеводороды

Сибирен	Сле- ды	0,1	0,1	Сле- ды	0,1	0,1	Сле- ды	0,2	0,1
Лонгициклен	0,1	0,1	0,2	»	Сле- ды	0,1	»	0,1	0,1
Лонгифолен	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,7	0,8
β-кариофиллен	1,6	2,8	2,0	0,4	0,6	1,6	1,3	1,6	0,9
ε-муролен	0,3	0,9	0,8	0,3	0,4	2,5	0,6	0,7	0,2
α-гумулен	0,3	0,9	0,8	0,2	0,4	2,5	0,6	0,7	0,2
α-аморфен	0,6	0,3	0,6	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
γ-муролен	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	Сле- ды	0,6	0,1	0,1
α-муролен	2,1	1,3	1,6	0,3	0,1	0,4	0,3	0,1	0,2
β-бизаболен	0,1	0,1	0,2	Сле- ды	0,1	0,1	0,1	Сле- ды	0,1
Ац. куркумен	0,1	0,1	0,1	»	0,1	0,1	0,1	»	0,1
γ-кадинен	1,5	1,6	0,7	0,6	1,5	0,9	0,1	0,4	0,2
σ-кадинен	4,3	3,1	1,8	0,6	0,8	1,3	0,3	0,5	0,2
Қаламенен	0,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Хамазулен	0,5	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	Сле- ды	0,2
α-калакорен	Сле- ды								

Нейтральные кислородсодержащие соединения

1-8-цинеол	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6	0,2	0,2
Метилловый эфир тимола	0,4	0,2	0,1	Сле- ды	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Камфора	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	Сле- ды	0,7	0,1
Борнилацетат	11,1	14,5	11,9	0,5	1,3	4,5	17,2	12,9	15,6
Терпиненол-4	0,1	0,1	0,1	0,1	Сле- ды	Сле- ды	0,1	Сле- ды	Сле- ды
X (ароматический эфир)	Сле- ды	0,1	0,1	Сле- ды	»	»	Сле- ды	»	»
Борнеол	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
α-терпиненол	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	Сле- ды	0,1	0,1
Цитраль	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
α-терпинилацетат	Сле- ды	0,1	Сле- ды	Сле- ды	Сле- ды	Сле- ды	Сле- ды	0,1	Сле- ды
n-цимен-8-ол	»	0,1	»	»	»	»	»	Сле- ды	»
Куминовый спирт	»	0,2	»	»	0,1	»	»	0,1	»

родсодержащие соединения особенно значительно представлены в эфирном масле лиственницы американской. Содержание кислых кислородсодержащих соединений в лиственничных эфирных маслах сравнительно невелико (1,1—1,7 %).

Идентификацию веществ проводили, сравнивая их константы и ИК-спектры с литературными данными [3, 5, 6]. Кроме того, для доказательства строения веществ привлекали ЯМР-, УФ- и масс-спектрокопии. Вещества, содержащиеся в эфирных маслах в небольших количествах, идентифицировали с помощью методов газожидкостной хроматографии. При этом использовали литературные данные о продолжи-

тельности удерживания веществ, а также о добавлении известных веществ в смесь.

Химический состав эфирных масел лиственниц представлен в табл. 3.

Доминирующие компоненты монотерпеновых углеводородов: α - и β -пинены и Δ^3 -карен, содержание которых в сумме колеблется от 45,3 до 74,8 %.

Следует отметить интересную особенность: хотя пробы отбирали в сентябре, когда еще не наступила пора зимней заторможенности вегетационных процессов и стабильности состава эфирного масла, соотношение доминирующих компонентов (α -пинена и Δ^3 -карена) в одногодичных побегах подтвердило различие между видами и хорошо согласовалось с ранее высказанными предположениями о возможности определения видовых различий по соотношению вышеуказанных компонентов, содержащихся в эфирном масле одногодичных побегов [2]. Для лиственницы японской отношение α -пинена к Δ^3 -карену составляло 51 : 1, для западной — 2 : 1, для американской — 1,5 : 1,0.

Доминирующие компоненты сесквитерпеновых углеводородов: β -кариофиллен (для всех видов лиственниц), α -муролен (для лиственницы японской), γ - и σ -кадинены (для лиственниц японской и западной).

Доминирующий компонент нейтральных кислородсодержащих соединений — борнилацетат. Наиболее высокое содержание его наблюдается в эфирном масле лиственницы американской (12,9—17,2%), минимальное — в масле лиственницы западной (0,5—4,5%). Эфирное масло лиственницы западной в отличие от масел других видов лиственниц характеризуется низким содержанием кислородсодержащих соединений.

Из приведенных данных по изучению химического состава эфирных масел трех интродуцентов (лиственниц японской, западной и американской) можно сделать следующие выводы.

Рассмотренные интродуценты различаются между собой по количественному распределению компонентов в эфирном масле. Доминирующие компоненты в эфирных маслах интродуцированных лиственниц, так же как и естественно произрастающих в СССР: α - и β -пинены и Δ^3 -карен. Различие между видами лиственниц рельефно подчеркивается отношением α -пинена к Δ^3 -карену. Эфирные масла, выделенные из различного вида сырья (одно-, двухгодичные побеги и хвоя), различаются по количественному распределению терпеноидов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Акимочкин Н. Г. Лиственница в лесостепи. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1963, № 1, с. 39—42. [2]. А. с. 45-7922 (СССР). Способ хемотаксономической характеристики вида лиственницы / В. Г. Латыш, Р. И. Дерюжкин, Р. Д. Колесникова, Л. В. Краснобаярова. — Опул. в Б. И., 1975, № 3. [3]. Горьев М. И., Плива И. Методы исследования эфирных масел. — Алма-Ата, 1962. — 750 с. [4]. Дерюжкин Р. И., Краснобаярова Л. В., Латыш В. Г. Влияние отдельных факторов на состав эфирных масел лиственницы сибирской. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 6, с. 110—114. [5]. Die terpene samalung von spektren und physikalischen konstanten / G. Pliva, M. Horak, V. Herout, F. Sorm. — Berlin, 1960. — 228 taf. [6]. Heide R. Studies on terpenes II. Characterization of monoterpene esters by gas and thinlayer chromatography. — L. and chem., 1968, v. 236, p. 215—227. [7]. Kolesnikova R., Lатыш V., Краснобаярова L., New information about the chemical composition of larch essential oil. — VII International congress of essential oils. Japan. 1979, p. 367—372.

Поступила 29 декабря 1983 г.

УДК 676.11.082.1 : 631.811.98 : 674.032

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ СТИМУЛЯТОРОВ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ И СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЦ

А. И. КИПРИАНОВ, Т. И. ПРОХОРЧУК, Л. Г. ПОПОВА, Т. В. СОКОЛОВА,
Е. Н. КИБАСОВА, В. И. СЕДЫХ, А. А. ЮРИНОВА, Л. М. МИТРОФАНОВА

Ленинградская лесотехническая академия

В теплицах Гатчинской лесосеменной станции в 1979—1981 гг. были поставлены эксперименты по выращиванию сеянцев ели и сосны с использованием в качестве стимуляторов их роста продуктов, полученных на основе черных сульфатных щелоков. Препараты оказали положительное действие на рост и развитие сеянцев в течение первого вегетационного периода. Представляло интерес выяснить, сохраняется ли стимуляционный эффект у этих сеянцев на втором году их жизни. С этой целью произведены соответствующие биометрические измерения сеянцев в конце второго сезона вегетации.

Стимуляторы применяли путем предпосевной обработки семян или путем полива посевов в течение первых 40 дней. Предпосевная обработка семян состояла в их намачивании в водных растворах стимуляторов концентрацией 10^{-4} и 10^{-5} % в течение 0,5 и 1,0 сут. Посевы поливали растворами стимуляторов концентрацией 10^{-2} и 10^{-4} % ежедневно или через 2 дня [2]. В дальнейшем никаких дополнительных обработок посевов растворами стимуляторов не проводили. В качестве стимуляторов использовали черные щелока и полученные из них продукты. В опытах 1979 г. испытывали полуупаренный черный щелок листовного потока Котласского ЦБК, а также выделенные из него фильтрат и фракцию водорастворимых веществ; в 1980 г. — полуупаренные черные щелока Сеgezского и Сыктывкарского комбинатов и полученные из них фильтраты [2]; в 1981 г. — черные щелока от варок индивидуальных пород древесины и их фильтраты.

К концу второго вегетационного периода измеряли высоту сеянцев опытных и контрольных участков, диаметр корневой шейки (табл. 1) и определяли число побегов.

Опыты 1979 г. показали, что предпосевная обработка семян растворами стимуляторов способствовала развитию корневой системы и зеленой массы сеянцев в течение первого сезона вегетации, причем у сеянцев сосны в большей степени, чем у сеянцев ели [2]. К концу второго вегетационного периода сеянцы ели в большинстве вариантов превышали контроль по высоте на 9—11 %, диаметру корневой шейки — на 9—17 %; сеянцы сосны по этим параметрам в основном находились на уровне контроля. Вместе с тем, сеянцы сосны характеризовались более высокими значениями числа побегов по сравнению с елью. При поливе водными растворами указанных стимуляторов посевов ели к концу первого сезона вегетации сеянцы характеризовались более высокими биометрическими показателями, чем при предпосевной обработке семян. Эта тенденция сохранилась к концу второго вегетационного периода. Прирост двухлетних сеянцев по высоте составлял 17—31 % при использовании черного щелока и его фильтрата и 12—18 % — при использовании фракции водорастворимых веществ (ОКЛ); прирост диаметра корневой шейки составлял соответственно 17—37 и 11—24 %. Полив посевов сосны обеспечил больший прирост сеянцев первого года при использовании фракции водорастворимых веществ, наименьший — при применении черного щелока. Эта тенденция сохранилась у сеянцев второго года. Высота двухлетних сеянцев при использовании первого стимулятора превышала контроль в разных вариантах на 6—28 %.

Таблица 1

Характеристика двухлетних сеянцев ели и сосны

Год	Стимулятор	Условия обработки стимулятором в первый сезон вегетации			Высота сеянца		Диаметр корневой шейки				
		Способ обработки	Концентрация раствора стимулятора, ‰	Продолжительность обработки, сут	мм	%	мм	%			
1979	ФЩ	ЧЩ Котласского ЦБК	Намачивание	10 ⁻⁴	0,5	394,0	109,4	3,0	85,7		
				10 ⁻⁴		365,0	103,4	3,2	76,2		
			»	10 ⁻⁴	1,0	366,1	101,7	3,8	108,6		
				10 ⁻²	Ежедневно	363,0	102,8	3,3	78,6		
			Полив	10 ⁻²	Ежедневно	451,0	125,3	4,5	128,6		
				10 ⁻⁴	Через 2	365,0	103,4	4,1	97,6		
		»	»	»	10 ⁻²	Через 2	420,0	116,7	4,7	134,3	
					10 ⁻⁴	Ежедневно	358,0	101,4	4,2	100,0	
				»	10 ⁻⁴	Ежедневно	442,0	122,8	5,0	142,9	
					10 ⁻⁴	Через 2	354,0	100,3	4,3	102,4	
				»	»	10 ⁻⁴	Через 2	423,0	117,5	4,6	131,4
						10 ⁻⁴	Через 2	373,0	105,7	4,2	100,0
ФЩ	»	Намачивание	10 ⁻⁴	0,5	401,0	111,4	4,0	114,3			
			10 ⁻⁴	1,0	394,0	111,6	4,0	95,2			
		»	10 ⁻⁴	1,0	392,0	108,9	4,1	117,1			
			10 ⁻²	Ежедневно	372,0	105,4	4,1	97,6			
		Полив	10 ⁻²	Ежедневно	441,0	122,5	4,3	122,9			
			10 ⁻²	Через 2	395,0	111,9	4,4	104,8			
»	»	10 ⁻²	Через 2	444,0	123,3	4,8	137,1				
		10 ⁻⁴	Ежедневно	383,0	108,5	3,8	90,5				
					472,0	131,1	4,1	117,1			
					407,0	115,3	4,0	95,2			

диаметр корневой шейки — на 17—26 % (только для фракции ОКЛ). В целом полив для сеянцев сосны обеспечивал меньший эффект, чем для сеянцев ели. По числу побегов двухлетние сеянцы сосны во всех вариантах значительно превосходили контроль и сеянцы ели.

Следовательно, наблюдения за сеянцами 1979 г. показали, что во втором сезоне вегетации сохраняются тенденции опережающего роста

Продолжение табл. 1

Год	Стимулятор	Условия обработки стимулятором в первый сезон вегетации			Высота сеянца		Диаметр корневой шейки	
		Способ обработки	Концентрация раствора стимулятора, %	Продолжительность обработки, сут	мм	%	мм	%
1979	ФЦЦ Котласского ЦБК	Полив	10 ⁻⁴	Через 2	453,0	125,8	4,8	137,1
					372,0	105,4	3,8	90,5
	ОКЛ	Намачивание	10 ⁻⁴	0,5	307,0	85,3	3,5	100,0
					338,0	95,8	4,9	116,7
	»	»	10 ⁻⁴	1,0	379,0	105,3	3,8	108,6
					363,0	102,8	5,7	135,7
	»	Полив	10 ⁻²	Ежедневно	402,0	111,7	3,9	111,4
					381,0	107,9	4,3	102,4
	»	»	10 ⁻²	Через 2	411,0	114,2	4,0	114,3
					342,0	96,9	4,9	116,7
»	»	10 ⁻⁴	Ежедневно	420,0	116,7	4,5	128,6	
				451,0	127,8	5,3	126,2	
»	»	10 ⁻⁴	Через 2	423,0	117,5	4,1	117,1	
				376,0	106,5	5,3	126,2	
Вода (контроль)	»	—	—	360,0	100,0	3,5	100,0	
				353,0	100,0	4,2	100,0	
1980	ЧЦ Сетевского ЦБК	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	259,0	80,7	3,1	114,9
					243,1	101,7	3,1	96,9
	»	Полив	10 ⁻⁴	Ежедневно	377,0	117,5	2,9	107,4
					229,0	95,8	3,5	109,4
	»	»	10 ⁻⁵	1,0	381,0	118,7	2,7	100,0
					185,0	77,4	4,0	125,0
»	Полив	10 ⁻⁴	Ежедневно	288,0	89,7	3,1	114,8	
				335,0	140,2	4,0	125,0	

опытных растений по сравнению с контрольными, определившиеся к концу первого вегетационного периода.

Если в опытах 1979 г. в качестве стимуляторов использовали сульфатный щелок варки лиственных пород древесины и полученные из него продукты, то в 1980 г. применяли черный щелок хвойной древесины и смешанный.

Продолжение табл. 1

Год	Стимулятор	Условия обработки стимулятором в первый сезон вегетации			Высота сеянца		Диаметр корневой шейки	
		Способ обработки	Концентрат раствора стимулятора, %	Продолжительность обработки, сут	мм	%	мм	%
1980	ФЧЩ Сегежского ЦБК » Сыктывкарского ЛПК	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	236,0	73,6	2,6	96,3
		Полив	10 ⁻⁴	Ежедневно	307,2	128,5	3,8	118,8
		Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	346,9	108,1	3,1	114,8
		Полив	10 ⁻⁴	Ежедневно	237,0	99,2	3,7	115,6
1981	Вода (контроль) ЧЩ Херсонского ЦБК » варки березы » варки лиственницы	Намачивание	10 ⁻⁵	—	325,0	101,3	2,6	96,3
		Полив	10 ⁻⁴	Ежедневно	207,1	86,7	4,0	125,0
		Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	285,0	88,8	3,0	111,1
		Полив	10 ⁻⁴	Ежедневно	329,0	137,7	3,6	112,5
	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	321,0	100,0	2,7	100,0	
	Полив	10 ⁻⁴	—	239,0	100,0	3,2	100,0	
	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	334,1	114,7	3,8	111,8	
	Полив	10 ⁻⁴	1,0	179,0	94,6	3,5	109,4	
ФЧЩ осины » березы	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	348,9	119,8	3,5	102,9	
	Полив	10 ⁻⁴	1,0	180,7	95,5	3,4	106,4	
	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	338,7	116,3	3,4	100,0	
	Полив	10 ⁻⁴	1,0	164,0	86,7	3,4	106,3	
1981	ФЧЩ осины » березы	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	346,3	118,9	4,0	117,7
		Полив	10 ⁻⁴	Через 1	174,7	92,3	3,4	106,3
1981	ФЧЩ осины » березы	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	335,3	115,1	4,1	120,6
		Полив	10 ⁻⁴	Через 1	300,7	158,9	3,7	115,6
1981	ФЧЩ осины » березы	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	356,3	122,3	3,5	102,9
		Полив	10 ⁻⁴	Через 1	175,0	92,5	3,4	106,3
1981	ФЧЩ осины » березы	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	329,0	112,9	3,5	102,9
		Полив	10 ⁻⁴	Через 1	230,0	121,6	3,8	118,8

Предпосевная обработка семян в опытах 1980 г., так же как и в 1979 г., позволила получить в конце первого вегетационного периода лучшие результаты для сосны, чем для ели. Полив обеспечил более значительный положительный эффект для сосны. У двухлетних сеянцев эта тенденция сохранилась. В оптимальных опытах сеянцы сосны превысили контрольные образцы по высоте на 40 %, по диаметру корневой

Продолжение табл. 1

Год	Стимулятор	Условия обработки стимулятором в первый сезон вегетации			Высота сеянца		Диаметр корневой шейки	
		Способ обработки	Концентрация раствора стимулятора, %	Продолжительность обработки, сут	мм	%	мм	%
1981	ФЧЦ лиственницы	Намачивание	10 ⁻⁵	1,0	344,3 172,0	118,2 90,9	3,5 2,2	102,9 68,8
	Полив	Полив	10 ⁻⁴	Через 1	314,5 261,0	108,0 137,9	3,3 3,9	97,1 121,9
	Вода (контроль)	—	—	—	291,3 189,2	100,0 100,0	3,4 3,2	100,0 100,0

Примечание. ЧЦ — черный щелок; ФЧЦ — фильтрат черного щелока; ОКЛ — окислительно-лактозная фракция водорастворимых веществ. В числителе биометрические показатели сеянцев ели; в знаменателе — сосны.

Таблица 2

Характеристика стимуляторов (опыты 1981 г.)

Стимулятор	Плотность, кг/м ³	рН	Сухой остаток, % от массы продукта	
			Всего	В том числе органических веществ золь
Черный щелок от варки древесных осины	1264	11,6	45,0	24,9
Фильтрат того же щелока	1094	4,0	15,2	7,1
Черный щелок от лабораторной варки древесины березы	1274	12,1	33,5	18,5
Фильтрат того же щелока	1097	4,0	14,6	6,0
Черный щелок от лабораторной варки древесины лиственницы	1206	9,3	46,5	28,0
Фильтрат того же щелока	1107	4,0	18,4	12,2

шейки — на 25 %; сеянцы ели — на 20 и 15 % соответственно. Интересно отметить, что черный щелок варки хвойной древесины оказался наименее эффективным.

В 1981 г. поставлены опыты выращивания сеянцев ели и сосны со стимуляторами, представляющими упаренные щелока лабораторных и производственных варок древесины березы, лиственницы и осины (Хер-

Характеристика семян ели и сосны

Стимулятор	Условия обработки стимулятором	Длина главного корня		Высота сеянца		
		мм	%	мм	%	
ЧЩ	Намачивание	88,1	94,2	92,2	120,5	
		140,4	125,9	47,3	75,8	
	» от варки березы	84,8	90,7	85,0	111,1	
		151,1	135,5	41,5	66,5	
	» от варки лиственницы	84,8	90,7	87,1	113,9	
		161,2	144,6	59,5	95,4	
ФЧЩ осины	»	100,3	107,3	70,7	92,4	
		103,2	92,6	70,9	113,6	
	Полив	94,9	101,5	64,7	84,6	
		172,6	154,8	79,7	127,7	
	» березы	Намачивание	115,3	123,3	72,4	94,6
		140,1	125,7	58,1	93,1	
	Полив	89,4	95,6	69,7	91,1	
		143,7	128,9	75,2	120,5	
	» лиственницы	Намачивание	84,8	90,7	73,8	96,5
		142,1	127,4	49,6	79,5	
	Полив	100,9	107,9	74,9	97,9	
		151,9	136,2	80,3	128,7	
Вода (контроль)	—	93,5	100,0	76,5	100,0	
		111,5	100,0	62,4	100,0	

Примечание. В числителе — биометрические показатели ели; в знаменателе —

сонского ЦБК), а также выделенные из них фильтраты (табл. 2). Предпосевная обработка семян ели растворами трех названных щелоков способствовала росту сеянцев в течение первого вегетационного периода. Их высота увеличилась на 11—19 %, сухая биомасса хвои — на 43—73 %. Лучшие показатели получены при использовании черного щелока от варки древесины осины (Херсонского ЦБК) (табл. 3). Фильтраты щелоков оказали положительное действие лишь на развитие корневой системы. К концу второго сезона вегетации опытные сеянцы ели превысили контрольные образцы по высоте на 18—22 %. Максимальный прирост получен в варианте с применением фильтрата березового щелока (к концу первого вегетационного периода эти сеянцы имели наиболее развитую корневую систему).

Полив сеянцев ели растворами фильтратов всех трех щелоков не оказал стимулирующего действия на рост сеянцев в первый сезон вегетации. Однако к концу второго вегетационного периода эти сеянцы превысили контрольные образцы по высоте и числу побегов на 8—15 %. Лучшие результаты получены при поливе раствором фильтрата черного щелока Херсонского ЦБК, обеспечившего также увеличение диаметра корневой шейки на 21 %.

Намачивание семян сосны в растворах исследуемых продуктов привело к усиленному развитию корневой системы и накоплению зеленой массы в первый сезон вегетации. Длина главного корня возросла на 26—45 % по сравнению с контролем, число корней первого порядка — на 17—39 %, сухая биомасса корней — на 8—47 %, биомасса хвои — на

Таблица 3

в конце первого вегетационного периода (посев 1981 г.)

Число корней 1-го порядка		Сухая биомасса							
		корневой системы		стволика		хвои		сеянца	
шт.	%	г	%	г	%	г	%	г	%
7,6	118,8	1,691	107,2	2,853	147,9	9,048	173,0	13,592	155,5
8,8	97,8	1,351	88,7	0,906	52,4	8,945	125,5	11,202	107,9
7,0	109,4	1,477	93,6	1,833	95,0	8,054	154,0	11,364	130,1
11,4	126,7	1,647	108,1	1,051	60,8	8,704	122,1	11,402	109,9
7,6	118,8	1,444	91,5	2,017	104,6	7,501	143,4	10,962	125,4
12,5	138,9	2,234	146,6	1,641	94,9	8,467	118,8	12,342	118,9
7,1	110,9	1,423	90,2	1,587	82,3	5,474	104,6	8,484	97,1
8,6	95,6	0,978	64,2	1,722	99,6	7,515	105,5	10,215	98,4
7,2	112,5	1,278	81,0	1,310	67,4	4,173	79,8	6,761	77,4
10,7	118,9	1,981	130,0	2,596	150,1	8,313	116,7	12,890	124,2
7,5	117,2	1,344	85,2	1,421	73,7	5,136	98,2	7,901	90,4
10,5	116,7	1,892	124,1	1,419	82,1	8,930	125,3	12,241	117,9
6,4	100,0	1,185	75,1	1,483	76,9	4,959	94,7	7,627	87,3
8,5	94,4	1,595	104,7	3,341	193,2	9,392	131,8	14,328	138,0
6,9	107,8	1,135	71,9	1,432	74,2	5,580	106,7	8,147	93,2
9,1	101,1	1,534	100,7	1,090	63,0	8,734	122,6	11,358	109,4
8,6	134,4	1,557	98,7	2,028	105,1	6,587	125,9	10,172	116,4
10,9	121,1	2,336	153,3	3,422	197,9	10,170	142,7	15,928	153,5
6,4	100,0	1,578	100,0	1,928	100,0	5,231	100,0	8,738	100,0
9,0	100,0	1,524	100,0	1,729	100,0	7,126	100,0	10,379	100,0

сосны.

19—25 %. К концу второго вегетационного периода различие по высоте и диаметру корневой шейки опытных и контрольных сеянцев было незначительно. Полив посевов сосны растворами фильтратов черных щелоков способствовал в первый сезон вегетации как развитию корневой системы, так и росту стволика. Длина главного корня опытных сеянцев превышала контроль на 29—55 %, высота надземной части — на 25—26 %; сухая биомасса корней — на 30—53 %, хвои — на 17—43 %, стволика — на 50—98 %. Во второй сезон вегетации стимуляционный эффект сохранился; опытные сеянцы превышали контроль по высоте на 22—59 %, по диаметру корневой шейки — на 14—21 %.

В целом в опытах 1981 г., так же как и в 1980 г., применение стимуляторов позволило получить в конце первого вегетационного периода лучшие результаты для сосны, чем для ели. Эта тенденция сохранилась и у двухлетних сеянцев. Наибольшее увеличение высоты двухлетних сеянцев сосны по сравнению с контролем составило 59 %, диаметра корневой шейки — 21 %; у сеянцев ели — 22 и 21 % соответственно. Из всех испытанных стимуляторов наиболее активными оказались черные щелока и их фильтраты от варок лиственных пород древесины.

Статистический анализ [1] опытных данных показал, что средние значения морфологических параметров сеянцев ели и сосны статистически достоверны.

Принятый размер выборки сеянцев (30 шт.) обеспечил достаточную в лесоводческих исследованиях точность опыта (процент ошибки выборочного наблюдения не превышал 5).

Наблюдения за двухлетними сеянцами ели и сосны, выращенными с применением в первом сезоне вегетации стимуляторов роста в условиях теплиц (посевы 1979—1981 гг.), показали, что во втором сезоне вегетации сохраняются тенденции опережающего роста опытных сеянцев по сравнению с контрольными, проявившиеся к концу первого вегетационного периода; интервал значений прироста высоты двухлетних сеянцев по разным вариантам составил для сосны 22—59, для ели — 9—31 %; диаметра корневой шейки для сосны — 14—26, для ели — 9—18 %.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Дворецкий М. Л. Пособие по вариационной статистике.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 102 с. [2]. Стимулирование роста сеянцев ели и сосны в условиях теплиц/ А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Г. В. Соколова и др.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 23—27.

Поступила 2 февраля 1984 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 676.15.02.012.77

ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ ИЗ ЛИСТВЕННИЦЫ*Е. Д. МЕЛЬНИЧЕНКО, В. С. СОМИНСКИЙ*

Ленинградский технологический институт ЦБП

Дальнейшее развитие целлюлозно-бумажной промышленности непосредственно связано с расширением ее сырьевой базы, в том числе с широким вовлечением в переработку лиственницы — основной лесобразующей породы в нашей стране.

В современной практике производства волокнистых полуфабрикатов лиственничная древесина используется лишь для получения сульфатной целлюлозы. Вместе с тем большие запасы лиственницы вызывают интерес к ее применению также для получения древесной массы.

Древесина лиственницы, как известно, существенно отличается от традиционного для производства древесной массы елово-пихтового сырья. Эти отличия связаны с высокой плотностью, твердостью, прочностью, большим содержанием водорастворимых веществ, что затрудняет переработку лиственницы и снижает общий выход.

Большой вклад в исследование возможности использования лиственничной древесины в производстве древесной массы и уточнение технологии ее производства внесли ученые ЛТИ ЦБП и ЛТА. Исследования показали, что древесная масса, полученная истиранием балансовой древесины лиственницы в дефибрере, содержит большое количество мелкой фракции и значительно уступает еловой древесной массе по прочности. Вместе с тем путем размола лиственничной щепы на рафинере или дисковой мельнице удается изготовить древесную массу, близкую по физико-механическим свойствам к получаемой из ели или пихты [3, с. 150]. Известен также способ получения древесной массы из лиственницы путем предварительного извлечения экстрактивных веществ и последующей термомеханической обработки древесины [1]. Полученную таким способом древесную массу можно использовать в композиции картона для плоских слоев гофрированного картона без снижения его качества в объеме 8 % от всего древесного волокна.

В целях интенсификации процесса экстракции и повышения качества продукции А. А. Барам, А. С. Коссой, Э. М. Лившиц, Б. П. Любанский, В. Б. Коган и Н. В. Павлова разработали новый способ получения древесной массы из древесины лиственницы [1]. Предварительное извлечение экстрактивных веществ ведут в поле механических колебаний, а термомеханическую обработку — в присутствии комплекса натриевых солей и щелочи. Данное изобретение позволяет получать древесную массу из лиственничной древесины, не уступающую по прочности еловой массе, полученной на дефибрере, и использовать ее в композиции картона до 16 %.

Таким образом, проведенные исследования характеризуют техническую возможность использования лиственничной древесины в качестве сырья для производства древесной массы. Однако экономическая оценка возможных способов производства древесной массы не проводилась. Нами выполнены сравнительные расчеты себестоимости древесной мас-

сы из лиственницы, получаемой различными способами, в сопоставлении с древесной массой из ели, полученной на дефибрере. В основу расчетов положены ориентировочные показатели лабораторных и опытно-промышленных исследований, данные по проектированию целлюлозно-бумажных предприятий [2] и калькуляций себестоимости древесной массы действующих предприятий.

Результаты расчетов, выполненных в условных единицах, показали, что при всех способах производства древесной массы из лиственницы: термомеханическом (1), термомеханическом с предварительным извлечением экстрактивных веществ (2), химико-термомеханическом (3), — ее себестоимость составляет соответственно 119,8, 113,4 и 115,4 р. за 1 т по сравнению со 104,6 р. для еловой массы, полученной на дефибрере. Такое различие вызвано в основном повышенным расходом электроэнергии, поскольку термомеханический способ производства, как известно, более энергоемок, а древесина лиственницы отличается повышенной прочностью. Наименьшую себестоимость имеет лиственничная масса, полученная термомеханическим способом с предварительным извлечением экстрактивных веществ, так как этот способ позволяет утилизировать сахара, используемые в производстве кормовых дрожжей, в отличие от (1), имеет более высокий выход и не требует расходов на химикаты по сравнению с (3).

При определении экономической целесообразности использования лиственничной древесины в производстве древесной массы необходимо учитывать, что лиственница произрастает в районах, где ресурсы ели ограничены. Поэтому здесь речь может идти только о древесной массе на основе лиственницы. В этой связи будет правомерным сравнить экономические показатели производства сульфатной целлюлозы и механической массы из лиственницы при выработке массовой продукции — тарного картона. Для такого сравнения на основании исследований ЛТИ ЦБП, проектных данных, проведенных нами сравнительных расчетов себестоимости древесной массы из лиственницы и отчетных калькуляций себестоимости сульфатной целлюлозы приняты исходные данные, приведенные в таблице.

Волокнистые материалы	Себестоимость единицы продукции, р.	Удельные капитальные вложения, р.	Приведенные затраты, р.
Сульфатная целлюлоза	230,0	1135	400,3
Древесная масса, полученная способами:			
термомеханическим	119,8	135	140,1
термомеханическим с предварительным извлечением экстрактивных веществ	113,4	136	133,8
химико-термомеханическим с предварительным извлечением экстрактивных веществ	115,4	201	145,6

В настоящее время в композиции картона для плоских слоев гофрированного картона в качестве волокнистого материала на основе лиственницы используется лишь небеленая сульфатная целлюлоза. Введение в композицию картона древесной массы позволит снизить его себестоимость.

Расчеты показывают, что экономический эффект на 1 т картона от введения в композицию 8 % массы, полученной термомеханическим способом, составит по приведенным затратам 21 р., а от введения 16 % массы, полученной химико-термомеханическим способом, — 40 р.

С учетом значительного запаса лиственничной древесины и районов ее размещения производство древесной массы из нее механическим способом может быть организовано как в системе комбинатов, выпускающих картон, так и на самостоятельных предприятиях, производящих древесную массу в качестве товарной. Для определения масштабов производства древесной массы на основе лиственничной древесины необходим конкретный расчет. Ориентировочно эти масштабы можно определить с учетом объема производства картона для действующих предприятий, расположенных в районах, где лиственница является основной лесообразующей породой. Объем производства древесной массы здесь мог бы составить от 100 до 200 тыс. т в год. При предполагаемом объеме производства экономический эффект от снижения себестоимости картона в результате введения в композицию лиственничной древесной массы составит 9 млн. р. в год при использовании термомеханического способа и 18 млн. р. в год при использовании химико-термомеханического способа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 825743 (СССР). Способ получения древесной массы из лиственницы/ А. А. Барам, А. С. Коссой, Э. М. Лившиц и др.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 16.
[2]. Жудро С. Г. Проектирование целлюлозно-бумажных предприятий.— М.: Лесн. пром-сть, 1981. [3]. Левин Э. Д., Денисов О. Б., Пен Р. З. Комплексная переработка лиственницы.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.

Поступила 1 июня 1984 г.

УДК 331.024.3

СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КОЛЛЕКТИВОВ И ЕГО СВЯЗЬ С ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА

Э. Н. КУЗЬБОЖЕВ

Сыктывкарский государственный университет

Вопросы повышения производительности труда — важнейшая составная часть экономической стратегии нашего государства, причем на современном этапе они имеют ряд особенностей: значительно изменились условия экономического роста; возросла роль планомерной и сознательной деятельности широких масс трудящихся, направленной на повышение производительности труда; все более усиливается связь между темпами роста производительности труда и использованием социальных (личностных) факторов. Учет этих особенностей, научно обоснованное планирование повышения производительности труда возможны только на основе единой классификации ее факторов.

Единая классификация факторов роста производительности труда предусматривается методическими указаниями Госплана СССР к разработке государственных планов экономического и социального развития СССР [2, с. 510]. Несмотря на это, среди экономистов до сих пор нет единого мнения о механизме действия факторов, их составе и взаимосвязи с экономическими законами социализма. Изучение классификаций, используемых в разных отраслях, показывает, что в большинстве из них предпочтение отдается факторам повышения технического уровня производства. В меньшей степени используются факторы совершенствования организации производства и труда, оптимизации номенклатуры и ассортимента продукции. Реже всего в экономической литературе обсуждаются факторы социального характера. Причины такого разделения мнений, на наш взгляд, вызваны тем, что факторы повышения технического уровня обычно дают наибольший прирост

производительности труда. Но понимание главенствующей роли технических факторов не должно умалять значимости факторов социальной группы, так как в условиях развитого социалистического общества они не только необходимы для успешной реализации первых, но и становятся определяющими.

Необходимость и возможность выделения группы социальных факторов вызвана различиями в характере их проявления по сравнению с факторами других групп. Социальные факторы дают возможность повышать производительность живого труда; остальные факторы характеризуют влияние на производительность общественного труда, которая олицетворяет экономию затрат и живого, и общественного труда. Автор полагает, что предплановая работа, связанная с формированием разделов по труду, кадрам и социальному развитию в техпромфинплане объединения (предприятия), должна исходить из необходимости решать с помощью классификации две взаимосвязанные задачи: выявление и использование социальных факторов для повышения производительности труда; определение уровня социального развития трудового коллектива и направлений его повышения посредством социального планирования.

Рассмотрим направления решения обеих задач на примере предприятий Минлесбумпрома СССР в Коми АССР: Сыктывкарского лесопромышленного комплекса (СЛПК), Сыктывкарского механического завода (СМЗ), леспромхозов ВЛПО Комилеспром.

Первую задачу решали на СЛПК в рамках исследований по договору о социалистическом содружестве между этим объединением и Сыктывкарским университетом. Регрессионным моделированием отчетных данных за ряд лет получены уравнения, связывающие производительность труда ($Пт$) с показателями, характеризующими: а) условия труда и стиль жизни работников объединения; б) уровень и качество их жизни; в) квалификацию работников. При раскрытии категорий «уровень», «стиль» и «качество жизни» использована работа [1].

В исходную, моделируемую, совокупность показателей, характеризующих указанные категории, включали: квалификацию работников (квалификация — x_{32} , уровень образования — x_{31} , стаж работы по последней специальности — x_{30} , стаж работы на данном предприятии, стаж работы на родственных предприятиях, стаж работы общий, соответствие работы и квалификации), психологический климат (взаимоотношения с руководством завода, цеха, с товарищами по цеху), условия труда (чистота воздушной среды, уровень травматизма — x_4 , влажность воздуха, температура, уровень производственного шума, освещенность рабочего места, качество медицинского обслуживания), организацию производства и труда (простой по разным причинам, сверхурочные работы — x_2 , перемещения на рабочем месте, разнообразие и самостоятельность труда), условия отдыха и возможность восстановления работоспособности (работа городского транспорта при передвижении на работу или к месту проживания, общая площадь жилого фонда завода — x_{23} , численность нуждающихся в улучшении жилищных условий — x_{25} , численность отдохнувших во время отпуска по путевкам профсоюза, численность состоящих на диспансерном учете и нуждающихся в санаторном лечении — x_{18}), условия отдыха в перерывах в течение рабочей смены, демографическую структуру (численность работников до 28 лет — x_6 , численность женщин, мужчин, состав семьи), общеобразовательный уровень (численность работников, окончивших десятилетнюю школу, профтехучилище, техникум, численность работников, обучающихся в ЦРМ, в вузах по заочно-вечерней форме, в техникумах — x_9), трудовую активность (численность участвующих в социалистическом соревновании — x_{13}), моральное стимулирование труда (численность награжденных знаком «Победитель соцсоревнования» — x_{21}), матери-

альное стимулирование труда (средняя зарплата с выплатами — x_{16} и без выплат из фонда материального поощрения — x_{17}), творческую активность (численность рационализаторов и изобретателей).

В результате многошагового отбора существенных факторов из исходной совокупности показателей получены следующие итоговые уравнения:

$$Пм (а) = 34012 - 1,5x_2 - 1129x_4 + 0,35x_6 - 9,5x_9 + 1,4x_{13};$$

$$Пм (б) = 9863 + 296,7x_{16} - 282,2x_{17} - 28,4x_{18} + 13,1x_{21} + 113,4x_{23};$$

$$Пм (в) = 89,5 + 1,3x_{30} + 0,5x_{31} + 0,8x_{32}.$$

Найденные соотношения не противоречат сложившимся на практике представлениям о характере влияния факторов на производительность труда работников предприятия и вместе с тем дают возможность совершенствовать плановую работу, прежде всего, показатели VII и XI разделов техпромфинплана. Математико-статистическое моделирование позволяет более обоснованно рассчитывать темпы роста производительности труда за счет социальных факторов на основе коэффициентов эластичности*.

Ранее мы отмечали, что технические факторы — решающие, но не во всех случаях в сравнении с группой социальных факторов. Иллюстрацией может служить результат исследования с помощью производственной функции по отчетным данным ВЛПО Комилеспром — см. формулы (1) и (2):

$$Пм = a_2 b_2^t \frac{C_1^{k_3}}{C_1^{k_3}}; \quad (1) \quad Пм = a_1^{b_1 t} \frac{C_2^{k_1}}{C_1^{k_1}}. \quad (2)$$

Здесь C_1 — стоимость основных производственных фондов;

C_2 — стоимость активной части фондов, т. е. оборудования;

C_1 — численность промышленно-производственного персонала;

t — условный год;

$$b_2 > b_1; \quad k_3 > k_2 > k_1; \quad a_2 > a_1^{**}.$$

Первый множитель в формулах (1) и (2) — это комплексная характеристика использования во времени t ресурсов (основных фондов и рабочей силы). Факт, что $b_2 > b_1$; $k_2 > k_1$, свидетельствует о том, что на прирост производительности труда общий прирост основных производственных фондов оказывал более заметное положительное влияние, чем прирост его активной части, т. е. оборудования. В свою очередь, этот факт может быть косвенным подтверждением более сложных процессов, происходящих в лесной промышленности данного региона. А именно: в производстве машин для лесозаготовок на севере нет существенного прогресса, и основное повышение производительности труда происходит под влиянием факторов других групп, таких как совершенствование организации производства и труда, социальные факторы. Действие этих групп факторов становится более ощутимым вследствие продолжающихся активных капиталовложений в инфраструктуру хозяйств в традиционных лесопромышленных районах.

* Проверка коэффициентов регрессии в этих моделях по критериям Стюдента и Фишера показала, что все они статистически значимы, а полученные модели адекватны исследуемым процессам.

** $a_1 = 478,8 e$; $a_2 = 730,3 e$ (e — основание натурального логарифма); $b_1 = 0,00007$; $b_2 = 0,001$; $k_1 = 0,14$; $k_2 = 0,18$; $k_3 = 0,23$. Все коэффициенты найдены методом наименьших квадратов. Число лет наблюдения равно 24.

Разумеется, более строгие и точные оценки и выводы с помощью макромоделей (1) и (2) делать нельзя, необходимы дополнительные исследования и моделирования.

Показатели, характеризующие личностные факторы роста производительности труда, необходимы для решения и второй задачи — определения уровня социального развития трудового коллектива (социальной группы) и направлений социального планирования его повышения.

Социальное планирование считаем качественным, если от одного периода планирования к другому уровень развития управляемого объекта (трудового коллектива, социальной группы разного уровня) возрастает, приближаясь к объективно необходимой величине — целевому показателю. В качестве последнего выберем уровень социального развития эталонной группы коллектива. Каждую социальную группу будем характеризовать совокупностью показателей (C). Примем, что образы социальных групп отличаются, если хоть один P_i -тый показатель из набора C^A , описывающего образ первой группы, численно отличается от P_i -того показателя из набора C^B , описывающего образ второй группы. Иначе говоря, если $C^A = \{P_1^A, P_2^A, \dots, P_n^A\}$ и $C^B = \{P_1^B, P_2^B, \dots, P_n^B\}$, то $C^A \neq C^B$, если хоть один из показателей $P_i^A \neq P_i^B$. Пусть $\Sigma K_i(C^A, C^B)$ — количество баллов, подаваемых группой показателей C^A за группу C^B . Тогда максимально возможное количество баллов (K_{\max}) равно числу показателей совокупности C . При сравнении внутри группы A получим $\Sigma K_i(C^A, C^A) = K_{\max}$. При сравнении группы A с группой B число баллов, подаваемых C^A за C^B , может быть меньше.

Назовем C^A эталоном социального образа группы. Всем показателям эталона присваивают предельные значения. Расчеты начинают с вычисления разностей между фактическими значениями показателей образа группы ($P_{\phi i}$) и эталонными ($P_{э i}$). Разности сравнивают с пороговыми значениями P'_i и определяют значения баллов K_i , подаваемых эталонным показателем за фактический. При этом используется следующее правило: $K_i = 1$, если $(P_{\phi i} - P_{э i}) \geq P'_i$; $K_i = 0$, если $(P_{\phi i} - P_{э i}) < P'_i$. Значение уровня (Y) социального развития группы (коллектива предприятия, населения пункта и т. п.) рассчитывают по формуле

$$Y = \frac{\Sigma K_i(C^A, C^B)}{K_{\max}}.$$

Предельное значение уровня, т. е. уровень развития эталонной группы, не может быть больше 1,0.

Использованный автором эталон не является окончательным. Включенные в него показатели позволяют продемонстрировать расчет уровня, но не исчерпывают проблему отбора репрезентативной совокупности показателей социалистического образа жизни. Не пытаясь предвосхитить итоги продолжающейся дискуссии относительно содержания показателей эталона образа, мы включили в него для расчета уровней показатели, влияющие на производительность труда и отобранные в ходе регрессионного моделирования (см. выше результаты решения первой задачи для СЛПК).

Рассмотрим результаты оценки уровней социального развития коллективов нескольких подразделений Сыктывкарского механического завода (СМЗ) и нескольких леспромхозов объединения Комилеспром. Для СМЗ в целом этот показатель равен 0,33; у коллектива электроме-

ханического отдела — 0,47; цеха № 1 — 0,20; цеха № 4 — 0,27; заводоуправления — 0,47; для ВЛПО Комилеспром в целом — 0,13; в том числе Сысольского ЛПХ — 0,27; Усть-Куломского — 0,20; Усть-Немского — 0,07.

Как видим, социальные образы коллективов СМЗ не идеальны, значительно хуже эталонного, но все же лучше, чем у коллективов предприятий лесной промышленности Коми АССР.

Более низкий уровень развития коллективов ВЛПО Комилеспром требует от его руководителей совершенствовать планирование таких показателей, как повышение квалификации, разработка действенной системы социалистического соревнования, улучшение охраны труда и техники безопасности, укрепление трудовой дисциплины, разработка мер по снижению текучести кадров за счет увеличения объемов капитального строительства объектов социальной инфраструктуры и т. п.

Расчеты уровней целесообразно реализовать с помощью процедур автоматизированной системы социального управления. Необходимая информационная база будет накапливаться в памяти ЭВМ в виде массивов социальных данных. Результаты расчетов помогут более обоснованно выявлять «узкие места» в социальном планировании производственных коллективов различных предприятий, объединений, поселений и в итоге активно влиять на повышение производительности труда.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бестужев-Лада И. В. Образ жизни советского общества.— Плановое хозяйство, 1982, № 1, с. 112—118. [2]. Методические указания к разработке государственных планов экономического и социального развития СССР.— М.: Экономика, 1980.— 776 с.

Поступила 13 августа 1984 г.

УДК 630*79

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ В СИСТЕМЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н. И. САБАДИНА, Л. В. КАРПОВА

Ухтинский индустриальный институт

В соответствии с решениями XXVI съезда КПСС и в качестве основного направления развития лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности принято комплексное использование древесного сырья на базе широкого вовлечения в переработку низкосортной древесины и древесных отходов. Производство технологической щепы из дров и отходов в лесозаготовительных предприятиях создает благоприятные возможности для практического решения этой проблемы.

В этой связи важно найти рациональные формы организации данного вида производства, наиболее полно соответствующие условиям, в которых они организованы.

Всесоюзное объединение Комилеспром одним из первых в Минлесбумпроме СССР начало производить технологическую щепу из дров и отходов. В настоящее время в предприятиях объединения работает 48 установок по производству щепы. Объем производства в 1982 г. составил 823 тыс. м³, в том числе щепы для целлюлозно-бумажной промышленности 785,7 тыс. м³.

В перспективе намечается рост производства технологической щепы к концу текущей пятилетки до 1100 тыс. м³ за счет вовлечения в пе-

переработку низкокачественной древесины, более полного использования отходов от лесозаготовок и деревообработки. Острая необходимость в дальнейшем увеличении производства щепы обусловлена возрастающей потребностью в ней Сыктывкарского ЛПК и предприятий республики, вырабатывающих древесные плиты. Увеличение производства технологической щепы в объединении Комилеспром намечается в основном за счет строительства и ввода в эксплуатацию новых цехов на лесозаготовительных предприятиях и лесоперевалочных базах. В связи с этим в предприятиях объединения сложились тенденции увеличения средней мощности одной установки по производству щепы. Так, в 1978 г. она составляла 14,5 тыс. м³ готовой продукции в год, в 1982 г. — 16,9 тыс. м³. За тот же период выросли затраты на производство 1 м³ щепы с 13,46 до 17,2 р. Однако объем выпуска щепы, приходящийся на установку, несколько уменьшился. Уровень рентабельности производства щепы в среднем по объединению составляет 13,9 %, что является следствием в основном высокой эффективности ее производства на Сыктывкарском ЛПК, перерабатывающем преимущественно окоренные отходы лесопиления и деревообработки хвойных пород. В лесозаготовительных предприятиях рентабельность колеблется в больших пределах от —25 % (Прилузлес) до +33 % (Княжпогостлес). В предприятиях объединений Прилузлес, Койгородоклес, Печорлес, в Сысольском ЛПХ производство технологической щепы было убыточно в 1982 г., как и в предыдущие годы. Убыточность производства щепы в объединении Прилузлес из года в год растет. Если в 1978 г. она составляла 7,5 %; то в 1979 г. — 8,9 %; в 1980 г. — 6 %; в 1981 г. — 31,8 %, в 1982 г. — 24,6 %.

Анализ работы цехов по производству щепы в леспромах за ряд лет позволяет сделать вывод, что главными причинами неэффективного производства технологической щепы являются: неполное использование оборудования по мощности; ухудшение породно-качественного состава сырья, поступающего в переработку; неудовлетворительная организация технического обслуживания и ремонта; трудности с отгрузкой готовой продукции.

В связи с этим важно изыскать возможности увеличения объемов переработки низкокачественной древесины и отходов на существующих установках в целях повышения их загруженности по мощности. Исследования показали, что на предприятиях объединения Комилеспром свободный остаток ресурсов сырья, пригодного для производства технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства, составляет около 30 % от объема перерабатываемого сырья в настоящее время.

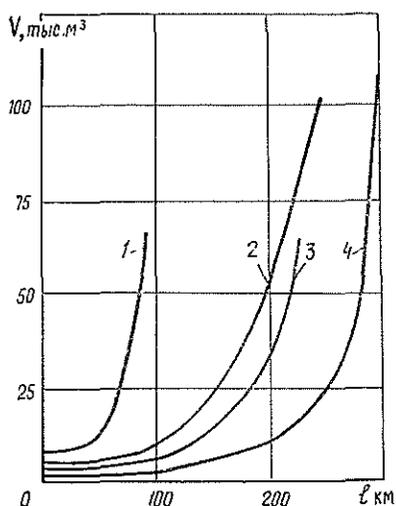
Практически не используются древесные отходы и низкокачественная древесина в Помоздинском, Усть-Немском, Сторожевском, Удорском, Тимшерском ЛПХ.

Общее количество низкокачественной древесины и древесных отходов еще не позволяет судить о практической целесообразности вовлечения свободных ресурсов в переработку на щепу. Поэтому ресурсы были определены по всем пунктам их концентрации. Установлено, что на действующих установках объем производства технологической щепы за счет привлечения свободных ресурсов сырья может быть увеличен на 16 % по сравнению с достигнутым объемом производства. Этому будут способствовать мероприятия по повышению грузооборотов нижних складов, укреплению технологической и трудовой дисциплины, внедрению бригадного подряда, улучшению качества ремонта и обслуживания, повышению уровня механизации нижнескладских работ, внедрению предрамной окорки пиловочного сырья. Расчетная прибыль на 1 м³ технологической щепы увеличится на 15 % и составит 4,27 р.

Возможность увеличения выпуска технологической щепы по объединению Комилеспром за счет ввода новых мощностей была выявлена

Графическая схема условий экономической доступности ресурсов низкокачественной древесины и древесных отходов.

V — объем перерабатываемого сырья, тыс. м³; l — расстояние перевозки, км; 1 — для производства технологической щепы лиственных пород при поставке по железной дороге; 2 — то же при поставке автотранспортом; 3 — для производства технологической щепы хвойных пород при поставке по железной дороге; 4 — то же при поставке автотранспортом.



методом соизмерения предельно допустимой цены сырья и вероятной стоимости его производства и транспортирования [1, с. 8].

Экономическая доступность низкокачественной древесины и отходов была определена по всем пунктам концентрации сырья. На основании расчетов построена графическая схема экономической доступности ресурсов для условий Коми АССР (см. рис.).

Линии дискриминант 1—4 представляют собой различные варианты использования ресурсов, отличающихся породами используемого сырья и видами транспортировки. Для решения задачи по определению доступности ресурсов на графическую схему наносят точку с координатами: V — объем перерабатываемого сырья, l — расстояние до пункта потребителя щепы. Если точка окажется выше и левее соответствующей дискриминанты, то данные ресурсы экономически доступны при транспортировке на Сыктывкарский ЛПК, являющийся основным ее потребителем.

По результатам расчетов было выявлено, что с учетом транспортных затрат экономически не доступны ресурсы в объединениях Прилузлес и Койгородоклес, в Печорском ЛПХ объединения Печорлес. На основании условий экономической доступности и наличия свободных ресурсов рекомендуется ввести в строй новые мощности по производству технологической щепы в Сторожевском ЛПХ на 30—40 тыс. м³, в Усть-Куломском — на 30—40 тыс. м³, в Ясногском — на 30—40 тыс. м³, в Тимшерском — на 20 тыс. м³, в Усть-Немском — на 20 тыс. м³, в Пруском — на 20 тыс. м³ в год; прекратить производство технологической щепы в объединении Прилузлес из экономически не доступного сырья, а низкокачественную древесину направить на производство тарной доски, увеличив мощности по производству тары в предприятии на 20 тыс. м³.

Наличие большого числа мелких нижних складов с недостаточным объемом сырья для эффективной переработки в технологическую щепу на базе комбинирования создает необходимость предусматривать варианты производства щепы на основе кооперированных связей по линии поставок сырья [2]. Это может повысить экономическую доступность ресурсов.

Кооперированные поставки сырья возможны не только между лесозаготовительными предприятиями, но и предприятиями других министерств и ведомств. Рациональные варианты размещения цехов по производству щепы могут быть выбраны на основе оптимизационных расчетов с использованием экономико-математической модели с целе-

вой функцией «максимум расчетной прибыли». Такой подход позволит повысить комплексность использования лесных ресурсов по всей территории Коми АССР.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Лобовиков Т. С., Петров А. П. Экономика комплексного использования древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 168 с. [2]. Сабадина Н. И. Рациональное применение древесного сырья на базе развития кооперирования предприятий.— Реф. информ. ВНИПИЭИлеспром, Сер. Экономика и управление, 1978, № 7, с. 4.

Поступила 26 декабря 1983 г.

УДК 630*526 : 65.011.56

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПУНКТОВ УЧЕТА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

С. З. МИХЛИ

ЦНИИлесосплава

При проектировании лесопромышленных предприятий, особенно крупных лесопромышленных комплексов, разработке систем сквозного учета, внедрении новых его методов одним из основных условий построения оптимальной системы учета является обоснованный выбор требуемого числа пунктов учета. Критерий его оптимизации может быть сформулирован в виде минимума потерь, состоящих из затрат на учет и потерь от простоев лесоматериалов в очереди.

Анализ возможных вариантов затрат показывает, что при составлении функции потерь необходимо учитывать технологическую схему использования поступающей древесины.

Существенную роль играет то обстоятельство, имеется ли после пункта учета буферный склад или древесина используется непосредственно по мере поступления.

В первом варианте небольшие потери времени от простоев в очереди перед пунктом учета не будут влиять на показатели работы всей последующей технологической цепи предприятия после буферного склада. Поэтому нет потерь от снижения производительности участка склад — производство. В этом случае условие оптимальности числа пунктов учета может быть сформулировано в виде минимума суммы приведенных затрат на их строительство и эксплуатацию и потерь от простоев транспортных средств с лесоматериалами перед ними. Решение данной задачи сводится к минимизации по числу пунктов учета n функции вида

$$f(n) = n(C + EK) + П(n), \quad (1)$$

где K , C — затраты соответственно на строительство и эксплуатацию одного пункта учета;

E — нормативный коэффициент эффективности;

$П(n)$ — функция потерь от простоя транспортных средств с лесоматериалами перед пунктом учета.

Во втором варианте даже незначительные простои лесоматериалов в очереди перед пунктами учета вызвали бы пропорциональные простои всей последующей технологической цепи и соответствующие убытки за счет снижения производительности предприятия. Эти убытки существенно превосходили бы затраты на строительство и эксплуатацию пунктов

учета. Поэтому для нормальной ритмичной работы предприятия простои в очереди недопустимы. Критерий оптимизации системы учета в данном варианте должен формулироваться исходя из высокого уровня доверительной вероятности того, что в момент поступления лесоматериалов хотя бы один из пунктов учета будет свободен.

Очевидно, что в обоих вариантах потери будут прямо пропорциональны времени ожидания лесоматериалов в очереди.

Обоснованная характеристика этого параметра системы может быть дана вследствие вероятностной природы поступления потока лесоматериалов. Пункт учета можно представить в виде системы массового обслуживания потока лесоматериалов. Такой подход позволяет не только рассчитать требуемое число пунктов учета, но и определить основные эксплуатационные параметры системы, характеризующие качество ее функционирования.

В общем случае рассмотрим реальную систему, предназначенную для группового, например, весового учета лесоматериалов, поступающих автомобильным транспортом. Автолесовозы взвешивают на весоизмерительных устройствах. Практически всегда справедливы следующие условия: прибытие одного автолесовоза не зависит от прибытия другого; никогда не приходят одновременно два автолесовоза или более; среднее число прибытий не изменяется со временем.

В этом случае вероятности прибытия подчиняются закону Пуассона. Таким образом, имеется пуассоновская система массового обслуживания смешанного типа, на вход которой поступает простейший поток заявок с плотностью λ . При практической реализации групповых методов учета все автолесовозы, прибывшие на пункт учета, взвешивают, а число мест в очереди не ограничено ($m \rightarrow \infty$). Среднее время ожидания в очереди $\bar{t}_{ож} = 1/\nu$, а среднее время обслуживания $\bar{t}_{обс} = 1/\mu$.

Для такой системы массового обслуживания вероятность p_k того, что k заявок находятся на обслуживании и очереди нет, определяется по формуле*:

$$p_k = \frac{P(k, \alpha)}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{x}{1-x}} \quad (2)$$

Соответственно вероятность p_{n+s} того, что все n каналов заняты и s заявок находятся в очереди, равна:

$$p_{n+s} = \frac{P(n, \alpha) x^s}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{x}{1-x}}, \quad (3)$$

где P и R — табулированные функции.

Из формулы (3) среднее число автолесовозов в очереди может быть вычислено по формуле

$$\bar{s} = \frac{P(n, \alpha) \frac{x}{(1-x)^2}}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{x}{1-x}} \quad (4)$$

Тогда

$$\bar{t}_{оч} = \frac{\bar{s}}{\lambda}, \quad (5)$$

где $x = \frac{\lambda}{n}$, $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$.

* Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1973. — 368 с.

Чтобы проверить зависимость (5) и допустимость применения закона Пуассона для оценки вероятностей прибытия лесоматериалов, проведен хронометраж работы пункта весового учета технологической щепы на Соломбальском ЦБК за смену. На этом предприятии технологическую щепу, поставляемую автомобильным транспортом, взвешивают на одних весах типа РС-30Ц13Ас. В результате экспериментальных исследований, включающих хронометраж времени обслуживания 231 автощеповоза, установлены следующие характеристики работы пункта учета: плотность потока $\lambda = 1/124,6 \text{ с}^{-1}$; среднее время ожидания автощеповоза в очереди $\bar{t}_{ож} = 24,2 \text{ с}$; среднее время обслуживания, т. е. взвешивания и оформления документов для одного автощеповоза $\bar{t}_{обс} = 46,1 \text{ с}$; среднее время простоя пункта учета $\bar{t}_{пр} = 78,1 \text{ с}$.

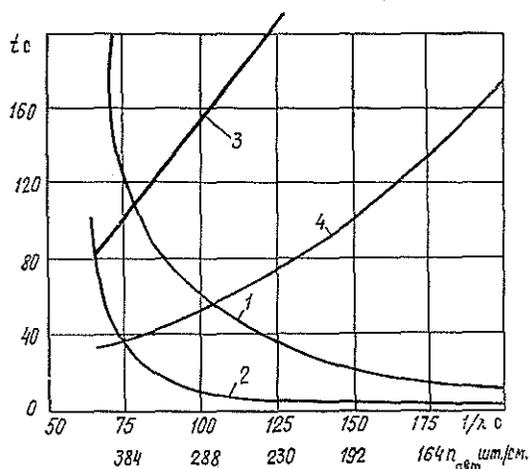
На основании экспериментально установленных величин λ и $\bar{t}_{обс}$ рассчитано по формуле (5) время ожидания автощеповоза в очереди.

Параметры системы на Соломбальском ЦБК: $\lambda = 0,48 \text{ мин}^{-1}$, $\mu = 1,3 \text{ мин}^{-1}$. В этом случае $\alpha = 0,37$, $z = 0,37$.

Среднее число автощеповозов в очереди может быть установлено по формуле (4). Учитывая, что табулированные функции $P(1; 0,37) = 0,25$, а $R(1; 0,37) = 0,96$, $\bar{s} = 0,21$.

Тогда расчетное время ожидания автощеповоза в очереди $\bar{t}_{оч} = \frac{0,21}{0,48} = 0,44 \text{ мин}$, или 26 с, а время простоя пункта учета $\bar{t}_{пр} = \frac{1 - 0,37}{0,37} = 1,31 \text{ мин}$, или 78,6 с.

Таким образом, расчетные данные хорошо согласуются с экспериментальными, что позволяет рекомендовать выведенные зависимости для оценки эксплуатационных параметров системы учета.



Графики зависимости времени ожидания в очереди и времени простоя весов от плотности потока.

1 — $\bar{t}_{оч}$ при $n = 1$; 2 — $\bar{t}_{оч}$ при $n = 2$; 3 — $\bar{t}_{пр}$ при $n = 1$; 4 — $\bar{t}_{пр}$ при $n = 2$.

На основании этих данных построены графики зависимостей (рис. 1) времени ожидания автощеповозов в очереди $\bar{t}_{оч}$ и времени простоя весов $\bar{t}_{пр}$ при среднем времени обслуживания $\bar{t}_{обс} = 46,1 \text{ с}$ для пунктов учета, оборудованных одним ($n = 1$) и двумя ($n = 2$) весоизмерительными устройствами, от плотности потока $1/\lambda$ и числа обслуживаемых автощеповозов в смену $n_{авт}$. Время ожидания лесовоза в очереди $\bar{t}_{оч}$ позволяет рассчитать потери времени за любой период времени по формуле

$$T_{\text{пот}} = T \lambda \bar{F}_{\text{оч}}, \quad (6)$$

где T — длительность рассматриваемого периода, например, смена, месяц, год.

С учетом формул (4) и (5) функцию потерь (1) можно представить в виде

$$f(n) = n(C + EK) + zT \frac{P(n, \alpha) \lambda n \mu}{(n\mu - \lambda)^2 \left[R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{\lambda}{n\mu - \lambda} \right]}, \quad (7)$$

где z — потери от простоев транспортных средств за единицу времени, р.

Минимизация по n функции (7) определяет оптимальное число пунктов учета. Однако аналитическое решение данного уравнения очень громоздко, поэтому минимум функции $f(n)$ удобнее всего находить графически, отложив по оси абсцисс значения n , а по оси ординат значения $f(n)$. Как правило, при групповых методах учета лесоматериалов требуется не более 2—3 пунктов учета, поэтому вычисления не трудоемки.

На основании формулы (2) можно рассчитать требуемое число пунктов учета для того, чтобы с вероятностью $\gamma(n)$, например 0,95, каждый автолесовоз подъезжал хотя бы к одному незанятому пункту учета. Это условие будет соблюдаться при

$$\sum_{k=0}^{n-1} p_k = \gamma(n). \quad (8)$$

Тогда n можно определить по формуле

$$\gamma(n) = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{P(k, \alpha)}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{z}{1-z}}. \quad (9)$$

Данное уравнение также удобнее всего решать графически, отложив по оси абсцисс значения n , а по оси ординат $\gamma(n)$.

Поступила 28 мая 1984 г.

УДК 630*624 : 630*905.2

ПЛАНИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

В. Д. ВОЛКОВ
ВНИИЛМ

Важнейшее значение для разработки обоснованных планов развития лесного хозяйства имеют данные о состоянии лесных ресурсов и степени их нуждаемости в различных мерах хозяйственного воздействия с учетом перспектив развития лесной промышленности, сельского хозяйства и необходимости сохранения средообразующей роли лесов. Первичным источником информации о лесных ресурсах, потенциальных объемах лесопользования и целесообразных объемах проведения лесохозяйственных мероприятий является лесоустройство. Материалы лесоустройства используются в качестве исходной информации для разработки пятилетних и годовых планов, прежде всего, на уровне предприятий лесного хозяйства. Однако, если рассматривать всю многоуровневую систему отраслевого планирования, в которой плановые

решения в основном принимаются на вышестоящих уровнях, то в этой системе возможности лесоустройства используются не в полной мере. Это объясняется, по нашему мнению, следующими причинами.

1. Материалы лесоустройства, представляющие полную и детальную характеристику лесного фонда предприятий, подготавливаются в разное время и не обобщаются регулярно по более крупным территориальным единицам — областям, краям, республикам. В результате Госплан СССР и верхние уровни отраслевого планирования — Гослесхоз СССР, министерства (госкомитеты) лесного хозяйства союзных республик — не всегда располагают достаточной информацией о лесном фонде для принятия обоснованных плановых решений. Нерегулярные разработки республиканских и областных генеральных схем развития лесного хозяйства, а также другие проектные работы, не решают в полной мере эту проблему.

2. Периодичность обновления материалов лесоустройства (ревизионный период) составляет 10—15 лет. За такой срок в лесном фонде происходят существенные изменения, обусловленные природными и хозяйственными факторами, поэтому предприятия лесного хозяйства должны вести систематический учет этих изменений и периодически обобщать их (один раз в 5 лет) за 2—3 года до начала очередной пятилетки. В отличие от материалов лесоустройства данные учета лесного фонда по всем предприятиям приводятся к одной дате, что обеспечивает их сопоставимость, и, кроме того, эти материалы обобщаются по всем уровням управления лесным хозяйством. Поэтому данные учета лесного фонда широко используются в планировании, особенно на верхних уровнях управления.

Тем не менее, не следует преувеличивать значение периодического учета лесного фонда в планировании. Материалы учета содержат в основном агрегированные итоговые показатели, на базе которых, как правило, невозможно выполнить обоснованные плановые расчеты. Например, для планирования лесовосстановительных мероприятий необходимо знать не только не покрытую лесом площадь и площадь лесокультурного фонда, но и их распределение по типам леса, типам условий произрастания, преобладающим породам до главной рубки, степени обеспеченности естественным возобновлением. Последних данных в учете лесного фонда нет. Отсутствует в учете и распределение насаждений, находящихся в возрасте проведения рубок ухода, по классам полноты, бонитета и составу пород, без чего невозможно выполнить обоснованный расчет объемов рубок ухода. Аналогичная ситуация характерна и для других видов лесохозяйственной деятельности. Показатели периодического учета лесного фонда, строго говоря, можно применять лишь для укрупненных приближенных расчетов на предплановой стадии. Кроме того, данные учета содержат много ошибок, так как предприятия лесного хозяйства, обремененные производственными заботами и испытывающие недостаток трудовых ресурсов, ведут учет изменений в лесном фонде нерегулярно и неточно, причем наибольшие погрешности имеют показатели, характеризующие те категории лесных земель и насаждений, которые являются первоочередными объектами лесохозяйственной деятельности — не покрытые лесом площади и лесокультурный фонд, а также насаждения I и II классов возраста.

3. Рекомендации лесоустройства по объемам лесохозяйственного производства и лесопользования имеют слабое экономическое обоснование и недостаточно объективны, так как лесоустройство в значительной степени испытывает влияние местных органов управления.

Таким образом, действующую систему учета лесных ресурсов нельзя признать совершенной, и она нуждается в дальнейшем развитии.

Рамки настоящей статьи не дают возможности рассмотреть все многообразные аспекты проблемы совершенствования лесоустройства и учета лесного фонда. Поэтому мы ограничимся обсуждением наиболее общих, принципиальных направлений решения этой проблемы, не останавливаясь на ее частных деталях.

Возможны два основных направления совершенствования лесочетных работ и повышения полноты и качества информации о лесном фонде:

создание автоматизированных ежегодно обновляющихся банков данных о лесном фонде, объемные и структурные характеристики которых близки к материалам лесоустройства. Информация об ежегодных изменениях, происходящих в лесном фонде, которая требуется для актуализации банков данных, подготавливается в этой системе предприятиями лесного хозяйства;

повышение производительности и качества лесоустроительных работ, сокращение сроков повторного лесоустройства и, соответственно, уменьшение ежегодно проводимых лесхозами работ по учету изменений, происходящих в лесном фонде в промежутках между циклами лесоустройства.

Первое направление требует существенного увеличения объемов лесочетных работ, проводимых лесхозами, и значительного повышения их качества и объективности. В то же время оно создает условия для некоторого сокращения трудовых и денежных затрат на лесоустроительные работы, о чем свидетельствует опыт ГДР.

Второе направление, в противоположность первому, в максимальной степени освобождает работников лесохозяйственного производства от учета текущих изменений в лесном фонде, но увеличивает объемы лесоустроительного проектирования.

По нашему мнению, в условиях СССР более перспективно второе направление совершенствования лесочетных работ. Недостаток кадров в наибольшей степени проявляется в лесхозах, и это служит главной причиной невысокого качества периодических учетов лесного фонда. Поэтому целесообразно не только не увеличивать и не усложнять лесочетные работы, ежегодно проводимые лесхозовскими работниками, но и по возможности сокращать их. Лесоустройство тоже испытывает недостаток кадров, и это создает определенные препятствия для роста его объемов, однако в условиях специализированного производства, каким оно является, значительно больше возможностей для повышения производительности лесочетных работ, их качества и объективности, чем на предприятиях лесного хозяйства. В системе В/О Леспроект с лучшими результатами и большей оперативностью можно решать и сложные вопросы организационного порядка, связанные с совершенствованием учета лесных ресурсов. Современные научно-технические достижения, а также опыт ведения лесного хозяйства в нашей стране и за рубежом позволяют коренным образом усовершенствовать технологию, повысить производительность, качество и объективность таксационных и лесоустроительных работ, рационализировать структуру лесоустроительных проектов, максимально освободив их от информации второстепенного порядка, повысить экономическую обоснованность рекомендаций лесоустройства. При этом может быть обеспечена периодичность лесоустройства в освоенных лесозащитных районах не более 10 лет.

Характер и размер изменений, которые накапливаются в лесном фонде за десятилетний период, можно прогнозировать при лесоустройстве с приемлемой точностью, поэтому его материалы могут служить надежной основой для перспективного и годового планирования на протяжении всего ревизионного периода. В этом случае нет необхо-

димости в дополнение к лесоустройству проводить специальный учет лесного фонда, так как сведения о состоянии лесного фонда страны в территориальном разрезе на любую фиксированную дату можно получать без больших затрат путем суммирования с помощью ЭВМ актуализированных данных последующего лесоустройства, записанных на магнитных лентах или дисках.

С этой целью после окончания очередных лесоустроительных работ информацию о лесном фонде предприятия по состоянию на год лесоустройства записывают на магнитные носители и хранят в вычислительных центрах. Кроме того, с помощью специальных программ на ЭВМ прогнозируют будущие изменения в лесном фонде под влиянием запрогнозированных лесоустройством хозяйственных мероприятий и процессов природного характера. В результате прогнозных расчетов составляют таблицы, характеризующие будущее состояние лесного фонда предприятия в пределах ревизионного периода по состоянию на строго фиксированные даты — за три года до начала будущих пятилеток, например, на начало 1988, 1993, 1998 г. и т. д.

Таблицы, характеризующие динамику лесного фонда предприятий в предстоящий ревизионный период по состоянию на одни и те же даты учета независимо от года проведения лесоустройства, хранят на магнитных носителях в вычислительных центрах ОАСУ-лесхоз, регулярно обновляют по мере проведения новых циклов лесоустроительных работ и суммируют в дальнейшем с помощью ЭВМ по областям, краям и республикам для использования при разработке очередных пятилетних планов.

При таком подходе лесхозы освобождаются от работ по учету лесного фонда. Причем в этой системе с помощью ЭВМ могут выполняться не только прогнозные расчеты динамики лесного фонда, но и учитываться фактические изменения площади лесов в промежутках между лесоустройством в результате передачи земель под другие народнохозяйственные нужды, изменения границ лесхозов и деления лесов на группы и категории защитности, выполненные объемы рубки леса и другие лесохозяйственные мероприятия.

Точность получаемой при этом информации о лесных ресурсах, особенно ее полнота и детальность, значительно выше аналогичных показателей периодического учета лесного фонда, проводимого лесхозами в настоящее время. Информацию о лесном фонде в этой системе можно хранить и представлять как по выделам, так и в агрегированном виде: по формам государственной статистической отчетности, в форме итогов таблицы классов возраста по каждому кварталу лесного фонда и т. п.

О том, что предлагаемая система достовернее современного периодического учета лесного фонда, а также других возможных систем, основанных на фиксации работниками лесхозов текущих изменений в лесном фонде, можно судить по материалам сравнения результатов современного учета лесного фонда с данными лесоустройства.

Нами проанализированы материалы лесоустройства и учета лесного фонда по восьми случайно выбранным лесхозам, в которых полевые лесоустроительные работы были проведены в 1978 г.: Велико-Устюжскому, Кирилловскому и Устюженскому лесхозам Вологодской области, Билимбаевскому лесхозу Свердловской области, Кунгурскому лесхозу Пермской области, Алзамайскому лесхозу Иркутской области, Барзаскому лесхозу Кемеровской области и Сосновецкому лесхозу Карельской АССР.

Другими словами, в этих лесхозах очередные лесоустроительные работы были проведены сразу после учета лесного фонда на 1 января 1978 г., и, следовательно, их материалы могут служить ба-

зой для оценки точности проводимого лесхозами учета текущих изменений в лесном фонде.

Анализ показал, что данные учета, выполняемого лесхозами, весьма неточно отражают действительную динамику лесного фонда: отклонения по некоторым основным показателям достигают 14-кратной величины. С наибольшими погрешностями отражаются в учете показатели, характеризующие лесовосстановительные процессы, а также данные о не покрытых лесом площадях и молодняках.

По большинству показателей учетные данные отличаются от материалов нового лесоустройства в большей степени, чем данные прошлого лесоустройства от нового. Из 24 проанализированных нами показателей лишь шесть (в основном характеризующие площади и запасы спелых насаждений) оценивались учетом лесного фонда с большей точностью, чем данными прошлого лесоустройства. Это означает, что если бы в качестве материалов учета на протяжении всего ревизионного периода использовались материалы прошлого лесоустройства без каких-либо поправок, то они отражали бы фактическое состояние лесов с большей точностью, чем проводимый каждые пять лет лесхозами учет лесного фонда. Если же в данные лесоустройства вносить камеральные поправки, учитывающие возрастные изменения в лесном фонде, лесовосстановительные процессы, планируемые или фактические объемы рубки и другие лесохозяйственные мероприятия, то эти данные способны отражать фактическую динамику лесов существенно точнее современного периодического учета лесного фонда. При камеральной обработке материалов лесоустройства на ЭВМ и при последующих актуализациях информации по лесному фонду учет поправок, обусловленных планируемыми или фактическими объемами рубки леса, изменениями границ лесхозов и другими факторами организационного, хозяйственного или природного характера, не представляет особой сложности и практически не требует от лесхозов какой-либо дополнительной информации к действующей статистической отчетности. Несложной технической задачей является также разработка программ, суммирующих и обобщающих актуализированные материалы лесоустройства по областям, краям и республикам.

Таким образом, направление совершенствования учета лесного фонда, ориентированное на выполнение этих работ лесоустройством и освобождающее от них предприятия лесного хозяйства, заслуживает тщательного рассмотрения и последовательной реализации. Этот путь обеспечит планирование отрасли надежной и объективной информацией о лесных ресурсах и уменьшит трудовые затраты на выполнение лесосчетных работ.

Поступила 19 марта 1984 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 674.032.476.3(575.1)

БОЛОТНЫЙ КИПАРИС
И ЕГО КУЛЬТУРА В УЗБЕКИСТАНЕ

Л. Х. ЕЗИЕВ

Ташкентский сельскохозяйственный институт

Болотный кипарис (*Taxodium distichum* (L.) Rich.) — дерево высотой до 36 (45) м, диаметром до 2 м. Естественно растет на юго-востоке Северной Америки. В третичный период виды р. *Taxodium* были широко распространены по всему северному полушарию.

Болотный кипарис живет 600 лет, но известны 4—6-тысячелетние деревья. Весьма декоративен, имеет ажурную пирамидальную крону в молодом, раскидистую в зрелом возрасте и нежную светло-зеленую хвою. Во влажных местообитаниях образует дыхательные корни, или так называемые пневматофоры, возвышающиеся на 1—2 м над уровнем почвы.

В середине 60-х годов в Арканзасе, в пойме р. Каш, была обнаружена популяция болотного кипариса, у которого пневматофоры достигали гигантских размеров (30—33 м), т. е. высота их равнялась высоте 8—10-этажного дома [5].

Особенно ценится красиво окрашенная и очень прочная древесина болотного кипариса, которая за удивительную стойкость к гниению получила название «вечной древесины». Известен случай, когда пролежавшая на земле 140 лет древесина кипариса сохранилась настолько, что сделанную на ней надпись легко можно было читать [4]. В прошлом коренные обитатели Северной Америки делали из древесины болотного кипариса саркофаги для захоронения вождей. Древесина считается незаменимой для изготовления теплиц, оранжерей, парников и шпал, из нее делают чаны и резервуары для хранения кислот, спиртных напитков и т. д. Ценность древесины вызвала интенсивную эксплуатацию лесов болотного кипариса. По сообщению И. С. Мелехова [2], деревья этого вида сохранились только вблизи городов или в самих городах Америки, органически вплелись в парковый и городской ландшафт.

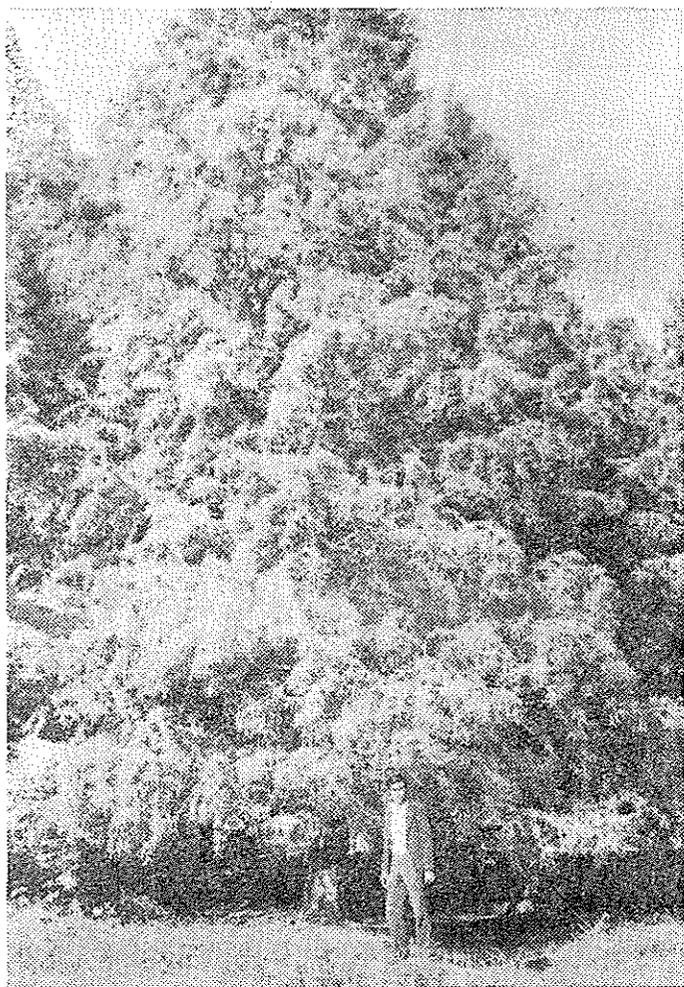
В Европе болотный кипарис начали культивировать в 1640 г., он не редок в парках Западной Европы. Так, в Риме имеется много экземпляров, достигающих в 30 лет 25 м высоты и 40 см в диаметре. Севернее, в Чехословакии, в возрасте 40 лет высота его 9 м, диаметр ствола 30—40 см, а в Болгарии в 50 лет кипарис достиг 12—13 м в высоту и 40—45 см в диаметре.

В СССР болотный кипарис культивируют с 1813 г. (Никитский ботанический сад), однако в парках южного берега Крыма в настоящее время имеется всего 25 деревьев. В Артеке одно дерево в возрасте 140 лет достигло высоты 37 м и диаметра ствола 190 см. На Кавказе кипарис распространен довольно широко. В Батуми в возрасте 65 лет достиг 26 м в высоту и 67 см в диаметре. Единичные экземпляры встречаются в старых парках и насаждениях Украины, где хороший рост наблюдается в западных районах республики. В Молдавии растет одно дерево [1].

В Самарканд болотный кипарис завезен в 1882 г. В 1950 г. было 15 деревьев, в настоящее время сохранилось 5 экземпляров, растущих у водоема в парке культуры и отдыха им. М. Горького. Три дерева посажены на островке в середине озера, два на материковом отлогом берегу. На островке высота деревьев в 1983 г. достигла 27,5 м, диаметр — 85 см, на материковом откосе — 32 м и 114 см. Ствол мало сбежистый. Объем крупного экземпляра — 14 м³. На островке деревья образовали много дыхательных корней, которые расположены в одну линию по урезу воды и срослись в сплошную живую стенку длиной 27 м, высотой до 2 м. Деревья, находящиеся на материковом берегу, образовали незначительное количество пневматофоров. Они растут лучше, чем на островке, и дают больше семян. Единичные деревья того же возраста растут в Андижане, Намангане и Фергане.

Из семян Самаркандских кипарисов в Ташкентском ботаническом саду выращено 32 дерева, высаженных в 1952 г. по берегам водоема, и несколько деревьев в 10 м от него. Высота деревьев почти одинакова. Семеношение наблюдается с 9-летнего возраста, семена пустые, [3, с 207—212]. В 1983 г. у одних деревьев всхожесть семян составляла 1—2 %, у других, растущих рядом, 20—23 %.

Все деревья имеют дыхательные корни. Так, у деревьев, находящихся у уреза воды в местах, защищенных от солнца, их насчитывается до 90 шт., у растущих на затопляемых участках — от 5 до 10.



Высокое дерево на первом участке.

Наиболее крупная роща болотного кипариса в СССР находится в Узунском лесхозе Сурхандарьинской области УзССР. В пойме р. Каратагдарья, в 8 км от пос. Узун, насчитывается 709 деревьев, которые растут на трех участках. Нами обследован рост деревьев на этих участках. На каждом из них заложены шурфы для определения уровня грунтовых вод. Сеянцы болотного кипариса выращены лесхозом из семян, посеянных в 1965 г. на участке № 3 (бывший питомник), и высажены в 1967—1968 гг. на постоянные места (участки № 1 и 2).

Участок № 1 площадью 0,54 га находится на расстоянии 288 м от реки в летний период (которое во время паводка в апреле — мае сокращается до 250 м) и 167 м от канала, текущего на южной границе участка. Уклон участка с юга на север 5°. Почва лугово-болотная, подстилаемая на глубине 120 см галечником. Уровень грунтовых вод в августе 106 см. Здесь растут 238 деревьев, схема размещения 4×2 м. Дыхательные корни встречаются редко, всего их насчитывается 31 шт. Там, где кроны деревьев смыкаются и образуют густую тень, живого напочвенного покрова нет, на освещенных местах встречаются ажрык, солодка и др. Мертвый напочвенный покров из листьев кипариса обильный. Таксационные данные болотного кипариса приведены в таблице.

Участок № 2 площадью 0,36 га расположен в 573 м на восток от первого, с юга окаймлен каналом, с севера постоянно действующим арыком. Расстояние участка от канала 55 м, от арыка — 23 м. На этом участке растут 258 деревьев, из них 213 имеют диаметр 8 см и более. Схема размещения 4×2 (2,5) м. Обследование показало, что деревья юго-восточной части этого участка имеют большую высоту (11,4 м) и более

Таксационные показатели болотного кипариса,
произрастающего в Ташкенте (Ботанический сад АН УзССР)
и в Узунском лесхозе

Место произрастания	Площадь, га	Возраст деревьев, лет	Число деревьев, шт.	Высота, м		Диаметр, см		Запас, м ³	
				— х	σ	— х	σ	на участке	на 1 га
Ташкент	—	33	32	20,9	2,2	43,5	10,65	45,76	—
Узун:									
участок 1	0,54	19	238	13,98	2,7	26,05	5,08	79,49	147,2
» 2	0,36	19	258	8,33	3,3	15,6	4,9	18,46	51,3
» 3	0,07	19	213	13,86	2,8	18,49	5,5	26,2	374,4

темную окраску хвои, чем в северо-западной (6,7 м). Для выяснения причины неодинакового роста деревьев нами были заложены дополнительно два шурфа. Выяснилось, что в юго-восточной части участка галечниковый горизонт залегает на глубине 70 см, в средней части участка — на 54 см, в северо-западной — на 42 см. Вероятно, этим и объясняется неравномерный рост деревьев на участке. Грунтовые воды залегают здесь на глубине 35 см. Дыхательных корней насчитывается 3129 шт., больше всего их у деревьев в южной части участка, где почва наиболее влажная. Живой напочвенный покров обильный, мертвый незначительный. По границам участка встречается белая акация, ясень и айлант.

Участок № 3 (бывший питомник) площадью 0,07 га находится недалеко от участка № 2. Расстояние его до канала 92 м, до арыка — 10 м. Деревья растут очень густо, поэтому стволы высокие и тонкие. Из всех 213 деревьев только 129 имеют диаметр более 8 см. Глубина грунтовых вод 60 см, галечниковый горизонт залегает на 72 см. Дыхательных корней всего 247 шт. Живой напочвенный покров отсутствует, мертвый обильный. Почва под деревьями имеет белый налет — следы засоления.

В 1982 г. у 76 деревьев из 709 наблюдалось семеношение, причем деревья с обильным урожаем отмечены лишь на участке № 1. В 1984 г. деревья на всех участках имели единичные шишки. По нашим наблюдениям, мужские и женские стробилы у болотного кипариса в условиях Узбекистана начинают закладываться в середине августа предыдущего года. В особо жаркое лето 1983 г., когда температура в Узуне поднималась выше 48 °С, наблюдалась гибель микростробил, поэтому шишки на деревьях в 1984 г. были единичными. Низкий урожай в этот год отмечен и у деревьев болотного кипариса, растущих в других местах Узбекистана.

Рост деревьев на участке № 1 (см. табл.) в Узуне по всем таксационным показателям превосходит рост деревьев на участках № 2 и 3. Здесь больше семеносящих деревьев, а дыхательных корней немного. Хороший рост, по-видимому, связан с тем, что галечниковый слой здесь залегает глубже, чем на других участках.

Сравнение роста болотного кипариса в условиях Узбекистана и в других пунктах интродукции показывает более интенсивный рост его в местных условиях. Испытания свидетельствуют о высокой зимостойкости и жаростойкости болотного кипариса в резко континентальном климате республики. Сказанное позволяет считать этот вид перспективной древесной породой в условиях Узбекистана.

Тугайные леса в Средней Азии занимают около 110 тыс. га. В них преобладает туранга, продуктивность и качество древесины которой очень низки. Средний запас древесины на 1 га равен 25—35 м³. Введение болотного кипариса в пойменные леса Средней Азии повысит продуктивность лесов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Деревья и кустарники СССР. Т. 1.— М.— Л.: АН СССР, 1949.— 464 с.
[2]. Мелехов И. С. Леса и лесное хозяйство США.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1961, № 1, с. 159—166. [3]. Славкина Т. И. Дендрология Узбекистана. Т. 2.— Ташкент: Фан, 1968.— 496 с. [4]. Ткаченко М. Е. Леса и лесное хозяйство и деревообрабатывающая промышленность Североамериканских Соединенных Штатов: Отчет пограничной командировке.— Спб., 1914, с. 28—29. [5]. Трифонова В. И. Сем. Таксодиевые.— В кн.: Жизнь растений. Т. 4, 1974, с. 379—381.

УДК 630*811

КАТЕГОРИИ ДЕКОРАТИВНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ЯВОРА, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В КАРПАТАХ

А. А. БОЖОК, И. С. ВИНТОНИВ, О. С. ИВАНИВ

Львовский лесотехнический институт

О свойствах и ценности древесины явора, произрастающего в Украинских Карпатах, упоминалось ранее в работах Ю. Д. Третьяка и С. М. Стойко [5, 6], И. С. Винтонива [1—3], С. П. Зуихиной и О. Н. Изрун [4]. Явор — одна из немногих технически и лесоводственно ценных пород Карпат, имеющая наибольший диапазон высотного распространения. В сравнительно большом количестве он сохранился лишь в буковых насаждениях на высоте от 540 до 1350 м над уровнем моря. В этом поясе, где берут начало многочисленные родники, в условиях влажных и сырых бучин часто встречаются небольшие участки чистых яворников с полнотой 0,6—0,8. А на высотах 1000—1350 м насаждения с преобладанием явора занимают площади до нескольких гектаров. В этих условиях явор встречается в виде нескольких морфологических форм [2, 3, 7].

Особыми техническими и декоративными качествами отличается древесина явора форм «птичий глаз», «курчавый» и резонансный. В составе яворовых насаждений эти формы обнаруживаются по внешним морфологическим признакам.

Для изучения фенотипических форм явора, отличающихся декоративностью древесины, нами заложены пробные площади в наиболее характерных насаждениях со значительной примесью явора. В таблице приведена характеристика пробных площадей и встречаемость деревьев формы «птичий глаз» по группам декоративности.

Для деревьев этой формы характерно наличие мелкой пластинчатой корки, более позднее опадение листьев. Причем в большинстве случаев листья явора формы «птичий глаз» до опадения остаются зелеными, тогда как на деревьях других форм они золотисто-желтые. На пластинах внешней корки деревьев этой формы видны воронковидные углубления диаметром 5—8 мм, которые очень четко выступают при снятии продольной полоски наружной корки. Иногда эти углубления имеют вид мелких вмятин примерно тех же размеров (5—8 мм) и могут располагаться по всему стволу или носить локальный характер. В зависимости от их диаметра и степени покрытия стволы явора формы «птичий глаз» по степени декоративности нами разделены на три категории:

1 — стволы особой декоративности, когда воронки диаметром до 5 мм равномерно покрывают весь ствол (0,5 шт. на 1 см²) и доходят до кроны дерева, встречаясь иногда на основных скелетных ветках;

2 — стволы средней декоративности, когда крупные воронки диаметром до 8 мм покрывают ствол в количестве 0,1—0,3 на 1 см² и поднимаются на высоту до 6—10 м;

3 — стволы локальной декоративности, когда воронки диаметром до 5 мм или крупные до 8 мм покрывают ствол не равномерно, а отдельными участками.

Деревья формы «птичий глаз» занимают различное положение в насаждениях. Отдельные экземпляры могут быть на уровне деревьев господствующего яруса, а некоторые отстают в росте на 3—6 м. Однако при полноте 0,6—0,7 отстающие в росте деревья формы «птичий глаз» вполне здоровые и отличаются высокой степенью декоративности древесины.

Независимо от бонитета, все деревья этой формы представляют интерес для селекции на декоративность древесины.

Для формы явора «курчавый» характерно струйчатое строение древесины с расстоянием между соседними гребнями 7—8 мм и глубиной впадин 1,5—2,0 мм. Как правило, такая древесина формируется в нижней части ствола (от корневой шейки до высоты 3—4 м). Особую декоративность придают ей белый цвет с зеленоватым или розоватым оттенком, шелковистый блеск и струйчатое макростроение. Преобладающее большинство стволов этой формы имеет крупнопластинчатую корку (высота корки 13,9 см, ширина — около 5 см).

Особыми резонансными качествами отличается древесина стволов явора из высокополнотных свежих и влажных бучин, пихтовых бучин и субучин. Такие стволы полнодревесны, занимают господствующий ярус и имеют внешне мелкопластинчатую воронничковую корку (высота корки около 8 см, ширина до 2,5 см).

Встречаемость описанных нами форм явора носит локальный характер. Отдельные стволы этих особо ценных форм сохранились в наиболее отдаленных участках лесных массивов. Небольшое количество явора формы «птичий глаз» обнаружено в Усть-

Характеристика пробных площадей яворовых насаждений

Местонахождение пробной площади (лесокомбинат, лесничество, квартал, листер участка)	Высота над уровнем моря, м	Со- став	Воз- раст, лет	Средние		Площадь попереч- ного се- чения, м ² /га	За- пас, м ³ /га	Пол- нога	Класс бонита- ета	Тип ле- сорасты- тельных условий	Выявлено деревьев формы «птичий глаз»		
				H м	D см						Катего- рия де- коратив- ности	Число деревьев	
Усть-Чернянский, Плайское, 23/34	1350	6Бк 4Яв	120	27,3	32,4	14,5	177	0,7	II	C ₃	1	2	
				25,4	27,3	9,2	105					2	6
То же, Русско-Мокрянское, 9/9	1170	10Яв+ ед.Бк	140	27,2	35,3	20,2	307	0,7	II	C ₃	1	1	
												2	4
То же, 13/13	1050	5Яв 5Яс	120	28,5	38,5	12,4	156	0,7	II	D ₃	2	2	
				26,0	28,5	7,6	136						
То же, Лопуховское, 30/2	1000	7Бк 3Яв	100	24,5	30,5	11,6	175	0,6	II	C ₃	1	1	
				24,5	27,8	4,9	85					3	6
Жорнавский, Лютянское, 18/26	800	3Яв 2Бк 1Яс 2Е 2П	120	28,3	41,1	11,3	160	0,9	II	D ₃	1	1	
				22,8	23,5	9,5	138						
				27,0	36,0	3,0	43						
				33,5	48,5	8,0	129						
				32,7	43,3	6,1	82						
То же, Жорнавское, 33/18	720	10Яв, ед. Бк	110	25,2	28,5	20,5	285	0,7	II	D ₃	3	1	
Межгорский, Вучковское, 28/3	1050	8Бк 2Лв	120	27,0	36,0	15,5	210	0,6	II	D ₃	2	1	
				26,5	28,6	3,5	60					3	1

Чернянском, Жорнавском, Межгорском лесокombинатах. Иногда такие деревья встречаются группами и внешне отличаются другими морфологическими признаками.

Выводы

1. Внутреннее макростроение древесины явора проявляется через внешние морфологические признаки, которые могут быть взяты во внимание при отборе особо ценных форм.

2. Особо ценные экземпляры явора следует взять под охрану и включить в генетический фонд для последующего размножения в лесокombинатах Карпат.

3. В связи с ограниченными запасами особо ценной древесины явора, целесообразно ее делить на категории декоративности с установлением дифференцированных повышенных цен на нее.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Винтонив И. С. Влияние экологических условий на строение и физико-механические свойства древесины явора (*Acer pseudoplatanus* L.), произрастающего в Карпатах: Автореф. дис. . . канд. биол. наук. — Л., 1974. — 24 с. [2]. Винтонив И. С. О связи формы коры и плотности древесины явора (*Acer pseudoplatanus* L.) — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3, с. 69—72. [3]. Винтонив И. С. Некоторые физико-механические свойства свилеватой древесины явора. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 56—58. [4]. Зуихина С. П., Изрун О. Н. Селекция клена белого на декоративность древесины. — Науч. тр./МЛТИ, 1972, вып. 43, с. 70—73. [5]. Третьяк Ю. Д., Стойко С. М. О забытой породе. — Лесн. хоз-во, 1960, № 1, с. 18—20. [6]. Третьяк Ю. Д., Стойко С. М. О распространении, особенностях и естественном возобновлении явора (*Acer pseudoplatanus* L.) в Украинских Карпатах. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1961, № 5, с. 41—46. [7]. Pagan J. Premenlivost borky javora horskeho (*Acer pseudoplatanus* L.) — Zb. Veb. pr. Lesn. fak. Vys. SK. lesn a drovarek. Zvolene, 1974, N 1, с. 7—21.

УДК 630*431.2

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВЫСЫХАНИЯ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Н. А. ДИЧЕНКОВ

Союзгипролесхоз

С быстротой высыхания лесных горючих материалов связана опасность возникновения пожара, которая появляется, а затем усиливается при уменьшении влагосодержания горючих материалов ниже определенного предела (критическое влагосодержание). Влагосодержание горючих материалов под пологом леса (лесная подстилка, живой напочвенный покров) зависит, с одной стороны, от поступления влаги, а с другой, от ее расхода (физическое испарение, транспирация). Установлено, что под полог лесной формации проникает осадков больше там, куда больше доходит света.

Лесные горючие материалы могут впитать значительное количество воды, но не больше определенного предела. Причем при длительных осадках увлажнение бывает большим, чем при кратковременных ливневых. Как известно, избытки влаги уходят в почву или стекают с ее поверхности.

Остановимся на наиболее сложном процессе — высыхании горючих материалов. Выявление факторов, способствующих высыханию, необходимо в первую очередь для развития лесопожарного прогнозирования (в частности для разработки шкал опасности лесных пожаров) и совершенствования системы предупреждения пожаров.

В свое время И. С. Мелеховым [2, 3] были описаны отличительные особенности опасности возникновения пожаров в различных лесах, в частности, подчеркнута повышенная опасность в сосняках по сравнению с аналогичными типами ельников и в хвойных по сравнению с лиственными.

Нами проведены лабораторные исследования, с помощью которых сопоставлено высыхание опада хвои сосны обыкновенной и пицундской с высыханием опада хвои ели европейской. Образцы опада хвои сосны обыкновенной и ели взяты на территории Пушкинского лесхоза (Московская область), а образцы опада хвои сосны пицундской — на территории Геленджикского лесхоза (Краснодарский край) в сентябре. Образцы не имели видимых следов разложения.

Установлено, что в Московской области высыхание одинаково увлажненного опада хвои сосны обыкновенной и ели в тени на лабораторном столе (в сентябре при отсутствии искусственных источников тепла) происходит примерно с равной скоростью, в то время как опад хвои сосны пицундской высыхает значительно быстрее. Известно, что

пожары — нередкое явление в древостоях сосны пицундской. Не случайно она имеет толстую корку, покрывающую ствол почти до вершины; обладая такой защитой против огня, крупные деревья могут сохранять жизнедеятельность даже после интенсивных пожаров.

Вернемся к лесопожарным особенностям широко распространенных в нашей стране сосны обыкновенной и ели. Если высыхание опада хвои этих пород происходит одинаково быстро, то почему в естественных условиях ельнички менее пожароопасны, чем сосняки? Проникновение осадков к подстилке в ельничке значительно меньше, чем в сосняке, что способствует и меньшему увлажнению лесной подстилки. Если бы условия высыхания в сосняке и ельничке были равными, то критического влагосодержания подстилки в еловом лесу достигла бы раньше, чем в сосновом. Однако, как показал опыт, подстилка в ельничке высыхает значительно медленнее, чем в сосняке (табл. 1).

Таблица 1

Сопоставление влагосодержания лесной подстилки и верхней почвы, %, в дождливом (числитель) и засушливом (знаменатель) периодах под пологом различных пород

Порода	Лесная подстилка		Верхний гумусовый и минеральный слой почвы (0—3 см)
	Верхний слой (без видимых следов разложения опада)	Нижний слой (частично разложившийся опад)	
Сосна	$\frac{222-224}{18}$	$\frac{183-186}{24}$	$\frac{43-45}{15}$
Ель	$\frac{164-175}{20}$	$\frac{156-192}{29}$	$\frac{52-54}{10}$
Береза	$\frac{240-258^*}{30}$		$\frac{66-77}{19}$

* Разделение подстилки на верхний и нижний слой не производили.

Исследования проводили в 20-летних сосняках и ельничках кисличных, березняках, расположенных рядом и произрастающих в аналогичных условиях, сомкнутость крон 0,9 (Московская область). Как видим из данных табл. 1, разница во влагосодержании почвы не оказала решающего влияния на содержание воды в подстилке. По-видимому, другие внешние факторы влияют сильнее. И. С. Мелехов [3, с. 61] подчеркивает, что тенный полог ели препятствует высыханию подстилки и живого напочвенного покрова. По нашим наблюдениям, в 12 ч 40 мин (июль) радиационный баланс под пологом ельничка в 4 раза, а освещенность в 6 раз ниже, чем под пологом рядом расположенного сосняка (табл. 2). В результате температура подстилки в сосняке оказалась на 3,9 °C выше, чем в ельничке. Температура воздуха на высоте 0,5 м (под подстилкой) различалась всего лишь на 0,7 °C, а недостаток насыщения воздуха 100 — W (где W — относительная влажность воздуха, %) — на 3 %. Сглаживание различий в метеорологических условиях под пологом различных пород даже на небольшой высоте связано с постоянной циркуляцией воздуха. Следовательно, метеорологические показатели хуже отражают различия в условиях высыхания подстилки, чем гелиопоказатели, резко различающиеся под пологом различных пород.

Наибольшее влагосодержание подстилки и прилегающего к ней слоя почвы наблюдалось в березняке (табл. 1). Этому способствовал пониженный радиационный баланс под пологом березы (табл. 2), а также относительно плотная структура залегания

Таблица 2

Сопоставление условий высыхания подстилки под пологом различных древесных пород

Порода	Температура воздуха на высоте 0,5 м	Температура подстилки	Температура почвы на глубине 5 см	Радиационный баланс	Освещенность	Недостаток насыщения воздуха, %
	°C			% от открытого местоположения		
Сосна	24,9	23,3	15,0	41	6	49
Ель	24,2	19,4	14,4	10	1	46
Береза	24,8	21,2	14,7	10	4	48

быстро разлагающейся подстилки при небольших ее запасах. Кроме того, под полог березняков проникает больше осадков, чем в сосняках и ельниках. Значительная часть подстилки находится в тени травостоя.

Проведенные на этих же объектах исследования показали, что интенсивность физического испарения влаги из подстилки, гумусового и верхнего минерального слоя почвы вместе с транспирацией живым напочвенным покровом имеет высокую (коэффициент корреляции $r = 0,9$) достоверную зависимость от степени проникновения под полог древостоя солнечной радиации, учтенной нами через освещенность* в процентах от открытого местоположения [1].

Для развития лесопожарного прогнозирования целесообразно как можно глубже исследовать природу испарения воды. Для этой цели проведены исследования условий испарения с водной поверхности. Они показали, что интенсивность испарения под открытым небом также связана с количеством поступающей солнечной радиации (учтенной и в данном случае через освещенность) при относительном равенстве прочих условий. Например, за ряд наблюдений эта зависимость выражается следующими статистическими показателями (см. рис.): $r = 0,988-0,999$; $t_{0,001} = 11,05-31,61 > 6,86$ (критерий t -Стьюдента).

Интенсивность испарения существенно изменяется во времени. Это видно из того, что при одной и той же освещенности интенсивность испарения не остается постоянной (см. рис.). Существенная роль в этом изменении принадлежит метеорологическим факторам, в частности недостатку насыщения воздуха влагой и ветру. По нашим наблюдениям, при небольшой скорости движения воздуха (примерно до 0,33 м/с) наиболее значительна зависимость интенсивности испарения воды от корня квадратного из этой скорости: $r = 0,573$; $t_{0,01} = 3,63 > 2,76$ (по данным за 29 наблюдений в периоды с мая по сентябрь).

При усилении ветра зависимость становится менее отчетливой. Однако известно, что у поверхности подстилки под пологом леса движение воздуха обычно бывает минимальным. Следовательно, полученный нами результат имеет практическое значение.

Зависимость испарения от недостатка насыщения воздуха сильная: $r = 0,711$; $t_{0,001} = 5,31 > 3,66$.

Влияние временных изменений солнечной радиации на испарение воды менее выражено: $r = 0,463$; $t_{0,05} = 2,72 > 2,05$.

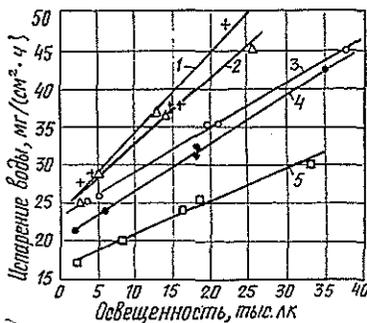
Таким образом, учет солнечной радиации важен для выявления различий объектов по интенсивности испарения воды как во времени, так и в пространстве. Различия в солнечной радиации, поступающей к лесной подстилке, связаны как с характером леса, так и с географической широтой местности. Когда шкала выражает степень опасности пожаров в лесах различных регионов по метеорологическим условиям и имеет одинаковые границы классов опасности, то при одних и тех же классах и прочих равных условиях опасность лесного пожара будет выше на юге, чем на севере. Эти особенности важно знать при совершенствовании шкал, разработке других вопросов лесопожарного прогнозирования и в практической борьбе с пожарами.

Научные разработки, учитывающие солнечный фактор, получили большую известность и применение на практике, например, лесопожарные пояса, выделенные И. С. Мелеховым и Г. А. Мокеевым.

Наибольшие изменения в поступающей к напочвенному покрову солнечной радиации вызывают сплошные рубки леса, что приводит к иным процессам, не наблюдающимся под пологом леса и отраженным И. С. Мелеховым и его последователями в типологии вырубков. Следовательно, непосредственному учету роли солнечной радиации целесообразно уделять особое внимание не только при определении интенсивности высухания горючих материалов, но и при определении интенсивности других процессов в лесу, в том числе связанных с деятельностью человека.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Диченков Н. А. Определение различий лесных участков по интенсивности потери влаги горючими материалами.— В кн.: Новое в науке и технике лесного хо-



Зависимость испарения воды от солнечной радиации (освещенности).

1 — 6 сентября 1982 г.; 2 — 9 сентября; 3 — 6 сентября; 4 — 18 сентября; 5 — 31 августа 1982 г.

* Освещенность использовали потому, что она является одним из взаимосвязанных и просто измеряемых показателей солнечной деятельности.

зяйства, 1981, № 18, с. 11. (Науч.-техн. реф. сб.). [2]. Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары.— Архангельск: АЛТИ, 1947.— 58 с. [3]. Мелехов И. С. Лесная пирология.— М.: МЛТИ, 1978.— 61 с.

УДК 658.581 : 629.114.2

ИССЛЕДОВАНИЕ НАРАБОТКИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА КЛАССА 40 кН (4 тс)

А. И. ПЕЛЕНКОВ

УралНИИС НАТИ

Годовая, месячная и сезонная наработка широко используется при расчетах технико-экономических показателей тракторов. В частности, значения наработки за месяц, в осенне-зимний (ОЗП) и весенне-летний (ВЛП) периоды находят применение при обосновании режима технического обслуживания составных частей тракторов, графиков их обслуживания.

Величины наработки трелевочного трактора 40 кН (4 тс) в указанные временные периоды (месяц, ОЗП, ВЛП и др.) отсутствуют. Применяемое в настоящее время годовое значение $1800 \cdot 0,8 = 1440$ мото-ч* завышено по сравнению с наработкой тракторов в рядовой эксплуатации.

Все это вызвало необходимость исследовать закономерности изменения месячной наработки в течение года. Для этого была использована информация о работе тракторов ТТ-4 в трех леспрохозах Красноярского края** и в Златоустовском леспрохозе Южного Урала.

Известно, что наработка трактора — величина случайная в силу зависимости ее от множества факторов. Поэтому информацию обрабатывали методами теории вероятности.

Изучение условий эксплуатации тракторов ТТ-4 в рассматриваемых зонах показало близкую их идентичность. Однако грунты ряда участков леса Южного Урала имеют включения элементов горных пород. Режим работы тракторов в основном односменный, техническое обслуживание и устранение отказов производили на открытой площадке. Температурный режим зон эксплуатации также близок. Это подтверждают графики (см. рисунок), построенные по результатам обработки первичной информации, полученной из Красноярской метеорологической обсерватории и собранной УралНИИС НАТИ (кривая 1 — для Красноярского края; 2 — для Южного Урала).

Объем выборок о месячной наработке тракторов ТТ-4 составил: по зоне Красноярского края — 993, по зоне Южного Урала — 205 реализаций. В результате их обработки установлено, что экспериментальные данные о месячной наработке хорошо аппроксимируются распределением Грама — Шарлье, модель которого имеет вид:

$$\varphi(t) = \varphi(x) [1 + (A/6)(x^3 - 3x) + (E/24)(x^4 - 6x^2 + 3)],$$

где $\varphi(x)$ — плотность распределения нормированного нормального распределения при $x = (t_i - \bar{t})/\sigma$;

t_i, \bar{t}, σ — текущее значение, математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение месячной наработки;

A и E — показатели асимметрии и эксцесса.

Значения параметров, входящих в уравнение $\varphi(t)$, приведены в таблице, где также даны предельные относительные ошибки выборок δ , вычисленные при доверительной вероятности 0,9.

Проверка существенности отличия математических ожиданий \bar{t} месячной наработки в зонах и коэффициентов вариации показала, что различия не существенны (критерий $z = 0,11 \dots 1,19 < z_{0,05} = 1,96$; критерий $t_{\Phi} = 0 \dots 2,9 < 3$). Это подтверждает близкую идентичность условий эксплуатации тракторов ТТ-4 в рассматриваемых леспрохозах.

Однако предельная относительная ошибка выборок отличается на 5 % (по Красноярскому краю она ниже и не превышает 10 %), что объясняется различием их объема.

Используя данные таблицы, можно получить плотность распределения вероятностей месячной наработки $\varphi(t)$ для каждого месяца, года и периода, что позволит определять расчетом вероятность появления любого интересующего значения месячной наработки.

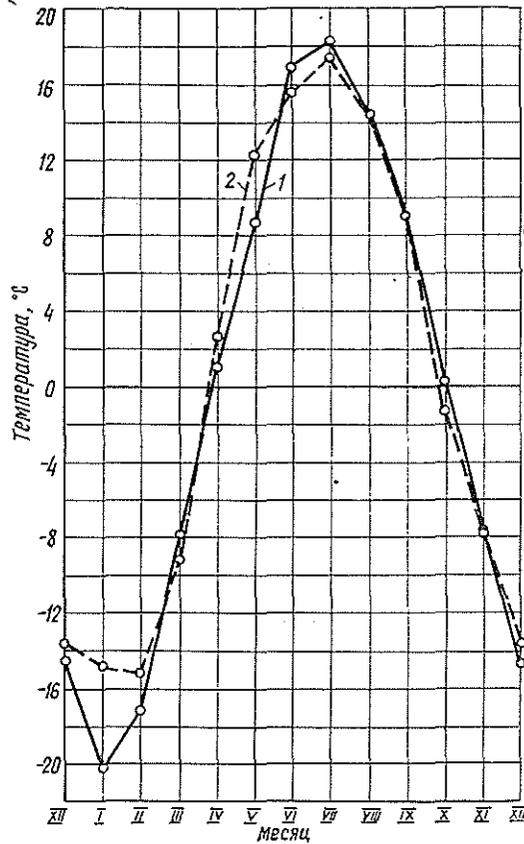
Дальнейшими расчетами определена наработка трактора в ОЗП, ВЛП и год, которая составляет соответственно 590, 515 и 1125 мото-ч.

* Методические указания по экономической оценке новой тракторной техники. Разд. 3.— М., 1982.

** Сбор первичной информации осуществлен под руководством ст. науч. сотр. СибНИИЛП Л. Н. Юрвева.

Параметр	Месяц												ВЛП	ОЭП	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	Год*	Год
	Год*	Год																										
Σn_i	91	95	95	82	56	66	68	83	93	87	85	92	545	448	993	1198												
\bar{T}	19	23	19	16	15	13	13	14	13	17	21	22	121	84	205													
мото-ч	103,0	100,0	110,0	98,3	85,0	79,4	88,0	87,6	83,0	95,1	90,0	102,0	100,0	87,0	94,3	93,8												
σ	95,3	97,0	105,8	95,0	82,0	76,2	83,9	84,3	82,3	93,5	86,2	100,0	96,3	84,3	91,4													
мото-ч	24,7	23,7	20,5	23,6	21,1	30,6	30,1	30,5	33,5	32,8	29,9	30,1	27,9	29,6	28,3	28,5												
A	25,0	23,3	19,0	26,9	20,4	19,8	22,7	22,0	20,1	22,0	21,9	20,7	22,9	23,0	23,7													
E	-0,57	-0,49	0,23	-0,26	-0,13	-0,91	-0,36	-0,25	-0,13	-0,54	-0,93	-0,27	-0,55	-0,36	-0,52	-0,42												
$\sigma\%$	0,04	0,28	0,43	-0,77	-1,03	-0,65	-0,96	-1,03	0,82	-0,08	-0,92	0,62	-0,01	-0,46	-0,19													
	-0,28	0,60	0,69	-0,56	-0,91	-0,51	-0,14	0,47	-0,17	-0,26	0,27	-0,19	0,56	0,10	0,79	0,33												
	-0,13	-0,25	-0,21	0,23	0,73	0,26	0,26	0,50	0,30	-0,81	0,22	-0,21	0,21	0,24	0,40													
	4,2	4,0	3,2	4,4	5,5	7,9	6,9	6,3	6,9	5,8	6,0	5,1	2,0	2,7	1,6	2,5												
	10,4	8,6	7,1	12,4	11,3	12,8	13,4	12,3	12,1	10,0	9,5	7,6	3,6	5,0	3,0													

Примечание. В числителе — параметры по зоне Красноярского края, в знаменателе — по зоне Южного Урала, звездочкой обозначены параметры года при объединении выборок двух зон.



При анализе таблицы также выявлено, что месячная наработка в зонах снижается в период с апреля по сентябрь, что соответствует наступлению весенне-летнего периода в рассматриваемых зонах (см. рис.).

Снижение месячной наработки в этот период в среднем по обеим зонам составляет 13 %. Это говорит о достаточно равномерной наработке трелевочных тракторов класса 40 кН в течение года, которая создает благоприятные предпосылки для разработки и применения для отдельных составных частей более прогрессивного режима технического обслуживания — по техническому состоянию, определяемого средствами диагностирования.

Выводы

1. Нарботка трелевочного трактора в исследуемых зонах различается незначительно.
2. Месячная наработка как случайная величина хорошо аппроксимируется распределением Грама — Шарлье.
3. Математическое ожидание месячной наработки составляет 95 мото-ч, или 3,7 мото-ч за рабочий день продолжительностью 7 ч.
4. Годовая наработка трактора в условиях эксплуатации ниже на 22 % по сравнению с применяемым в настоящее время ее значением.

УДК 630*36-2 : 62-192

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПО КРИТЕРИЮ ПРОЧНОСТИ

В. И. КУЧЕРЯВЫЙ

Ухтинский индустриальный институт

Один из эффективных способов повышения технического уровня и надежности лесозаготовительных машин — разработка вероятностных методов расчета прочности их деталей.

Любая лесозаготовительная машина представляет собой сложную механическую систему, надежность элементов которой гарантируется расчетами на прочность.

Условие прочности элемента в напряжениях имеет вид [4]

$$\sigma < \sigma_n, \quad (1)$$

где σ — расчетное (действующее) напряжение;
 σ_n — предельное напряжение.

В существующих методах расчета элементов машин вопрос о степени уменьшения расчетного напряжения по отношению к предельному решается введением коэффициента запаса прочности n .

Опыт конструирования и эксплуатации машин показывает, что уменьшение предельного напряжения в n раз не дает стопроцентной гарантии неразрушимости детали. Даже при значительном коэффициенте запаса всегда остается определенная вероятность разрушения детали.

Для определения вероятности разрушения необходимо построить кривую распределения функции прочности

$$D \geq \sigma_n - \sigma. \quad (2)$$

При нормальном распределении σ_n и σ кривая D будет также нормальной. Положительные значения функции прочности D соответствуют безопасным случаям нагружения, а отрицательные — случаям разрушения элемента или возникновению необратимых деформаций.

Для общего случая нагружения вероятность неразрушения элемента представим в виде композиции нормальных распределений σ_n и σ , в соответствии с (2):

$$R = P(D > 0) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi(S_{\sigma_n}^2 + S_{\sigma}^2)}} \exp \left[-\frac{D - (m_{\sigma_n} - m_{\sigma})^2}{2(S_{\sigma_n}^2 + S_{\sigma}^2)} \right]. \quad (3)$$

Интеграл (3) выражается через стандартную функцию Лапласа Φ [1, 3]

$$R = \Phi \left(\frac{m_{\sigma_n} - m_{\sigma}}{\sqrt{S_{\sigma_n}^2 + S_{\sigma}^2}} \right), \quad (4)$$

где m_{σ_n} , m_{σ} , S_{σ_n} , S_{σ} — математические ожидания и средние квадратичные отклонения предела прочности и расчетного напряжения;
 Φ — стандартная функция Лапласа.

Большинство элементов лесозаготовительных машин подвержены действию случайных сил и находятся в условиях различных видов нагружения: растяжения — сжатия, кручения, изгиба, изгиба с кручением. Определим вероятность безотказной работы для указанных видов нагружения.

Рассмотрим растяжение — сжатие элементов, имеющих поперечное сечение в виде круга. Расчетные напряжения в детерминированном виде в опасном сечении элемента определяются по формуле [4]

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{4N}{\pi d^2}, \quad (5)$$

где N — продольное усилие;

A — площадь поперечного сечения;
 d — диаметр поперечного сечения.

Математическое ожидание расчетного напряжения m_σ и дисперсии S_σ^2 найдем по приближенным формулам теории вероятностей в предположении некоррелированности аргументов, от которых зависит напряжение в (5), в соответствии с [1, 2]:

$$m_\sigma = \frac{4}{\pi} \frac{m_N}{m_d^2}; \quad S_\sigma^2 = \left[\frac{\partial \sigma}{\partial N} \right]^2 S_N^2 + \left[\frac{\partial \sigma}{\partial d} \right]^2 S_d^2. \quad (6)$$

Определив S_σ^2 по формуле (6) и подставив m_σ и S_σ^2 в (4), получим окончательное выражение для R при растяжении — сжатии:

$$R_{p.c} = \Phi \left(\frac{m_{\sigma_{н}} - \frac{4}{\pi} \frac{m_N}{m_d^2} k_d}{\sqrt{S_{\sigma_{н}}^2 + \frac{16}{\pi^2} \left[\frac{S_N^2}{m_d^4} + \frac{2(m_N S_d)^2}{m_d^6} \right]}} \right), \quad (7)$$

где m_N, m_d, S_N, S_d — математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение продольного усилия и диаметра;
 k_d — коэффициент динамичности.

Аналогичным образом получены выражения R и для других видов нагружения. Для кручения

$$R_{кр} = \Phi \left(\frac{m_{\tau_{н}} - \frac{16 m_{M.K}}{\pi m_d^3} k_d}{\sqrt{S_{\tau_{н}}^2 + \left(\frac{16}{\pi} \right)^2 \left[\frac{S_{M.K}^2}{m_d^6} + \frac{9(m_{M.K} S_d)^2}{m_d^8} \right]}} \right), \quad (8)$$

где $m_{\tau_{н}}, m_{M.K}, S_{\tau_{н}}, S_{M.K}$ — математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение предела прочности при кручении и крутящего момента.

Для изгиба

$$R_{и} = \Phi \left(\frac{m_{\sigma_{и}} - \frac{32 m_N}{\pi m_d^3} k_d}{\sqrt{S_{\sigma_{и}}^2 + \left(\frac{32}{\pi} \right)^2 \left[\frac{S_M^2}{m_d^6} + \frac{9(m_M S_d)^2}{m_d^8} \right]}} \right), \quad (9)$$

где m_M, S_M — математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение изгибающего момента.

Для изгиба с кручением (комбинированное нагружение)

$$R_k = \Phi \left(\frac{m_{\sigma_{и}} - \frac{32}{\pi m_d^3} \sqrt{m_{M.и}^2 + m_{M.K}^2} k_d}{\sqrt{S_{\sigma_{и}}^2 + \left(\frac{32}{\pi} \right)^2 \frac{1}{m_d^6 (m_{M.и} + m_{M.K})^2} \left[(m_{M.и} S_{M.и})^2 + (m_{M.K} S_{M.K})^2 + \frac{(m_{M.K} + m_{M.и}) \cdot 3 S_d^2}{m_d^8} \right]}} \right), \quad (10)$$

где $m_{M.и}, m_{M.K}, S_{M.и}, S_{M.K}$ — математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение изгибающего и крутящего моментов.

При форме поперечного сечения, отличного от круга, выражения (7)–(10) различаются рядом постоянных коэффициентов. В соответствии с алгоритмами (7)–(10) составлены программы на языке ФОРТРАН-IV, реализация которых выполнена на ЭВМ ЕС-1033. Так, для оси блока сучкорезной машины ЛП-30Б в результате расчета на ЭВМ получено значение вероятности неразрушения $R = 0,99894231$, при следующей информации о расчетных параметрах: математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение предела прочности $m_{\sigma_{н}} = 300$ МПа, $S_{\sigma_{н}} = 84$ МПа; для изгибающего и крутящего моментов $m_{M.и} = 125 \cdot 10^{-6}$ МН · м; $m_{M.K} = 110 \cdot 10^{-6}$ МН · м, $S_{M.и} = 35 \cdot 10^{-6}$ МН · м, $S_{M.K} = 30,8 \cdot 10^{-6}$ МН · м; для диаметра $m_d = 2 \cdot 10^{-2}$ м, $S_d = 5,6 \cdot 10^{-4}$ м. При этом коэффициент запаса прочности $n = 1,2$.

При увеличении средних квадратичных отклонений расчетных параметров на 20 % значение R уменьшилось до 0,98913472 при одном и том же коэффициенте запаса прочности.

Следует отметить, что при расчете R на ЭВМ серии ЕС по формулам (7)—(10) отпадает необходимость пользоваться таблицами для определения стандартного интеграла Лапласа Φ , что существенно повышает точность и объемы вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей.— М.: Наука, 1969.— 257 с. [2]. Егоров В. И. Прогнозирование надежности и долговечности лесозаготовительного оборудования.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 112 с. [3]. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем: Пер. с англ.— М.: Мир, 1980.— 604 с. [4]. Федосеев В. И. Сопроотивление материалов.— М.: Наука, 1979.— 559 с.

УДК 630*848

О ПОЛНОДРЕВЕСНОСТИ ШТАБЕЛЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ, ОГРАНИЧЕННЫХ ЖЕСТКИМИ ОПОРАМИ

В. С. ХОЛЯВИН

Кировское областное правление НТО лесной промышленности и лесного хозяйства

Для совершенствования геометрического метода определения объема лесоматериалов, погруженных в вагоны нормальной колеи, необходимо установить влияние различных факторов на коэффициент полндревесности штабеля лесоматериалов [2, 3, 5]. Рассмотрим некоторые предпосылки определения коэффициента полндревесности аналитическим путем, приняв следующие допущения: в штабеле находятся лесоматериалы одного диаметра и длины, уложенные параллельно друг другу с полойным чередованием комлей и вершин; все бревна штабеля представляют собой усеченные конусы; толщина коры неизменна по длине бревна.

Для определения коэффициента полндревесности рассмотрим структуру штабеля лесоматериалов, ограниченных жесткими опорами. На рис. 1 приведены возможные схемы с максимальной и минимальной плотностью укладки лесоматериалов.

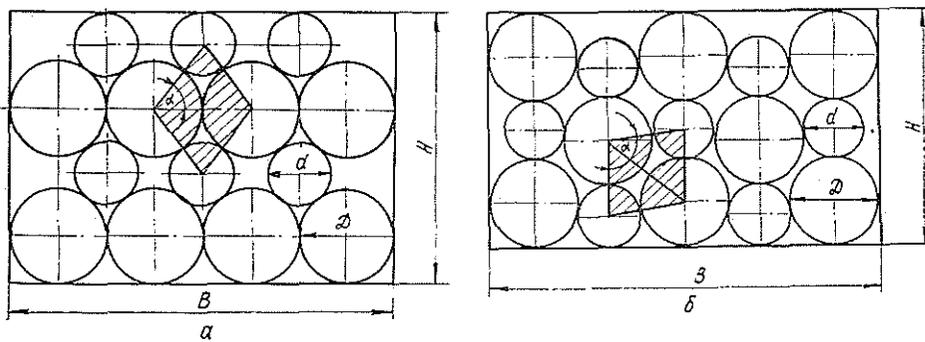


Рис. 1. Возможные схемы укладки бревен штабеля лесоматериалов.

a — с максимальной плотностью; b — с минимальной плотностью.

Объем частей сечений бревен, лежащих внутри ромба, равен объему одного бревна [6]:

$$V = AdDl; \quad (1)$$

где d — диаметр бревна в верхнем отрезе, м;
 A — коэффициент приведения, зависящий от диаметра и длины бревна;
 D — диаметр бревна в нижнем отрезе, м;
 l — номинальная длина бревна, м.

Объем ромбической призмы, площадь основания которой выражена через диаметры верхнего и нижнего торцов бревна:

$$V_1 = \frac{1}{2} t_0^2 D \sqrt{(D+d)^2 - D^2} l. \quad (2)$$

Тогда коэффициент полнодревесности

$$k' = \frac{V}{V_1} = \frac{2Ad}{t_0^2 \sqrt{(D+d)^2 - D^2}}, \quad (3)$$

где t_0 — относительная толщина коры.

Установлено, что относительная толщина коры

$$t_0 = \frac{10}{\sqrt{100 - K}}, \quad (4)$$

где K — процент коры.

Процент коры может быть установлен по материалам М. М. Орлова и Н. П. Анучина [4] или по графикам, приведенным на рис. 2.

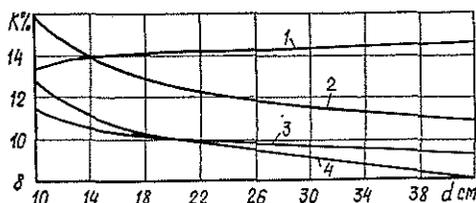


Рис. 2. Зависимость процента коры от диаметра бревна без коры для свежесрубленных бревен разных пород (по материалам М. М. Орлова и Н. П. Анучина).

1 — береза; 2 — осина; 3 — сосна; 4 — ель.

Диаметр бревна в нижнем торце определим по известной формуле Н. П. Анучина [1]

$$D = \frac{d + 0,39l}{1 - 0,021l}. \quad (5)$$

Здесь d — диаметр бревна в верхнем отрезе, см.

Подставив выражения (4) и (5) в уравнение (3), получим:

$$k' = \frac{0,02Ad(100 - K)(1 - 0,021l)}{\sqrt{(2d + 0,39l - 0,021ld)^2 - (d + 0,39l)^2}}. \quad (6)$$

Однако, согласно спецификации заказчика, в вагоны грузят лесоматериалы разных диаметров. Различное сочетание диаметров бревен в штабеле вагона может быть учтено зависимостью Д. Н. Липмана [3]:

$$\eta_\delta = \frac{\pi(1 + \delta^2)}{4} \left[\frac{1}{(1 + \delta)^2} + \frac{1}{2\sqrt{\delta(2 + \delta)}} \right], \quad (7)$$

где δ — отношение среднего диаметра бревна к максимальному диаметру бревна штабеля.

Тогда коэффициент полнодревесности штабеля лесоматериалов

$$k' = (1 + \delta^2) \left[\frac{1}{(1 + \delta)^2} + \frac{1}{2\sqrt{\delta(2 + \delta)}} \right] \times \frac{0,0157Ad(100 - K)(1 - 0,021l)}{\sqrt{(2d + 0,39l - 0,021ld)^2 - (d + 0,39l)^2}} \eta_\delta. \quad (8)$$

Здесь η_δ — коэффициент, учитывающий влияние кривизны бревен на уменьшение плотного объема древесины в штабеле вагона.

С учетом процента кривых бревен полнодревесность штабеля лесоматериалов может быть определена по формуле

$$k = (100 - p_i) k' + p_i k' \eta_{a_i}, \quad (9)$$

где p_i — процент кривых бревен d_i -того диаметра с a_i -той максимальной стрелой прогиба.

Назначение лесоматериалов	Диапазон толщин, см	Длина, м	Коэффициент полнодревесности	
			расчетный (формула 8)	по ОСТу 13—43—79
Балансы для разделки: на рудстойку	6—18	4,0—5,5	0,622	0,590
	7—11	4,0—6,5	0,598	0,560
на рудстойку и подтоварник	6—13		0,600	
на рудстойку и балансы	7—24	4,0—6,5	0,628	0,600
	12—16		0,626	0,630
	18—24		0,638	0,662

Расчетные значения коэффициента полнодревесности штабеля лесоматериалов, приведенные в таблице, удовлетворительно согласуются с данными ОСТа 13—43—79 [5] и материалами исследований, проведенных на предприятиях объединения Кировлеспром (Разработка проекта ГОСТ на геометрический метод определения объема круглых лесоматериалов, поставляемых сухопутным транспортом: Отчет/ КирНИИЛП; Руководитель темы Д. Г. Веретенник.— 8/28—ХП—25—73 (141 «а»). — Киров, 1974.— 49 с.).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анучин Н. П. Лесная таксация.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 512 с. [2]. Веретенник Д. Г., Холявин В. С. Геометрический метод определения объема круглых лесоматериалов, погруженных в вагоны МПС, и оценка их качества.— Лесоэксплуатация и лесослав, 1977, № 27, с. 10. [3]. Липман Д. Н. Исследование факторов, влияющих на определение объема лесоматериалов при сплаве: Дис. . . канд. техн. наук.— М., 1969.— 164 с. [4]. Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета.— М.: Сельколхозгиз, 1931.— 496 с. [5]. ОСТ 13—43—79. Лесоматериалы круглые. Геометрический метод определения объема и оценка качества лесоматериалов, погруженных в вагоны.— Минлеспром СССР, 1979.— 8 с. [6]. Холявин В. С. К вопросу об аппроксимации табличных значений объемов бревен ГОСТа 2708—75.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 2, с. 113.

УДК 674.038.3 : 311.216

О МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЯ
ПЛОТНОГО ОБЪЕМА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ
ПО СУММАРНОЙ ПЛОЩАДИ ТОРЦОВ

Д. Д. МАЦКЕВИЧ
ВНПОбумпром

Автоматизированное и достаточно точное измерение плотного объема круглых лесоматериалов в штабелях или пучках — актуальная задача отправителей и получателей древесины.

В настоящее время ведутся разработки так называемого телевизионного метода, основанного на измерении суммарной площади торцов бревен в пачке путем электронного сканирования их масштабного оптического изображения. На Котласском ЦБК для нахождения переводных коэффициентов использовали, по существу, этот же метод, заключающийся в измерении суммарной площади торцов бревен в штабеле или пачке по их масштабным фотографиям, вместо индивидуального обмера каждого бревна по ГОСТу 2292—74.

Поскольку бревна в штабеле или пачке часто ориентированы вершинными торцами преимущественно в одну сторону, то суммарные площади торцов должны измеряться с двух сторон штабеля. Для вычисления плотного объема древесины Q по результатам такого измерения обычно используют среднее арифметическое значение этих двух площадей по формуле

$$Q = \frac{\pi}{8} L \left(\sum_{i=1}^n d_{1i} + \sum_{i=1}^n d_{2i}^2 \right). \tag{1}$$

где L — длина бревен в штабеле (в нем должны находиться бревна только одной длины);

$\sum_{i=1}^n d_{1i}^2$ и $\sum_{i=1}^n d_{2i}^2$ — суммы квадратов диаметров бревен (за исключением толщины коры) соответственно с одной и с другой стороны штабеля.

Однако полученный таким образом плотный объем древесины из-за неправильной математической модели в виде уравнения (1) отличается от соответствующего физического объема совокупности круглых лесоматериалов и от суммарного табличного по ГОСТу 2708—75.

Хорошее приближение к физическому объему бревен (и на достаточно большой партии — к табличному объему по ГОСТу 2708—75) имеет, как известно*, объем Q , вычисляемый по формуле цилиндра, основанием которого является срединный диаметр бревна:

$$Q = \frac{\pi}{4} L \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_{1i} + d_{2i}}{2} \right). \quad (2)$$

Здесь L — учитываемая длина бревен;
 d_{1i} и d_{2i} — диаметры без коры соответственно верхнего и нижнего торцов каждого отдельного i -того бревна;
 n — число бревен в пачке или штабеле.

Однако на практике уравнение (2) применить нельзя, так как по изображению торцов пачек трудно установить принадлежность измеренных диаметров d_{1i} и d_{2i} друг к другу. Надо преобразовать уравнение таким образом, чтобы отпала необходимость в идентификации диаметров.

Возводя в уравнении (2) выражение в скобках в квадрат и принимая во внимание, что связь между диаметрами бревна в нижнем и верхнем торцах может быть выражена равенством:

$$d_{2i} = d_{1i} + cL \quad (3)$$

(где c — сбеги бревна), получим

$$Q = \frac{\pi}{8} L \sum_{i=1}^n \left(d_{1i}^2 + \frac{d_{2i}^2}{2} + \frac{d_{1i}^2}{2} + d_{1i}cL \right). \quad (4)$$

Полагая

$$\frac{d_{1i}^2}{2} + d_{1i}cL = \frac{d_{2i}^2}{2} + \Delta, \quad (5)$$

получим

$$Q = \frac{\pi}{8} L \sum_{i=1}^n \left(d_{1i}^2 + d_{2i}^2 + \Delta \right).$$

Из уравнений (3) и (5) находим

$$\Delta = -\frac{c^2 L^2}{2}.$$

Подставляя это выражение в уравнение (6), получим:

$$Q = \frac{\pi}{8} L \left(\sum_{i=1}^n d_{1i}^2 + \sum_{i=1}^n d_{2i}^2 - \frac{n}{2} c^2 L^2 \right). \quad (7)$$

Уравнение (4), так же как и (2), для непосредственного использования, как уже говорилось, непригодно, так как входящие в него величины d_{1i} и d_{2i} представляют собой диаметры бревен не первого и второго торцов штабеля или пачки, а соответственно верхнего и комлевого торцов каждого из бревен, ориентировка которых в пачке возможна любая. В уравнение же (7) входит полная сумма квадратов диаметров всех торцов бревен, входящих в пачку. Поэтому сюда можно подставлять диаметры, найденные по фотографиям или оптическим сканированием, независимо от того, относятся ли они к верхнему или нижнему торцу.

Учитывая в уравнении (7) относительную малость третьего члена в скобках, можно воспользоваться средним статистическим сбегом бревен $c = 0,01$.

Однако не принимать во внимание третий член в уравнении (7) и вычислять объем, как это часто предлагается, по уравнению (1) недопустимо, ибо это приводит к заметной погрешности.

* Анучин Н. П. Лесная таксация. — М.: Лесн. пром-сть, 1970.

Действительно, выражение относительной погрешности δ_Q вычисления объема по формуле (1) по сравнению с более точной формулой (7) имеет вид:

$$\delta_Q = \frac{Q_{(1)} - Q_{(7)}}{Q_{(7)}} \cdot 100 = \frac{100 \frac{n}{2} c^2 L^2}{\sum_{i=1}^n d_{1i}^2 + \sum_{i=1}^n d_{2i}^2 - \frac{n}{2} c^2 L^2} \% \quad (8)$$

Систематическая погрешность, в зависимости от величины сбега, от крупности и длины бревен и от крупности пачек, может принимать большие значения. Так, при среднем сбеге $c = 0,01$ для относительно небольших пачек толстых коротких бревен расчетная погрешность по формуле (8) составит всего около 1 %, а для крупных пачек тонких и длинных бревен может достигать 10 % и более. Очевидно, такая величина систематической погрешности недопустима, и при использовании телевизионного или фотографического методов измерения объема круглых лесоматериалов в пачках или штабелях следует применять формулу (7) с ориентировочным средним значением сбега.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630*905.2 : 061.3

КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ
В БРЯНСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

В соответствии с планом Минвуза СССР в Брянском технологическом институте проходило межвузовское координационное совещание по теме «Лесоводственные методы повышения производительности лесов».

С приветственным словом к собравшимся обратился А. Ф. Пронин (лесотехническая секция НТС Минвуза СССР), который указал на необходимость направлять исследования на выполнение постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов» (1984 г.). С докладами выступили многие ученые вузов разных регионов страны.

Доклад акад. И. С. Мелехова «Интродукция хвойных в системе повышения продуктивности лесов» был посвящен выбору древесных пород при создании плантаций на юге лесной зоны. Была названа как перспективная восточная форма сосны скрученной и другие породы. При этом было подчеркнuto, что плантации для выращивания балансов в умеренном поясе должны рассматриваться как дополнение к традиционным методам лесовосстановления. Значение последних не уменьшается.

В докладе И. С. Марченко (Брянский технологический институт) «Проблема сохранения потенциальной производительности леса» обосновывалась гипотеза получения более высокого запаса чистого сосняка при оставлении во время рубок ухода крупных деревьев в биогруппе.

А. С. Тихонов (Брянский технологический институт) сделал доклад «О принципах классификации лесов по продуктивности» применительно к ОАСУ-лесхоз с учетом преобладающего вида в составе древостоя, его происхождения, ярусности, состояния почвы и различий в полноте. А. П. Сляднев (Брянский технологический институт) выступил на тему «Повышение продуктивности сосновых насаждений под влиянием комплексного ухода», раскрыл многолетний опыт внесения удобрений при рубках ухода.

С докладом «Повышение продуктивности сосновых лесов путем оптимизации структуры древостоев» выступил Ф. В. Кишенков. Он привел доказательства целесообразности выборки в чистых сосняках при первых трех рубках ухода средних деревьев, а в последующие две — деревьев IV—V классов Крафта.

А. А. Плохов (Архангельский лесотехнический институт) и А. Х. Газизуллин (Марийский политехнический институт) информировали о своих лесоводственных исследованиях. З. М. Науменко (Брянский технологический институт) сделал сообщение на тему «Полное комплексное использование биомассы леса».

С тезисами докладов выступили: И. Н. Лигачев, В. И. Рубцов и В. Н. Никончук (Брянский технологический институт) — «Максимальное сохранение ценного генофонда лесных пород — основа выращивания высокопродуктивных насаждений» и «Внедрение экзотов — один из путей повышения продуктивности лесов», В. В. Огневский — «Роль предварительных культур ели в повышении продуктивности лесов Брянской области, Н. Е. Поляков — «Перспективный способ ухода в смешанных молодняках», а также «Эффективное направление повышения продуктивности древостоев» (А. К. Денисов, Марийский политехнический институт), «Рубки ухода в дубовых лесах лесостепи» (Е. Г. Гнатенко, Воронежский лесотехнический институт), «Комплексные рубки в разновозрастных сосняках Воронежской области» (И. П. Ушатин, Воронежский лесотехнический институт), «Оптимизация рекреационного потенциала Южного Урала» (А. Ф. Хайретдинов, Башкирский сельскохозяйственный институт), Н. В. Ставрова (Башкирский филиал АН СССР), В. П. Разумов, В. А. Помогаева, В. С. Балобешко и В. А. Зудилин, М. Т. Лавров (Брянский технологический институт).

Е. И. Успенский (Марийский политехнический институт), М. М. Ямалеев, К. М. Габдрахимов (Башкирский сельскохозяйственный институт).

Участникам совещания были показаны уникальные объекты в лесу и некоторые результаты деятельности Опытного лесничества Брянского учебно-опытного лесхоза Брянского технологического института: 60-летний сосняк, сформировавшийся на месте проведения классической равномерно-постепенной рубки, 90-летний ельник с запасом 600 м³ на 1 га, выросший из II яруса после комплексной рубки в лиственно-еловом насаждении, бывшая лесосека группово-выборочной рубки 1905 г., занятая теперь разновозрастным сосново-еловым древостоем, 60-летие культуры сосны проф. В. П. Тимофеева, дендрарий, объект комплексного ухода 22-летней давности, современные участки опытных рубок ухода, высокопродуктивные сосново-еловые древостои, почвенно-исследовательские и другие натурные объекты.

Была принята резолюция совещания, признавшая целесообразным: просить Минвуз СССР обратить внимание на необходимость улучшения координации научно-исследовательских работ вузов, выделения средств и штатов на научную работу; рекомендовать кафедрам вузов сосредоточить усилия на проведении исследований, направленных на реализацию постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов»; положить в основу исследований природы леса динамичность компонентов биогеоценоза и в целом типов леса; при разработке теории рубок ухода обратить внимание на выявление динамики главной части древостоя — деревьев главного пользования; продолжить исследования по выявлению путей полного использования всей биомассы насаждений с учетом плодородия почв и экономики региона; активизировать работы по обогащению состава местных лесов породами-интродуцентами, считая создание древесных плантаций в лесной зоне дополнительной мерой к традиционным способам лесовосстановления; привлечь ученых вузов к пересмотру Наставления по рубкам ухода и Правил рубок главного пользования.

Е. С. Мурахтанов, А. С. Тихонов

Брянский технологический институт

ЮБИЛЕИ

НИКОЛАЙ ИЛЬИЧ ФЕДОРОВ

(к 60-летию со дня рождения)

В марте 1985 г. исполнилось 60 лет со дня рождения и 45 лет производственной, научно-педагогической и общественной деятельности доктора биологических наук, профессора Николая Ильича Федорова.

Н. И. Федоров родился в 1925 г. в Ижевске в семье рабочего. Свою трудовую деятельность он начал в 1941 г. в качестве слесаря-лекальщика Ижевского завода, одновременно учился в вечернем индустриальном техникуме.

Основная научная и производственная деятельность Николая Ильича началась в 1950 г. после окончания Белорусского лесотехнического института. За 35 лет работы в БелТИ он прошел путь от ассистента до профессора, заведующего кафедрой древесиноведения и защиты леса. В 1957 г. Н. И. Федоров защитил кандидатскую диссертацию, а в 1961 г. ему присвоено звание доцента.

Н. И. Федоров изучает биологию возбудителей важнейших грибных заболеваний древесных пород, одновременно осуществляя научное руководство лабораторией при кафедре древесиноведения.

В 1971 г. Н. И. Федоров успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук, а в 1973 г. ему присвоено звание профессора. С 1972 г. он заведует кафедрой древесиноведения и защиты леса БелТИ и является научным руководителем биологической группы проблемной лаборатории модификации древесины.

Н. И. Федоров — крупный ученый страны в области лесозащиты, умелый научный и административный руководитель, талантливый педагог. Научные исследования и разработки Н. И. Федорова и его учеников получили высокое признание в СССР и за рубежом.

Николай Ильич проводит большую работу по подготовке научных кадров. Он создатель белорусской школы лесных фитопатологов. Под его руководством 13 человек защитили кандидатские диссертации, он успешно руководит докторскими диссертациями. Всего Н. И. Федоровым опубликовано около 200 научных работ, в том числе 4 монографии и учебные пособия.

Под руководством Н. И. Федорова проведено 3 крупных научных конференции в региональном и всесоюзном масштабах по вопросам лесозащиты и повышения продуктивности леса. Он выступал на международных конгрессах и совещаниях в Австралии, ФРГ, ГДР, Польше и Чехословакии.

Николай Ильич около 40 лет состоит в рядах Коммунистической партии Советского Союза, и на всех этапах своей трудовой и общественной деятельности он выполнял ответственные партийные поручения: был членом парткома института и секретарем партбюро лесохозяйственного факультета. Он являлся деканом заочного факультета и председателем месткома. В настоящее время Н. И. Федоров — председатель биологической секции НТС Минвуза БССР, председатель научно-методического Совета факультета, член редколлегии «Лесного журнала» и журналов «Лесоведение» и «Лесное хозяйство».

Трудовая деятельность Н. И. Федорова неоднократно отмечалась грамотами и благодарностями. Он награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», двумя почетными грамотами Верховного Совета БССР, Почетной грамотой Минвуза БССР.

Николай Ильич проявляет настоящую заботу о своих учениках, умеет помочь определить задачи научных исследований, требует и способствует повышению научного уровня своих коллег, аспирантов и соискателей, ценит и поддерживает организованность, доброту, отзывчивость и гражданскую активность в людях.

Желаем Николаю Ильичу долгого здоровья, больших творческих успехов на благо нашей советской науки.

Сотрудники кафедры древесиноведения и защиты леса и проблемной научно-исследовательской лаборатории модификации древесины Белорусского технологического института

СОЛОМОН АБРАМОВИЧ САПОТНИЦКИЙ**(к 70-летию со дня рождения)**

Доктору технических наук, профессору Ленинградской лесотехнической академии Соломону Абрамовичу Сапотницкому 6 апреля 1985 г. исполняется 70 лет.

Окончив в 1938 г. с отличием Ленинградскую лесотехническую академию, Соломон Абрамович работал на Ленинградском гидролизном заводе сначала начальником смены, затем инженером-исследователем. С 1939 г. он в рядах Советской Армии и в грозный для нашей страны период — осенью 1941 г. — вступает в члены Коммунистической партии Советского Союза. В годы войны он был парторгом командного пункта и штаба полка.

С 1945 по 1965 гг. С. А. Сапотницкий работал во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности (ныне ВНИИГидролиз). В 1949 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию, связанную с изучением коллоидных свойств лигносульфонатов, и с 1954 г. заведует лабораторией переработки сульфитных щелоков. В период с 1962 по 1965 гг. Соломон Абрамович — заместитель директора Института по научной части.

В 1965 г. С. А. Сапотницкий был избран на должность доцента кафедры гидролизных производств ЛТА, а после защиты в 1966 г. диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук — на должность профессора.

С. А. Сапотницкий — ведущий ученый в области теории и технологии переработки сульфитных щелоков. Он автор 8 монографий и учебников, более 200 статей и изобретений.

Соломон Абрамович подготовил значительное число кандидатов наук, научных сотрудников и инженеров, успешно сочетает плодотворную научно-педагогическую деятельность с общественной работой. В течение 5 лет он был руководителем студенческого научного общества ЛТА.

С. А. Сапотницкий имеет 5 правительственных наград.

Коллектив Ленинградской лесотехнической академии желает юбиляру крепкого здоровья, дальнейших успехов в педагогической и научной деятельности.

Деканат химико-технологического факультета
Ленинградской лесотехнической академии

**О КОНКУРСАХ,
ПРОВОДИМЫХ ВСЕСОЮЗНОЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ АКАДЕМИЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК ИМ. В. И. ЛЕНИНА В 1986 г.
НА СОИСКАНИЕ ЗОЛОТЫХ МЕДАЛЕЙ
ИМЕНИ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ**

В целях поощрения ученых за выдающиеся научные работы и открытия в области сельского, водного и лесного хозяйства Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина объявляет в 1986 году очередные конкурсы на соискание присуждаемых раз в три года золотых медалей имени выдающихся ученых и присуждаемой ежегодно Золотой медали имени И. В. Мичурина с премией.

1. Золотая медаль имени В. С. Немчинова присуждается за работы в области экономики социалистического сельского хозяйства.

Срок представления работ до 15 сентября 1985 года.

2. Золотая медаль имени К. А. Тимирязева присуждается за работы в области физиологии и биохимии растений.

Срок представления работ до 3 февраля 1986 года.

3. Золотая медаль имени Н. И. Вавилова присуждается за работы в области растениеводства, генетики, селекции и интродукции растений.

Срок представления работ до 25 июля 1986 года.

4. Золотая медаль имени И. В. Мичурина с премией в размере 1000 рублей присуждается за работы в области биологии сельскохозяйственных растений.

Срок представления работ до 25 июня 1986 года.

5. Золотая медаль имени К. К. Гедройца присуждается за работы в области агрохимии.

Срок представления работ до 6 декабря 1985 года.

6. Золотая медаль имени В. Р. Вильямса присуждается за работы в области земледелия, агропочвоведения, луговодства и пастбищного хозяйства.

Срок представления работ до 9 июня 1986 года.

7. Золотая медаль имени А. Н. Костякова присуждается за работы в области гидротехнических мелиораций.

Срок представления работ до 28 ноября 1985 года.

8. Золотая медаль имени М. Ф. Иванова присуждается за работы в области животноводства.

Срок представления работ до 2 июня 1986 года.

9. Золотая медаль имени С. Н. Вышелесского присуждается за работы в области общей и частной эпизоотологии.

Срок представления работ до 2 июля 1986 года.

10. Золотая медаль имени В. П. Горячкина присуждается за работы в области земледельческой механики, механизации и электрификации сельского хозяйства.

Срок представления работ до 25 сентября 1985 года.

11. Золотая медаль имени Г. Ф. Морозова присуждается за работы в области лесоведения, лесоводства и агролесомелиорации.

Срок представления работ до 7 сентября 1985 года.

12. Золотая медаль имени В. Н. Ремесло присуждается за работы в области селекции пшеницы.

Срок представления работ до 10 октября 1985 года.

Общие положения

В конкурсах на соискание золотых медалей могут участвовать советские и прогрессивные зарубежные ученые, внесшие крупный вклад в развитие сельскохозяйственной науки. В конкурсах могут участвовать только отдельные лица.

Право выдвижения кандидатов на соискание золотых медалей предоставляется министерствам, ведомствам, научно-исследовательским учреждениям, высшим учебным заведениям, научным и научно-техническим обществам, общественным организациям и отдельным лицам.

Работы в области сельского хозяйства, удостоенные Ленинской премии, Государственной премии СССР, премий Совета Министров СССР, а также именных премий Академии наук СССР, академий наук союзных республик и Академии медицинских наук СССР, на соискание золотых медалей ВАСХНИЛ не принимаются.

Учреждения, организации и отдельные лица, выдвинувшие кандидатов на соискание золотой медали, представляют в установленные сроки в ВАСХНИЛ (107814, ГСП, Москва, Б-78, Б. Харитоньевский пер., дом 21) с надписью «На соискание золотой медали имени...» следующие материалы (в трех экземплярах):

а) мотивированное представление, раскрывающее характер и значение работы для развития науки и народного хозяйства;

б) опубликованную научную работу (серию работ), материалы научного открытия или изобретения в трех экземплярах (при выдвижении закрытых работ допускается представление рукописных материалов в одном экземпляре);

в) сведения об авторе (перечень основных научных работ, открытий, изобретений, место работы и занимаемая должность, домашний адрес);

г) сведения о том, что представляемая на конкурс работа ранее не была удостоена вышеуказанных премий.

Решения Президиума ВАСХНИЛ о присуждении золотых медалей и краткие аннотации о работах, удостоенных золотых медалей, публикуются в журналах «Доклады ВАСХНИЛ», «Вестник сельскохозяйственной науки» и в соответствующих отраслевых журналах с фотографиями ученых, награжденных золотыми медалями.

Золотые медали, а также дипломы о присуждении золотых медалей вручаются на Годичном общем собрании ВАСХНИЛ.

Работы, за которые золотые медали не присуждены, возвращаются соискателям.

Ученым, удостоенным золотых медалей, предоставляется право при печатании работ отмечать в заголовке «Удостоена золотой медали имени... Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина за 1986 год».

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н. Д. Добрынина.</i> Программа создания	3
--	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>О. И. Полубояринов, Р. Б. Федоров.</i> Влияние климатических факторов на плотность древесины сосны обыкновенной в лесной зоне европейской части СССР	5
<i>В. А. Бугаев, М. Т. Сериков, А. Н. Смольянов.</i> Фитомасса дубравы снытьевой в Шиповом лесу Воронежской области	9
<i>О. Н. Щербакова.</i> Влияние постепенных рубок на ферментативную активность почвы	12
<i>Г. Е. Романов.</i> О системе показателей истощенности лесосырьевых баз	15
<i>В. К. Тиунчик, В. С. Лантух, М. И. Калинин.</i> Регенеративная способность корневых систем сосны и дуба в чистых и смешанных насаждениях	18
<i>Н. А. Костенчук.</i> К вопросу оптимизации структуры древостоя при выращивании леса с учетом конкуренции деревьев	22

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Е. С. Буряк, Б. В. Уваров, В. В. Щелкунов.</i> Воздействие на дорожную одежду нагрузки, изменяющейся со временем	27
<i>В. А. Капустин.</i> Число деревьев, срезаемых с одной стоянки валочно-пакетирующей машиной	32
<i>Г. Д. Богомас, В. И. Романенко, Ю. А. Седов.</i> Влияние инерционных масс на мощностной баланс лесовозного автопоезда при колебаниях нагрузки	36
П. С. Нартов , <i>Е. И. Ханкин.</i> Экспериментальные исследования влияния упругого звена на динамику щитового бревносбрасывателя	38
<i>В. В. Сабов, В. И. Кучерявый, В. П. Торлопов.</i> Определение вероятности захвата деревьев машинами манипуляторного типа на выборочных рубках	41
<i>Л. В. Мельников, К. А. Чекалкин.</i> О свободном торможении плота в речном потоке	43

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Г. В. Крылов, В. Е. Пятков.</i> Об одном подходе к расчету выхода заготовок из обрезных пиломатериалов	47
<i>Н. И. Тимофеев.</i> К расчету мощности на фрезерование бревен торцовыми фрезами	50
<i>Л. Г. Невзорова, Э. М. Лаутнер.</i> Теоретическое исследование движения щепы в трубопроводе при боковом ее удалении из дисковой рубительной машины	54
<i>Э. Н. Сабуров, С. И. Остаhev.</i> О расчете распределений тангенциальной скорости в циклонной кольцевой камере	59
<i>Е. И. Светозарова, Е. Н. Серов, Б. В. Лабудин.</i> Некоторые вопросы совершенствования клееных деревянных конструкций в процессе изготовления	65

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. П. Пантюхов, А. А. Эльберт.</i> Исследование клеящей способности лигносульфонатов	69
<i>Н. В. Черная, В. Л. Колесников, Г. С. Гридюшко.</i> Свойства оборотного брака бумаги с латексной проклейкой	71
<i>Н. И. Богданович, Л. Н. Кузнецова, Е. Д. Гельфанд.</i> Пиролизированный активный ил и его использование для очистки сточных вод ЦБП от органических загрязнений	75
<i>В. И. Глухов, Ф. З. Райчук, А. Б. Шолохова, В. М. Хрулев.</i> Воздействие атмосферных условий на свойства модифицированной полимерами древесины	80

<i>Л. И. Бельчинская.</i> Использование глинистых минералов с клиноптилолитной составляющей для очистки газовых выбросов мебельного комбината от толуола	82
<i>Л. В. Краснобаярова, Р. Д. Колесникова, В. Г. Латыш.</i> Исследование химического состава эфирных масел лиственницы японской, западной и американской	85
<i>А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Л. Г. Попова, Т. В. Соколова, Е. Н. Кибасова, В. И. Седых, А. А. Юринова, Л. М. Митрофанова.</i> Продолжительность действия стимуляторов на рост сеянцев ели и сосны в условиях теплиц	89

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Е. Д. Мельниченко, В. С. Соминский.</i> Предполагаемая экономическая эффективность производства древесной массы из лиственницы	97
<i>Э. Н. Кузьбожев.</i> Социальное развитие коллективов и его связь с производительностью труда	99
<i>Н. И. Сабатина, Л. В. Карпова.</i> Экономическая эффективность производства технологической щепы в системе лесозаготовительных предприятий	103
<i>С. З. Михли.</i> Методы расчета оптимального числа пунктов учета лесоматериалов	106
<i>В. Д. Волков.</i> Планирование лесного хозяйства и совершенствование учета лесных ресурсов	109

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>Л. Х. Езиев.</i> Болотный кипарис и его культура в Узбекистане	114
<i>А. А. Божок, И. С. Винтонив, О. С. Иванов.</i> Категории декоративности древесины явора, произрастающего в Карпатах	117
<i>Н. А. Диченков.</i> Исследование условий высыхания лесных горючих материалов	119
<i>А. И. Пеленков.</i> Исследование наработки трелевочного трактора класса 40 кН (4 тс)	122
<i>В. И. Кучерявый.</i> Расчетная оценка надежности элементов лесозаготовительных машин по критерию прочности	125
<i>В. С. Холявич.</i> О полнодревесности штабеля лесоматериалов, ограниченных жесткими опорами	127
<i>Д. Д. Мацкевич.</i> О методе измерения плотного объема круглых лесоматериалов по суммарной площади торцов	129

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>Е. С. Мурахтанов, А. С. Тихонов.</i> Координационное совещание в Брянском технологическом институте	132
--	-----

ЮБИЛЕИ

<i>Сотрудники кафедры лесоведения и защиты леса и проблемной научно-исследовательской лаборатории модификации древесины Белорусского технологического института.</i> Николай Ильич Федоров (к 60-летию со дня рождения)	134
<i>Деканат химико-технологического факультета Ленинградской лесотехнической академии.</i> Соломон Абрамович Сапотницкий (к 70 летию со дня рождения)	135

О конкурсах, проводимых Всесоюзной ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени академией сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина в 1986 г. на соискание золотых медалей имени выдающихся ученых	136
--	-----

Рефераты	142
--------------------	-----

CONTENTS

<i>N. D. Dobryntna.</i> Programme of creation	3
---	---

FORESTRY

<i>O. I. Poluboyarinov, R. B. Fedorov.</i> Influence of climatic factors on the density of Scotch Pine wood in the forest zone of European part of the USSR	5
<i>V. A. Bugaev, M. T. Serikov, A. N. Smolyanov.</i> Goutweed oak Grove's phytomass in Shypov forest of the Voronezh region	9
<i>O. N. Scherbakova.</i> Influence of gradual cuttings on fermentative activity of soil	12
<i>G. E. Romanov.</i> On the system of indicators of timber resources exhaustion	15
<i>V. K. Tiunchik, V. S. Lantukh, M. I. Kalinin.</i> Pine and oak root systems' regenerative ability in clear and mixed plantations	18
<i>N. A. Kostenchuk.</i> On the problem of optimizing the structure of a stand when growing forest bearing in mind trees' competition	22

FOREST EXPLOITATION

<i>E. S. Buryak, B. V. Uvarov, V. V. Shelkunov.</i> Influence of load changing in due course upon the road revetment	27
<i>V. A. Kapustin.</i> Number of trees in a stopping-place cut by a feller buncher	32
<i>G. D. Bogomas, V. I. Romanenko, Yu. A. Sedov.</i> Influence of inertial masses on the capacity balance of a wood-carrying autotrain at load oscillations	36
P. S. Nartov , <i>E. I. Khankin.</i> Experimental researches in elastic link influence upon the dynamics of a shield log kicker	38
<i>V. V. Sabov, V. I. Kucheryavy, V. P. Tortopov.</i> Determination of the probability of catching trees by means of manipulator-type mechanisms at selective cuttings	41
<i>L. V. Melnikov, K. A. Chekalkin.</i> On free braking a raft in the river stream	43

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>G. V. Krylov, V. E. Pyatkov.</i> On an approach to the calculation of blank'exit out of edged sawn wood	47
<i>N. I. Timofeev.</i> On the calculation of power for milling logs by face milling cutter knives	50
<i>L. G. Neuzorova, E. M. Lautner.</i> Teoretical investigation of chip movement in the pipe-line when moving it off from a disc chipper laterally	54
<i>E. N. Saburov, S. I. Ostachev.</i> On calculating the distributions of tangential speed in cyclonic ringed chamber	59
<i>E. I. Svetozarova, E. N. Serov, B. V. Labudtn.</i> Some questions of improving laminated wood constructions in the process of manufacture	65

CHEMICAL WOODWORKING

<i>V. P. Pantyukhov, A. A. Elbert.</i> Studying the adhesive ability of lignosulfonates	69
<i>N. V. Chernaya, V. L. Kolesnikov, G. S. Gridyushko.</i> The properties of circulating waste of paper with latex proofing	71
<i>N. I. Bogdanovich, L. N. Kuznetsova, E. D. Gelfand.</i> The product of pyrolysis of the active sludge and its using for the cleaning of sewage of the pulp and paper industry from the organic pollution	75
<i>V. I. Glukhov, F. Z. Raichuk, A. B. Sholokhova, V. M. Khrulev.</i> The effect of atmospheric conditions on the properties of wood modified with polymers	80
<i>L. I. Belchinskaya.</i> The use of clay minerals for clearing gaseous wastes from toluol at a furniture plant	82
<i>L. V. Krasnoboyarova, R. D. Kolesnikova, V. G. Latysh.</i> Studying the chemical composition of essential oils of Japanese, Western and American larches	85
<i>A. I. Kiprianov, T. I. Prokhorchuk, L. G. Popova, T. V. Sokolova, E. N. Kibasova, V. I. Sedykh, A. A. Yurina, L. M. Mitrofanova.</i> The duration of	

the stimulators' action on the growth of spruce and pine seedlings in hothouse conditions	89
<i>ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION</i>	
<i>E. D. Melnichenko, V. S. Sominsky.</i> Assumed economic effectiveness in the production of larch pulp	97
<i>E. N. Kuzbozhev.</i> Social development of collectives and its connection with labour productivity	99
<i>N. I. Sabadina, L. V. Karpova.</i> Economic effectiveness of technological chip production on the system of logging enterprises	103
<i>S. Z. Mikhly.</i> Methods of calculating optimum number of timber measuring points	106
<i>V. D. Volkov.</i> Planning in forestry and improvement of forest resources evaluation	109
<i>SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE</i>	
<i>L. Kh. Eziev.</i> Bald cypress and its culture in Uzbekistan	114
<i>A. A. Bozhok, I. S. Vintoniv, O. S. Ivaniv.</i> Decorativity categories of mountain maple wood occurring in the Carpathians	117
<i>N. A. Dicherkov.</i> Studies of the conditions of drying forest inflammable materials	119
<i>A. I. Pelenkov.</i> Research in the work of a 40 kN (4 tp) hauling tractor	122
<i>V. I. Kucheryavy.</i> Reliability evaluation of some elements of logging machinery according to strength	125
<i>V. S. Kholyavin.</i> On density of a stock limited with rigial supports	127
<i>D. D. Matskevich.</i> On the method of measuring dense volume of logs by total area of butt—ends	129
<i>SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS</i>	
<i>E. S. Murakhtanov, A. S. Tikhonov.</i> Coordination conference in Bryansk Technological Institute	132
<i>JUBILEES</i>	
<i>Workers of the Department of Wood science of the Byelorussian Technological Institute.</i> Nickolay Ilijich Fedorov (to the 60 th birthday)	134
<i>Dean's office of the Faculty of Chemical Technology, Leningrad forest technical Academy.</i> Solomon Abramovich Sapotnitsky (to the 70 th birthday)	135
<hr/>	
On competitions held by the All-Union the Orders of V. I. Lenin and of Red Banner of Labour Agricultural Academy named after V. I. Lenin in 1986 for getting gold medals named after Great scientists	136
Referats	142
<hr/>	

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*812

Влияние климатических факторов на плотность древесины сосны обыкновенной в лесной зоне европейской части СССР. ПОЛУБОЯРИНОВ О. И., ФЕДОРОВ Р. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 5—9.

Разработана математическая модель связи плотности древесины сосны обыкновенной с климатическими факторами. Обоснована практическая значимость ее применения. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*5:630*28

Фитомасса дубравы снытьевой в Шиповом лесу Воронежской области. БУГАЕВ В. А., СЕРИКОВ М. Т., СМОЛБЯНОВ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 9—12.

Дан обзор основных направлений исследования биологической продуктивности леса. Установлено соотношение толщины отдельных стволов с надземной фитомассой деревьев. Приведена таблица хода роста и биологической продуктивности высокопроизводительных дубрав Шипова леса. Табл. 3.

УДК 630*221.0:630*114.6

Влияние постепенных рубок на ферментативную активность почвы. ЩЕРБАКОВА О. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 12—15.

Приведены результаты анализа активности протеазы, уреазы, сахаразы, каталазы и дегидрогеназы, которые показали, что семеннолесосочная и группово-выборочная рубки повышают ферментативную активность почвы. Это способствует усилению минерализации растительных остатков и возрастанию содержания перегнойных веществ и общего азота, т. е. сохранению и даже некоторому повышению плодородия почвы. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*6

О системе показателей истощенности лесосырсыевых баз. РОМАНОВ Г. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 15—17.

Предложена система признаков, которая позволяет более обоснованно, чем ныне, относить лесосырсыевые базы к разряду истощенных. Выделены пять видов (проявлений) истощенности; приведены примеры по этим видам. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*181.36

Регенеративная способность корневых систем сосны и дуба в чистых и смешанных насаждениях. ТИУНЧИК В. К., ЛАНТУХ В. С., КАЛИНИН М. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 1, с. 18—22.

Приводятся экспериментальные данные регенеративной способности корней сосны и дуба в смешанных сосново-дубовых древостоях естественного происхождения. Установлено, что под влиянием механических повреждений корней биологическая устойчивость сосны обыкновенной в 90—100-летнем возрасте увеличивается по сравнению с дубом черешчатым. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*232.324.3.001.57

К вопросу оптимизации структуры древостоя при выращивании леса с учетом конкуренции деревьев. КОСТЕНЧУК Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 22—26.

Обсуждаются вопросы повышения продуктивности и устойчивости однопорodных лес-

ных культур. Предложены конкретные пути оптимизации пространственной и качественной структур искусственных древостоев. Ил. 1. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 625.731.001.2

Воздействие на дорожную одежду нагрузки, изменяющейся со временем. БУРЯК Е. С., УВАРОВ Б. В., ШЕЛКУНОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 27—31.

Приводится общее решение осесимметричной задачи теории упругости, пригодной для расчета напряжений и перемещений в двухслойном основании от воздействия нагрузки, изменяющейся со временем. Конкретно решена задача по определению осадки поверхности двухслойного основания и определена активно колеблющаяся масса дорожного покрытия. Задача реализована по программе, составленной на языке ФОРТРАН. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*323.13.002 5-114

Число деревьев, срезаемых с одной стоянки валочно-пакетирующей машиной. КАПУСТИН В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 31—36.

Среднее число деревьев, срезаемых с одной стоянки широкозахватной ВПМ, предлагается определять с учетом свободного места между деревьями для проезда машины. Доказано, что площадь свободного места распределяется по показательному закону и ее математическое ожидание равно средней площади, занимаемой одним деревом. Расчетное число деревьев, срезаемых ВПМ с одной стоянки, определенное по предлагаемой методике, близко их фактическому числу, полученному при работе ВПМ. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 629.114.3.001.2

Влияние инерционных масс на мощностной баланс лесовозного автопоезда при колебаниях нагрузки. БОГОМАС Г. Д., РОМАНЕНКО В. И., СЕДОВ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 36—38.

Анализируется баланс мощности лесовозного автопоезда в неустановившемся режиме, предлагается методика определения затрат мощности на преодоление инерционности масс лесовозного тягача при нагрузке, изменяющейся по синусоидальному закону. Ил. 1.

УДК 630*36.001.57

Экспериментальные исследования влияния упругого звена на динамику щитового бревно-сбрасывателя. НАРТОВ П. С., ХАНКИН Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 38—41.

Приводятся экспериментальные данные по динамическим процессам, протекающим в щитовом бревно-сбрасывателе в момент сбрасывания сортимента. Показано положительное влияние упругих элементов, включенных в конструкцию исследуемого механизма, на снижение в нем импульсных динамических нагрузок. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*333

Определение вероятности захвата деревьев машинами манипуляторного типа на выборочных рубках. САБОВ В. В., КУЧЕРЯВЫЙ В. И., ТОРЛОПОВ В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 41—43.

Приведена методика расчета доступности деревьев манипуляторами лесозаготовительных машин при проведении выборочных рубок. Установлена вероятность захвата деревьев в

зависимости от вылета манипулятора и плотности насаждений. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*376.34

О свободном торможении плота в речном потоке. МЕЛЬНИКОВ Л. В., ЧЕКАЛКИН К. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 43—46.

Дается теоретическое решение задачи по определению пути и времени торможения плота в речном потоке за счет сил сопротивления воды его движению. Решение поставленной задачи необходимо при конструировании агрегатов для остановки плотов. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.093.001.572

Об одном подходе к расчету выхода заготовок из обрезных пиломатериалов. КРЫЛОВ Г. В., ПЯТКОВ В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 47—50.

Рассмотрена методика определения выхода заготовок из обрезных пиломатериалов, основанная на идее использования статистических закономерностей распределения сучков на пласти досок. Приведены основные расчетные формулы. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 621.914.1.001.24

К расчету мощности на фрезерование бревен торцовыми фрезами. ТИМОФЕЕВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 50—54.

Приведена методика расчета мощностных затрат при фрезеровании бревен торцовыми фрезами. Расчеты выполнены с использованием касательной силы резания на ноже и по удельным энергозатратам. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 62.493:630*363.7

Теоретическое исследование движения щепы в трубопроводе при боковом ее удалении из дисковой рубильной машины. НЕВЗОРОВА Л. Г., ЛАУТНЕР Э. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 54—59.

В статье предлагается математическая модель движения щепы в трубопроводе, наклоненном к горизонту, для тех случаев, когда скорость воздуха в нем меньше скорости устойчивого пневмотранспортирования щепы. Исследования необходимы для повышения эффективности процесса удаления и дальнейшего транспортирования щепы, выбрашиваемой из дисковых рубильных машин с боковым безударным ее удалением. Ил. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 533.6.011

О расчете распределений тангенциальной скорости в циклонной кольцевой камере. САБУРОВ Э. Н., ОСТАШЕВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 59—64.

Предложена методика расчета распределений тангенциальной составляющей скорости в кольцевой наклонной камере. Методика обеспечивает вполне удовлетворительную точность расчетов. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 691.116

Некоторые вопросы совершенствования клееных деревянных конструкций в процессе изготовления. СВЕТОЗАРОВА Е. И., СЕРОВ Е. Н., ЛАБУДИН Б. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 65—68.

В статье предлагается, на основании увеличения загруженности технологического оборудования для изготовления клееных деревянных конструкций, целесообразная номенклатура конструкций, поддающаяся освоению на существующем оборудовании, что позволяет увеличить их выпуск. Кроме того, предлагается максимальная загрузка малоисполь-

зуемого оборудования, широкое применение гидравлических прессов, сокращение работ на наполных прессах, сращивание элементов на силовой «зубчатый шип», косой раскрой длиномерных блоков, рациональное дооснащение оборудования. Ил. 4.

УДК 674.816-41

Исследование клеящей способности лигносульфонатов. ПАНТЮХОВ В. П., ЭЛЬБЕРТ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 69—71.

Изучены клеящие свойства лигносульфонатов. Показана принципиальная возможность использования лигносульфоната аммония в качестве связующего для древесных плит. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.252.001.5

Свойства оборотного брака бумаги с латексной проклейкой. ЧЕРНАЯ Н. В., КОЛЕСНИКОВ В. Л., ГРИДЮШКО Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 71—74.

В статье определены количественные характеристики влияния многократного повторения операции роспуск — отлив на разрывную длину, влагопрочность, степень проклейки (по Коббу), сопротивление излому и степень удержания каучукового вещества латекса БСК-65/3 в структуре бумажного листа, изготовленного из диспергированного мокрого и сухого браков бумаги с латексной проклейкой. Установлена целесообразность проведения процесса доклейки мокрого и сухого оборотных браков бумаги с латексной проклейкой вместо проклейки его совместно со свежеступающими волокнистыми полуфабрикатами. Ил. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 628.356.004.14

Пиролизированный активный ил и его использование для очистки сточных вод ЦБП от органических загрязнений. БОГДАНОВИЧ Н. И., КУЗНЕЦОВА Л. Н., ГЕЛЬФАНД Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 75—79.

Приведены результаты экспериментального исследования пиролиза активного ила, обезвоженного и высушенного в производственных условиях Архангельского ЦБК; полученный при этом коксовый остаток использовался для очистки сточных вод от органических загрязнений, характеризуемых показателями ХПК, БПК, цветностью и др. Ил. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 674.048.021:678.026.2

Воздействие атмосферных условий на свойства модифицированной полимераи древесины. ГЛУХОВ В. И., РАЙЧУК Ф. З., ШОЛХОВА А. Б., ХРУЛЕВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 80—82.

Изложены результаты исследования по старению древесины, модифицированной полиметилметакрилатом, под действием температуры, влаги и атмосферных условий. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 541.183:628.515

Использование глинистых минералов с клиноптилолитной составляющей для очистки газовых выбросов мебельного комбината от толуола. БЕЛЬЧИНСКАЯ Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 82—85.

Наличие в глинистой породе цеолитной составляющей — клиноптилолита — позволяет очищать газовые выбросы мебельного комбината от толуола. Степень очистки глинистыми газовыми выбросами повышается при их предварительной термической обработке. Оптимальная температура обработки 140—160 °С. «Время защитного действия» глини линейно увеличивается с повышением высоты столба исследуемых минералов в реакторе. Несмотря на то, что адсорбционная активность исследуемых глини в 10 раз меньше, чем у ак-

тивированных углей, использование глины, по-видимому, более целесообразно, так как их стоимость в среднем в 50 раз ниже. Ил. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 547.913:674.032.475.3

Исследование химического состава эфирных масел лиственниц японской, западной и американской. КРАСНОБОЯРОВА Л. В., КОЛЕСНИКОВА Р. Д., ЛАТЫШ В. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 85—88.

В статье изложены результаты экспериментальных исследований химического состава, физико-химических характеристик и содержания эфирного масла, выделенного из различного вида сырья (одно-, двухгодичные побегн, хвоя) лиственниц японской, западной и американской. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК. 676.11.082.1:631.811.98:674.032

Продолжительность действия стимуляторов на рост сеянцев ели и сосны в условиях тенли. КИПРИАНОВ А. И., ПРОКОРЧУК Т. И., ПОПОВА Л. Г., СОКОЛОВА Т. В., КИБАСОВА Е. Н., СЕДЫХ В. И., ЮРИНОВА А. А., МИТРОФАНОВА Л. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 89—96.

Исследована продолжительность действия стимуляторов на основе сульфатных черных щелоков на рост сеянцев ели и сосны (посевы в теплицах Гатчинской лесосеменной станции 1979—1981 гг.). Стимуляторы применяли путем предпосевной обработки семян или путем полива посевов в первом сезоне вегетации. Дополнительные обработки посевов стимуляторами не проводили. Установлено, что во втором сезоне вегетации сохраняются тенденции опережающего роста опытных сеянцев по сравнению с контрольными. Прирост высоты надземной части двухлетних сеянцев составил для сосны 22—59%, для ели 9—31%, диаметра корневой шейки для сосны 14—26%, для ели — 9—18% (по разным вариантам опытов). Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676.15.02.012.77

Предполагаемая экономическая эффективность производства древесной массы из лиственницы. МЕЛЬНИЧЕНКО Е. Д., СОМИНСКИЙ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 97—99.

Рассмотрены возможности получения древесной массы из лиственницы. Для оценки экономической эффективности различных способов производства выполнен сопоставимый расчет приведенных затрат. Ориентировочно определены масштабы производства древесной массы на основе лиственничной древесины. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 331.024.3

Социальное развитие коллективов и его связь с производительностью труда. КУЗЬБОЖЕВ Э. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 99—103.

Обсуждены методы и результаты экономико-математического анализа социальных факторов, показан способ оценки качества социального планирования, основывающийся на измерении уровня социального развития трудового коллектива. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*79

Экономическая эффективность производства технологической щепы в системе лесозаготовительных предприятий. САБАДИНА Н. И., КАРПОВА Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 103—106.

Рассматриваются пути повышения экономической эффективности производства технологической щепы, предлагаются рекомендации по выбору рациональных форм организации ее производства. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*526:65.011.56

Методы расчета оптимального числа пунктов учета лесоматериалов. МИХЛИ С. З. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 106—109.

Предложены критерии оптимизации и приведены методы расчета оптимального числа пунктов учета для двух основных схем поступления древесного сырья — через буферный склад и при его отсутствии. Ил. 1.

УДК 630*624:630*905.2

Планирование лесного хозяйства и совершенствование учета лесных ресурсов. ВОЛКОВ В. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 109—113.

Рассматриваются основные направления совершенствования учета лесного фонда, необходимого для разработки планов развития лесного хозяйства, и обосновывается наиболее перспективное из них.

УДК 674.032.476.3(575.1)

Болотный кипарис и его культура в Узбекистане. ЕЗИЕВ Л. Х. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 114—116.

Обобщены результаты обследования культуры в различных пунктах его интродукции в Узбекистане. Описана наиболее крупная в СССР роща болотного кипариса в Узунском лесхозе Сурхандарьинской области. Отмечены устойчивость болотного кипариса к резко континентальному климату, быстрота роста и обильное семеношение. Выявлено, что всхожесть семян болотного кипариса колеблется от 1 до 40%. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*811

Категории декоративности древесины явора, произрастающего в Карпатах. БОЖОК А. А., ВИНТОНИВ И. С., ИВАНОВ О. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 117—118.

Изучены условия местообитания явора в Украинских Карпатах и приведена характеристика его морфологических форм. По результатам исследований установлены категории декоративности древесины этой формы с учетом крупности и количества «глазков» на внешней корке ствола. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*431.2

Исследование условий высушивания лесных горючих материалов. ДИЧЕНКОВ Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 119—120.

Исследованы условия высушивания лесной подстилки сосновых, еловых и березовых молодняков, а также условия испарения с открытой водной поверхности. Установлено, что основным фактором испарения воды является солнечная радиация. Учет ее в сочетании с метеорологическими факторами будет способствовать повышению точности лесопожарного прогнозирования. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 658. 581:629.114.2

Исследование наработки трелевочного трактора класса 40 кН (4 тс). ПЕЛЕНКОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 120—122.

Показано, что месячная наработка трактора, как случайная величина, описывается распределением Грама — Шарля и в рассматриваемых зонах различается незначительно. Приводятся значения параметров распределения по каждому временному периоду, что позволяет рассчитать вероятность появления любого значения месячной наработки. Годовая наработка трактора в реальных условиях эксплуатации на 22% ниже по сравнению с применяемой ныне. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 630*36-2:62-192

Расчетная оценка надежности элементов лесозаготовительных машин по критерию прочности. КУЧЕРЯВЫЙ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 122—127. Приведена методика расчетной оценки надежности элементов лесозаготовительных машин с учетом характеристик прочности, внутренних силовых факторов и размеров сечений. Числовые характеристики расчетных напряжений получены по условию прочности в детерминированном виде, с использованием метода линеаризации. Полученные формулы, для вероятности неразрушения элементов, позволяют оценить влияние рассеивания характеристик прочности, нагрузок в эксплуатации и размеров сечений на снижение надежности проектируемых элементов при заданном коэффициенте запаса прочности. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*848

О полндревесности штабеля лесоматериалов, ограниченных жесткими опорами. ХОЛЫВИН В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 127—129. Приведены аналитические и экспериментальные исследования полндревесности штабеля лесоматериалов, ограниченного жесткими опорами. Расчетные значения коэффициента полндревесности удовлетворительно согласуются с данными экспериментальных исследований. Погрешность уравнения не превышает 7%. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.038.3:311.216

О методе измерения плотного объема круглых лесоматериалов по суммарной площа-

ди торцов. МАЦКЕВИЧ Д. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 129—131.

В статье рассмотрена актуальность и сущность метода измерения объема лесоматериалов. Показано, что принятая формула реализации метода неточна, предлагается новая формула, исключающая систематическую погрешность.

УДК 630*905.2:061.3

Координационное совещание в Брянском технологическом институте. МУРАХТАНОВ Е. С., ТИХОНОВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 132—133.

Николай Ильич Федоров (к 60-летию со дня рождения). СОТРУДНИКИ КАФЕДРЫ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЛЕСА И ПРОБЛЕМНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ БЕЛОРУССКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 134.

Соломон Абрамович Сапотницкий (к 70-летию со дня рождения). ДЕКАНАТ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ЛТА. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 135.

О конкурсах, проводимых Всесоюзной ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени академией сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина в 1986 г. на соискание золотых медалей имени выдающихся ученых. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 136—137.