

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

6

1985

Библиотека
Архангельского
лесотехнического
института
им. В. В. Куйбышева

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), доц. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), проф. Н. М. Белая, доц. Е. М. Боровиков, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчаль, проф. И. В. Воронин, проф. И. И. Гусев, проф. Ю. Я. Дмитриев, доц. Г. Л. Дранишников, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. В. Г. Кочегаров, проф. Э. Д. Левин, проф. П. Н. Львов, проф. Н. В. Маковский, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Э. Н. Фалалеев, проф. Н. И. Федоров, проф. 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» № 6

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

Сдано в набор 11.09.85. Подписано в печать 09.12.85. Ст. 93322.
Форм. бум. 70×108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 15,38. Тираж 1650 экз. Заказ 7599. 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.

ЗАХВАТЫВАЮЩАЯ ПЕРСПЕКТИВА СОЗИДАНИЯ

Наша страна идет навстречу знаменательному событию — XXVII съезду Коммунистической партии Советского Союза. Это будет исторический съезд: он примет новую редакцию Программы партии, изменения в Уставе КПСС и Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года.

В соответствии с решениями октябрьского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС повсеместно началось всенародное обсуждение этих важнейших документов. В высшей школе программные предсъездовские материалы изучают и студенты, и преподаватели. Уже сейчас глубокие основополагающие идеи и положения проектов новой редакции Программы КПСС и Основных направлений надо не только изучить и усвоить, но и не откладывая готовиться к их осуществлению. Задачи ставятся эпохальные, и надо дорожить каждым кварталом, месяцем для воплощения их в жизнь.

«Упорный труд советского народа, крупные успехи в экономике, социальной и политической сферах, науке и культуре,— говорится в проекте новой редакции Программы партии,— вывели нашу страну на новые исторические рубежи, открывшие этап развитого социализма. В порядок дня встала задача всемерного и всестороннего совершенствования социалистического общества, более полного и эффективного использования его возможностей и преимуществ... Выдвигаемая партией задача ускорения социально-экономического развития страны требует глубоких сдвигов прежде всего в решающей сфере человеческой деятельности — экономике... Должен быть обеспечен переход к экономике высшей организации и эффективности со всесторонне развитыми производительными силами, зрелыми социалистическими производственными отношениями, хорошо отлаженным хозяйственным механизмом. Уже до конца 2000 года должно быть достигнуто удвоение производственного потенциала страны при его коренном качественном обновлении». Производительность общественного труда за этот период должна возрасти в 2,3—2,5 раза. Это будет решающим шагом в достижении по этому важнейшему показателю высшего мирового уровня.

В качестве одного из главных средств решения этих задач выступает научно-технический прогресс. Всемерное его ускорение партия рассматривает как ключевую политическую и хозяйственную задачу. Необходимо «решительно поднять роль науки и техники в качественном преобразовании производительных сил, переводе экономики на рельсы всесторонней интенсификации, повышении эффективности общественного производства»,— записано в проекте Основных направлений экономического и социального развития.

На эту огромную работу будут мобилизованы все наши научные силы. И в проекте новой редакции Программы партии, и в проекте Основных направлений подчеркивается необходимость укрепления взаимодействия всех организационных форм науки — академической, вузовской, отраслевой. «Принять меры к значительному улучшению использования научного потенциала высшей школы, существенно расширить объем проводимых научных исследований и разработок, добиться резкого повышения их народнохозяйственной отдачи»,— указано в проекте Основных направлений экономического и социального развития СССР. Как коренная задача рассматривается укрепление связи науки с производством, создание новых организационных форм интеграции науки, техники и производства, обеспечивающих быструю реализацию научных идей, усиление ответственности научных организаций за уровень исследований, а производства — за их внедрение.

Эти большие задачи подтверждают ту высокую оценку, которая была дана возможностям вузовской науки Генеральным секретарем ЦК КПСС товарищем М. С. Горбачевым на апрельском (1985 г.) Пленуме ЦК КПСС и совещании по научно-техническому прогрессу в ЦК КПСС 11 июня 1985 г. Эту оценку необходимо оправдать, организовано завершив исследования по планам одиннадцатой пятилетки, настойчиво внедряя в производство результаты исследований, освобождаясь на пороге новой пятилетки от хронических недостатков неактуальности, параллелизма, мелкотемья и др., развивая положительный опыт создания крупных хозрасчетных научных объединений, вовлекая в научную работу основную массу студенчества.

Новая — двенадцатая — пятилетка станет поворотным этапом в осуществлении стратегических целей КПСС, всего нашего общества. В проекте Основных направлений сформулированы конкретные задачи и установлены рубежи на 1986—1990 годы для всех отраслей народного хозяйства. Весь прирост национального дохода предстоит обеспечить за счет роста производительности труда; его материалоемкость

уменьшить на 4—5 процентов, энергоемкость — на 7—9, металлоемкость — на 13—15 процентов. В итоге себестоимость продукции и работ должна снизиться в промышленности на 4—5, строительстве — на 2—3, в совхозах — на 5—7 процентов.

В промышленности опережающими темпами будут развиваться обрабатывающие отрасли; объем производства в них возрастет на 25—28 процентов против 11—13 процентов в добывающих. Ресурсосбережение провозглашается как решающий источник удовлетворения растущих потребностей народного хозяйства отныне и на перспективу. Особый акцент в программных документах сделан на требование всемерного повышения качества продукции.

Большие и ответственные задачи поставлены в двенадцатой пятилетке перед лесным комплексом СССР:

«В лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности обеспечить улучшение использования лесосырьевых ресурсов, прежде всего путем повышения комплексности переработки древесного сырья, создания предприятий по воспроизводству лесов, заготовке и переработке древесины. Опережающими темпами развивать химическую и химико-механическую переработку древесного сырья, особенно в районах его заготовки. Увеличить выпуск целлюлозы на 15—18 процентов, бумаги — на 11—15 процентов, древесноволокнистых плит — на 17—20 процентов, картона и древесностружечных плит — примерно в 1,3 раза. Довести в 1990 году переработку мягколиственной древесины до 65—70 млн. куб. метров и использование древесных отходов — до 70—75 млн. куб. метров. Увеличить производство мебели на 33—35 процентов, улучшить ее качество и ассортимент. Обеспечить рост производства картонной тары примерно в 1,7 раза. Повысить производительность труда на 14—16 процентов и снизить себестоимость продукции на 2—3 процента».

«В лесном хозяйстве улучшить воспроизводство и использование лесных ресурсов, шире внедрять достижения науки, зональные системы хозяйства, химизацию и механизацию производства. Интенсивнее использовать земли лесного фонда, увеличить объемы работ по защитному лесоразведению и облесению пастбищ в пустынных и полупустынных районах. Усилить контроль за рациональным использованием лесосырьевых ресурсов, а также охрану лесов от пожаров, защиту их от вредителей и болезней. Развивать в Европейско-Уральской зоне постоянную сырьевую базу для целлюлозно-бумажной промышленности».

Чтобы одолеть эти высокие для лесного комплекса рубежи, потребуются большие усилия производства и отраслевой науки, нужна помощь лесной высшей школы. Эта помощь состоит прежде всего в подготовке достаточного количества высококвалифицированных инженерных кадров. Предстоит серьезная перестройка, чтобы выполнить поставленную в проекте Основных направлений задачу: внедрить при подготовке специалистов с высшим образованием эффективные методы и целевые формы обучения, осуществить курс на подготовку в высшей школе специалистов широкого профиля.

В программных партийных документах четко определены роль и место всех сфер деятельности советских людей. Каждый член нашего общества находит в них пути раскрытия своих способностей, неограниченный простор для приложения творческой активности и в то же время ясно ощущает, что все наши планы направлены на благо советского человека, укрепление экономической и оборонной мощи родины Октября.

«Результатом этих преобразований явится качественно новое состояние советского общества, говоря словами Ленина, — «цельный социализм», в полной мере раскрывающий огромные преимущества нового строя во всех сферах жизни. Тем самым будет сделан исторический шаг вперед на пути к высшей фазе коммунизма», — провозглашает проект новой редакции Программы ленинской партии. Этим высоким и светлым идеалам посвящены все жизненные устремления и помыслы, труд советских людей!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*5

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ВЫБОРОЧНОЙ ТАКСАЦИИ
ЛИСТВЕННИЧНЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЯКУТИИ

В. А. КУДЕЛЯ, А. З. ШВИДЕНКО

Украинская сельскохозяйственная академия

Математико-статистические (выборочные) методы таксации отдельных древостоев в современной лесоинвентаризации приобретают все большее значение. В практику деятельности предприятий В/О Леспроект постепенно внедряется системный подход в применении выборочных методов (ВМ) как по комплексности поставленных целей, так и по увязке с пространственной и параметрической структурой устраиваемых объектов [1, 2, 5]. Значительная роль ВМ предусмотрена основными документами на разработку информационных подсистем ОАСУ-лесхоз. Поэтому дальнейшее совершенствование теории и практики применения ВМ, обоснование оптимальных нормативов и технологий, особенно для мало изученных категорий насаждений, имеет определенное значение.

Лиственничные древостои Якутии, будучи наиболее представленной формацией региона [4, 7], являются важным объектом промышленного использования, особенно в связи с перспективным народнохозяйственным освоением территорий, прилегающих к БАМу, и предстоящим строительством железной дороги в Якутии.

Основной экспериментальный материал получен в спелых и перестойных лиственничных древостоях Центральной Якутии (Лено-Амгинское междуречье); дополнительный материал* собран в Забайкалье (Верхне-Баргузинский лесхоз) и на западе Хабаровского края (Ургальский лесхоз).

Исходные данные представлены 71 таксационным выделом, где проведена специально спланированная выборочно-перечислительная таксация, 3 выделами с рубкой учетных деревьев (срублено 1310 деревьев) и 9 выделами, в которых выполнены измерительные работы для имитационного моделирования по программе СОПП, а также результатами моделирования по программе МОГОЛ [1, 6]. Приводимые ниже результаты основываются на данных обработки свыше 10 тыс. круговых пробных площадей (КПП) различного размера.

Исследуемая категория представлена в основном чистыми древостоями с небольшой примесью (как правило, не более единицы в составе) лиственных пород. Преобладающие типы леса — брусничники, разнотравные, багульниковые [7]. Насаждения III—V классов бонитета, диапазон полнот от 0,4 до 0,8. Высота над уровнем моря — 200—300 м, средний угол уклона — 15°.

Древостои различных типов возрастной структуры, однако преобладают (75 % материала) разновозрастные (по классификации И. В. Семечкина [3]). Усредненные параметры распределения диаметра (коэффициент изменчивости, асимметрия и эксцесс) соответственно равны 34 %; +0,56; +0,20. Поскольку глазомерное определение типов возрастной структуры сопровождается значительными неконтролируемыми ошибками и преобладает один тип, нормативы выборочной таксации определяли для спелых лиственничников в целом.

Методика работы принята по [1, 5]. В качестве критерия оптимальности использованы затраты времени при фиксированной точности определения запаса (M). Испытывали КПП постоянного радиуса и реласкопические. Размещение проб систематическое, по квадратной сетке.

* В сборе дополнительного экспериментального материала приняли участие П. В. Соколюк, М. П. Носа, А. В. Тринько.

Поскольку сумма площадей сечений G — непосредственно измеряемый признак, а точность оценки G и M практически функционально связана, обоснование оптимального размера КПП произведено по данным изучения изменчивости сумм площадей сечения. Как показано в [1, 5], оптимален размер КПП, обеспечивающий минимум выражения:

$$F = n\varphi(m) + \psi^{-1}(\alpha, \beta) \sqrt{nS} + \lambda \left(p - \frac{tf(m)}{\sqrt{n}} \right), \quad (1)$$

где n, m — число (в пределах выдела) и размер КПП;

$\varphi(m)$ — затраты времени на таксацию одной КПП, рассматриваемые как функция ее размера;

$f(m)$ — коэффициент изменчивости сумм площадей сечений, являющийся в пределах древостоя функцией размера КПП;

p — относительная точность таксации;

t — коэффициент Стьюдента;

λ — множитель Лагранжа;

$\psi(\alpha, \beta)$ — скорость движения измерительной группы между КПП, рассматриваемая как функция угла уклона местности α и факторов, затрудняющих движение β ;

S — площадь выдела.

Функции $\varphi(m)$ и $\psi(\alpha, \beta)$ определяются на основе данных хронометража и, как показали наши исследования в различных категориях древостоев, в среднем могут быть выражены формулами:

$$\varphi(m) = 0,8 + (30 + 0,2313N + 0,312 \cdot 10^{-4}N^2)(m + 0,35); \quad (2)$$

$$\psi(\alpha, \beta) = 1,815 - 0,15\alpha \quad (\alpha \leq 15^\circ), \quad (3)$$

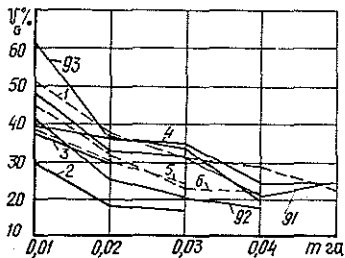
где N — число стволов на 1 га;

α — средний уклон местности.

Формула (1) основана на учете относительной погрешности оценки $M(G)$. Несмотря на общепринятость подобного подхода, он не является оптимальным, поскольку не связан со значениями функции потерь (от неточного учета) конкретного таксационного выдела. Поэтому, используя подход, аналогичный формуле (1), мы рассмотрели также варианты, обеспечивающие минимум затрат времени при установленной абсолютной ошибке оценки сумм площадей сечения (запаса).

Хотя в пределах древостоя зависимость изменчивости сумм площадей сечения от размера КПП почти функциональная (на рисунке показаны невыравненные экспериментальные данные), в целом несомненно

влияние таксационных показателей древостоев на V_G при равных m . Это обстоятельство вызывает необходимость применения многомерного анализа однородности выделов. В табл. 1 приведена выдержка из корреляционной матрицы (анализировалось 14 таксационных показателей), в которой обозначено: G — сумма площадей сечения, A, D, H — средние возраст, диаметр, высота древостоя; B — бонитет, P — полнота, N — число стволов, α — средний угол уклона, T — тип леса (кодирован), V_G и σ_G — соответственно коэффициент изменчивости и среднее квадратичное отклонение сумм площадей сечения на КПП.



Зависимость коэффициента изменчивости сумм площадей сечения V_G от размера КПП m . Цифрами указаны номера пробных выделов.

Таблица 1

Корреляционная матрица ($r \times 100$)

Показатели	A	D	H	M	Б	P	N	G	T	α
V_G	19	31	01	01	-56	-53	-48	-09	01	26
σ_G	12	38	47	-38	41	-11	50	40	06	-42
V_N	24	19	-12	17	-45	-43	-42	-09	03	24
σ_N	-18	-74	-48	42	43	84	24	-19	-07	-51

Как следует из табл. 1, между показателями изменчивости (V_G , σ_G) сумм площадей сечения и таксационными показателями древостоев существует значимая зависимость (критическое значение коэффициента корреляции на 5 %-ном уровне значимости 0,19). Отчетливо также влияние размера КПП. Это позволило методами вариантного моделирования по программе Регана [6] получить ряд зависимостей, которые приведены в табл. 2 (Q — множественное корреляционное отношение).

Таблица 2

Модели зависимостей показателей изменчивости G и N на КПП от таксационных показателей древостоев

Номер уравнения	Уравнение	Q
4	$V_G = 12,81 m^{-0,339} G^{-0,884} D^{0,739}$	0,74
5	$V_G = 54,29 - 231,5m - 59,3P + 0,889D$	0,66
6	$\sigma_G = 0,13 m^{-0,386} D^{0,788}$	0,79
7	$\sigma_G = 2,66 - 68,55m + 0,26D$	0,69
8	$V_N = 6,86m^{-0,237} G^{-0,525} D^{0,648} B^{0,399}$	0,60
9	$\sigma_N = 1,23m^{-0,184} B^{0,503} N^{0,619}$	0,87

В уравнения (4) — (9) включены только показатели, значимо влияющие (на 5 %-ном уровне) на изменчивость G и N : размер КПП, полнота (абсолютная и относительная), либо величины, ее определяющие. В качестве примера в табл. 3 приведены V_G для G , равного 10 и 20 м² при разных диаметрах, вычисленные по формуле (4) — табл. 2.

Таблица 3

Коэффициент изменчивости сумм площадей сечения на КПП

Средний диаметр, см	Коэффициент изменчивости V_G для							
	$G = 10$ м ² при КПП, га				$G = 20$ м ² при КПП, га			
	0,01	0,02	0,04	0,06	0,01	0,02	0,04	0,06
12	50	40	31	27	27	21	17	15
16	62	49	39	34	34	27	21	18
24	84	66	52	46	45	36	28	25

Используя данные табл. 2, можно рассчитать оптимальные параметры выборочных схем по формуле (4) с учетом (1) и (2) для различных сочетаний m , G и D . Расчеты, проведенные для $10 \leq G \leq$

≤ 25 м²/га, $12 \leq D \leq 24$ см, относительной погрешности 5 и 10 % (вероятность 0,68), привели к следующим усредненным выводам: 1) во всех случаях оптимальный размер КПП находится в пределах $0,02 \leq m \leq 0,06$ га; 2) выигрыш в эффективности ВМ, понимаемый как величина, обратная затратам времени на оценку G с фиксированной точностью, достигает за счет использования оптимальных нормативов (по сравнению с едиными размерами КПП, принятыми при лесоустройстве) величин порядка 20—30 %; 3) увеличение G и P (равно как и основной ошибки среднего s) сдвигает оптимальные величины m к меньшим значениям, увеличение D — к большим; 4) влияние размера выдела на изменчивость G установить не удалось, по-видимому, из-за больших площадей выделов; для частей выделов площадью от 10 до 30 га наблюдается тенденция понижения V_G в среднем на 0,01 на каждый гектар уменьшения площади.

В табл. 4 в качестве примера приведены данные для средних условий (p — относительная погрешность; s — основная ошибка среднего, м²; расчеты проведены для вероятности 0,68).

Таблица 4

Оптимальные параметры выборочной схемы

Погрешность оценки	Средний диаметр, см	Оптимальный размер КПП, га	Число КПП для выделов площадью, га			
			10	20	30	
$p = 5 \%$	12	$\frac{0,025}{0,02}$	$\frac{33}{13}$	$\frac{40}{15}$	$\frac{48}{18}$	
		$\frac{0,04}{0,03}$	$\frac{42}{15}$	$\frac{50}{17}$	$\frac{60}{21}$	
	24	$\frac{0,06}{0,05}$	$\frac{59}{32}$	$\frac{69}{37}$	$\frac{83}{45}$	
		$s = 0,5$ м ²	12	$\frac{0,03}{0,02}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{42}{58}$
	16		$\frac{0,04}{0,03}$	$\frac{45}{56}$	$\frac{54}{67}$	$\frac{65}{81}$
		24	$\frac{0,06}{0,04}$	$\frac{62}{83}$	$\frac{74}{99}$	$\frac{89}{120}$

Примечание. В числителе — данные для $G = 10$ м²/га; в знаменателе — для $G = 20$ м²/га.

Данные табл. 4 еще раз иллюстрируют недостаточность относительной ошибки как показателя оценки точности: получается, что чем меньше среднее значение сумм площадей сечения, тем большее число КПП надо заложить, чтобы обеспечить одинаковую относительную ошибку оценки среднего, в то время как функция потерь возрастает с увеличением G .

Нормативы ВПТ достаточно трудоемки. Трудоемкость работ может быть уменьшена путем частичного использования реласкопической таксации. В табл. 5 приведены коэффициенты изменчивости G на реласкопических пробных площадях (РПП) с различным реласкопическим коэффициентом (РК). Путем, аналогичным приведенному выше, были определены оптимальные величины РК. В табл. 6 указаны рекомендуемые РК и количество РПП, дающие оценку с погрешностью 5 и 10 % при вероятности 0,68. Как следует из приведенных данных, РК возрастает с увеличением среднего диаметра и снижением точности оценки.

На основе данных имитационного моделирования по программе МОГОЛ было установлено, что на КПП постоянного радиуса отношение $V_G: V_N: V_D$ оказалось весьма устойчивым и равным 1:0,8:0,3, независимо от размера КПП, числа стволов, диаметра древостоя и значения G (отклонение ни в одном из случаев не превышало 0,07). Коэффициент изменчивости, как известно, является относительной средней квадратичной ошибкой одного наблюдения. Поэтому полученное отношение позволяет рекомендовать комбинированные методы таксации, сочетающие КПП и РПП.

Таблица 5
Изменчивость G при различных РК

Число стволов	Средний диаметр, см	Коэффициент изменчивости G при РК				
		0,5	1	2	3	4
400	15	24	34	50	62	76
	20	17	25	36	44	49
	25	11	18	25	35	43
700	15	19	27	37	47	58
	20	13	18	26	32	36
	25	8	14	22	25	33
1000	15	12	19	30	40	46
	20	10	14	24	30	39

Таблица 6
Рекомендуемая величина РК (числитель) и число РПП (знаменатель)

Число стволов	p %	Средний диаметр, см		
		15	20	25
400	5	$\frac{0,5}{24}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{13}$
	10	$\frac{1}{12}$	$\frac{2}{13}$	$\frac{3}{12}$
700	5	$\frac{0,5}{15}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{2}{20}$
	10	$\frac{2}{14}$	$\frac{4}{13}$	$\frac{4}{11}$
1000	5	$\frac{1}{14}$	$\frac{2}{22}$	—
	10	$\frac{3}{16}$	$\frac{4}{15}$	—

Средний диаметр и доля деловых стволов по ступеням толщины оценивается на КПП, которых целесообразно закладывать в объеме 1/3 от нормативных (например, приведенных в табл. 4), а остальные 2/3 дополнять за счет РПП. Сумма площадей сечения в таком варианте определяется по данным всех КПП и РПП, а число деревьев — расчетным путем. Если необходимо знать распределение диаметра, можно использовать закономерности таксационного строения древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Никитин К. Е., Швиденко А. З. Методы и техника обработки лесоводственной информации.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 270 с. [2]. Рабочие правила по проведению выборочной перечислительной и измерительной таксации при лесоустройстве.— Киев: Укр. лесоустр. предпр., 1979.— 38 с. [3]. Семечкин И. В. Особенности таксации древостоев в связи с типами возрастной структуры.— В кн.: Организация лесного хозяйства и инвентаризация лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1963, с. 3—18. [4]. Шанин С. С., Фалалеев Э. Н. Лиственный лес Сибири и вопросы хозяйства в них.— В кн.: Лиственница. Красноярск: Красноярск. ун-т, 1973, с. 3—20. (Межвуз. сб. тр.). [5]. Швиденко А. З. Теоретические и экспериментальные обоснования системы инвентаризации горных лесов зоны интенсивного ведения хозяйства: Автореф. дис. . . . докт. с.-х. наук.— Киев: УСХА, 1981.— 39 с. [6]. Швиденко А. З., Юдицкий Я. А. Программа множественного регрессионного анализа «Регана»: Инф. письмо.— Киев: УСХА, 1983.— 13 с. [7]. Щербачков И. П. Лесной покров Северо-Востока СССР.— Новосибирск: Наука. Сибир. отд-ние, 1975.— 343 с.

Поступила 26 ноября 1984 г.

УДК 630*5

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТАКСАЦИИ ЗАПАСА ДРЕВОСТОЕВ

Е. И. ЦУРИК

Львовский лесотехнический институт

Большинство применяемых методов определения запаса древостоев основывается на известных закономерностях распределения деревьев по их таксационным признакам. Эти закономерности, выявленные В. Вейзе, К. Вимменауером и Л. Фекете [1, 4], затем обобщенные в работах А. Шиффеля [8], Е. Герхардта [7] и, в особенности, А. В. Тюрина [5], нашли выражение в постулате о том, что среднее дерево древостою по объему может считаться также средним по другим объемобразующим таксационным признакам: диаметру, высоте и видовому числу [4]. Именно это теоретическое положение лежит в основе идеи средней модели при определении запаса древостоев.

Ниже интерпретируется зависимость точности определения запаса древостоев с учетом их таксационного строения, выражаемого не только характером распределения числа деревьев по таксационным признакам, но и показателями взаимосвязей между ними. Иными словами, с использованием методов математической статистики производится верификация данного постулата о среднем модельном дереве как основы применяемых методов и алгоритмов определения запаса древостоев.

Наиболее прост метод определения запаса M древостоя как суммы объемов V_i всех составляющих ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) древостой деревьев

$$M = \sum_{i=1}^N v_i. \quad (1)$$

Полагая (здесь и в дальнейшем), что ошибки определения объемов отдельных деревьев и их сумма как абсолютная ошибка определения запаса древостоя отсутствуют, формулу (1) можно считать точной. Однако метод таксации запаса древостоев по данной формуле весьма трудоемок и даже при научных исследованиях применяется крайне редко. Подеревная таксация запаса древостоев осуществляется лишь на пробных площадях при сплошной рубке всех деревьев и при использовании массовых таблиц объемов стволов и материалов сплошного перечёта; хотя, конечно, применение массовых таблиц не всегда обеспе-

чивает необходимую точность определения объемов отдельных стволов древостоя, а значит, и достаточную точность таксации его запаса.

Рассматривая запас M древостоя как произведение объема V некоторого среднего дерева на число деревьев N в древостое, можно записать:

$$M = NV. \quad (2)$$

Однако и этот внешне привлекательный метод вычисления запаса древостоя трудно осуществим. Поскольку деревья, образующие древостой, различны по площади поперечного сечения g_i , высоте h_i и видовому числу f_i , то нахождение среднего их представителя по объему, точно соответствующего требованию $V = M : N$, возможно лишь после определения суммы объемов всех деревьев древостоя, т. е. после вычислений по формуле (1). Получается парадокс: для определения запаса древостоя его величину требуется знать заранее; но тогда вычисления по формуле (2) теряют смысл.

Поэтому в таксационной практике объем среднего дерева древостоя V определяют, как правило, через другие основные объемообразующие показатели: среднюю площадь поперечного сечения G , среднюю высоту H и среднее видовое число F по формуле:

$$M = NGHF, \quad (3)$$

где NG — сумма площадей поперечного сечения древостоя.

Такой метод определения запаса древостоя основывается уже на известном гипотетическом допущении, что в таксируемом древостое существует некоторое среднее дерево, занимающее определенное место в ранжированном ряду среди других деревьев и являющееся одновременно средним не только по объему, но также по площади поперечного сечения, высоте и видовому числу. Данный метод является наиболее распространенным и базовым для большинства его разновидностей в перечислительной, выборочно-статистической и визуальной таксации. Однако до настоящего времени вопрос точного определения средних величин объемообразующих показателей является актуальным; все еще обсуждаются предложения о том, какие виды средних следует применять.

В теории и практике лесной таксации используются различные методы и подходы при вычислении средних величин (арифметических, квадратичных, взвешенных и др.), а также предложения по их применению. В частности, при расчете средних взвешенных величин таксационных признаков в качестве весов могут использоваться как площади поперечного сечения g_i , высоты h_i , видовые числа f_i , диаметры d_i деревьев, так и видовые высоты hf_i , видовые площади сечения gf_i , объемы равновеликих по высоте цилиндров gh_i и даже объемы стволов v_i (например, при определении среднего взвешенного возраста древостоя).

Для установления видов средних таксационных показателей, входящих в расчетную формулу (3), и для математико-статистической интерпретации этого алгоритма таксации запаса древостоя выразим объем i -того дерева в древостое v_i как произведение площади поперечного сечения g_i и видовой высоты hf_i . Тогда формулу (1) для определения запаса древостоя можно переписать следующим образом:

$$M = \sum_{i=1}^N g_i hf_i. \quad (1a)$$

Умножив и разделив выражение (1a) на число деревьев N , в соответствии с определением начальных, центральных и основных момен-

тов произведения двух статистических величин первого порядка, а также с учетом выраженной взаимосвязи между моментами, известными из математической статистики [2, 3], получим:

$$\begin{aligned} M &= \frac{N}{N} \sum_{i=1}^N g_i h f_i = N m_{g|h f} = N (m_{g|o} m_{o|h f} + v_{g|h f}) = \\ &= N (G_n H F_n + r_{g|h f} \sigma_g \sigma_{h f}) = N G_n H F_n \left(1 + r_{g|h f} \frac{C_g}{100} \frac{C_{h f}}{100} \right), \end{aligned} \quad (4)$$

где $m_{g|h f}$, $v_{g|h f}$ — начальный и центральный моменты произведения первого порядка двух статистических величин;
 $m_{g|o}$, $m_{o|h f}$ — начальные моменты первого порядка этих величин;
 $r_{g|h f}$ — основной момент произведения первого порядка (коэффициент корреляции) двух статистических величин;
 G_n , $H F_n$ — средние арифметические значения статистических величин (площадь поперечного сечения и видовая высота);
 σ_g , $\sigma_{h f}$ — основные отклонения этих статистических величин;
 C_g , $C_{h f}$ — коэффициенты вариации данных статистических величин, %.

В целях сокращения записей заменим в формуле (4) выражение, заключенное в скобках, соответствующим коэффициентом:

$$K_{g|h f} = 1 + r_{g|h f} \frac{C_g}{100} \frac{C_{h f}}{100}. \quad (5)$$

Тогда формула для определения запаса древостоя примет вид

$$M = N G_n H F_n K_{g|h f}. \quad (6)$$

Легко заметить, что коэффициент $K_{g|h f}$ в выражении (6) представляет собой величину, на которую необходимо корректировать произведение средних арифметических значений площади поперечного сечения G_n , видовой высоты $H F_n$ и числа деревьев N , чтобы получить точный запас древостоя. С другой стороны, как видно из формулы (5), коэффициент корректирования зависит прямо пропорционально от показателей строения древостоя: изменчивости данной пары таксационных признаков в древостое, а также характера и тесноты связи между ними, выражаемой коэффициентом линейной корреляции $r_{g|h f}$.

Поскольку интерпретируемая зависимость имеет место всегда при выражении суммы произведений двух статистических величин через их средние арифметические значения и число вариантов, то запишем:

$$H F_n = \frac{1}{N} \sum h_i f_i = H_n F_n K_{h f}. \quad (7)$$

Тогда формула для определения запаса древостоя примет вид

$$M = N G_n H_n F_n K_{g|h f} K_{h f}. \quad (8)$$

Таким же образом можно вывести и другие формулы для точного определения запаса древостоев, исходя из возможных вариантов представления сумм парных произведений таксационных признаков [6].

Использование средних взвешенных величин таксационных признаков при определении запаса древостоев (например средней взвешенной

высоты H_g по способу Лорея) не всегда основывается на строгом математическом обосновании, между тем поддается строгой регламентации и может быть оценено. Для этого найдем и выразим, прежде всего, взаимосвязь между средней арифметической T_n и средней взвешенной T_p величинами таксационного признака T , взвешенного через признак P :

$$T_p = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i p_i \right) : \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i \right) = \frac{m_{t;p}}{m_{o;p}} = \frac{m_{t;o} m_{o;p} - \mu_{t;p}}{m_{o;p}} =$$

$$= T_n \left(1 + r_{t;p} \frac{C_t}{100} \frac{C_p}{100} \right) = T_n K_{t;p}. \quad (9)$$

Из выражения (9) видно, что связь между средней взвешенной и средней арифметической величинами таксационного признака учитывает изменчивость взвешиваемого и используемого в качестве веса показателей, а также линейную корреляцию между ними. Здесь имеет место такая же закономерность взаимосвязи, как и в рассмотренных уже формулах точного определения запаса древостоя с использованием средних арифметических величин. Поэтому заменой средних арифметических величин и коэффициентов корректирования на соответствующие им значения средних взвешенных таксационных признаков можно получить различные варианты формул для точного определения запаса древостоев со смешанным применением средних арифметических и средних взвешенных значений [6]. В частности, путем такой замены находим следующие формулы:

$$M = NG_n H F_{g_i}; \quad (10) \quad M = NG_n H_g F_{gh_i}; \quad (11)$$

$$M = NGH_n F_{gh_i}; \quad (12) \quad M = NG_n H_{gf} F_g; \quad (13)$$

и другие, где индексы при таксационных признаках обозначают: n — средние арифметические; g , gh , gf — средние взвешенные через эти признаки.

Рассматривая различные варианты формул для точного определения запаса древостоев, нетрудно заметить, что все они предусматривают при вычислениях строго определенное сочетание средних арифметических величин таксационных признаков и соответствующих коэффициентов корректирования или (и) средних взвешенных величин, учитывающих изменчивость и корреляционную взаимосвязь объемобразующих таксационных показателей. Применение же математически не обоснованных формул недопустимо из-за систематических ошибок, которые одинаково возможны при определении запаса как по выборочной, так и по всей совокупности деревьев древостоя, например, при поперечном обмере и таксации.

Эти методические ошибки, имеющие, как правило, систематический характер, должны исключаться в лесотаксационных работах. Так называемые ошибки типичности, или репрезентативности, зависящие от способа и объема выборки моделей, нельзя смешивать с систематическими, допускаемыми при таксации запаса древостоев по математически не обоснованным формулам. Как известно [1, 4], ошибки репрезентативности могут быть устранены лишь при объеме выборки, близкой к генеральной совокупности деревьев в древостое. Но признавая необходимость устранения и уменьшения ошибок репрезентативности вообще, следует учитывать относительность точности лесотаксационных работ: «...причем,— как отмечал М. М. Орлов,— на первом месте должно быть требование о соответствии степени точности таксации леса с его ценностью» [4, с. 519].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Лесная таксация.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 512 с. [2]. Гусев И. И. Вариационная статистика.— Архангельск: АЛТИ, 1970.— 98 с. [3]. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений.— М.: Наука, 1971.— 576 с. [4]. Орлов М. М. Лесная таксация.— Л.: Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть, 1929.— 532 с. [5]. Тюрин А. В. Строение нормальных насаждений.— Лесн. хоз-во, лесопром-сть и топливо, 1923, № 1, с. 10—14; № 2—3, с. 27—28. [6]. Цурик Е. И. О точности методов таксации запаса древостоев.— Львов, 1983.— 36 с.— Рукопись представлена ЛЛТИ. Деп. в ЦБНТИ-лесхоз 3 окт. 1983, № 248лх-Д83. [7]. Gehrhardt E. Die theoretische und praktische Bedeutung und arithmetischen Mittelstammes.— Meiningen, 1901.— 20 s. [8]. Schiffl A. Über die gesetzmässigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen.— Zentralblatt f. d. g. Forstwesen.— Wien, 1903, H. 5 Ex, S. 19.

Поступила 4 февраля 1985 г.

УДК 630*812

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ПО ВЫСОТЕ СТВОЛА В СВЯЗИ С ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКОЙ

Г. Н. НЕКРАСОВА, О. И. ПОЛУБОЯРИНОВ, А. И. ФУРИН

Ленинградская лесотехническая академия

В современной древесиноведческой литературе значительное место занимает вопрос о распределении плотности древесины внутри ствола дерева. При его рассмотрении одни авторы [5, 6, 9, 11, 12] связывают картину изменения плотности с ростовыми процессами, другие [8, 13, 15] — со строительной механикой дерева. Последний подход полезен для разработки теории формы ствола [11], при решении проблемы ветроустойчивости деревьев и целых насаждений [7], ряда вопросов валки и транспортировки леса [4].

Поскольку в ранее опубликованных работах неоднократно указывалась решающая роль ветра в формировании древесного ствола, настоящее исследование было предпринято, чтобы выяснить, в какой степени вертикальные колебания плотности древесины взаимосвязаны с напряжениями, возникающими в стволе под действием ветровой нагрузки.

Для проведения исследований в разновозрастном еловом насаждении (Лисинский лесхоз Ленинградской области) было срублено 55 модельных деревьев, представляющих четыре 40-летних возрастных поколения. Их характеристика приведена в табл. 1. При обработке модельных деревьев был использован метод относительных высот, по которому ствол дерева раскрывали на 10 равных секций. В пределах каждой секции измеряли диаметр ствола, размеры сучьев, диаметры кроны и брали образцы для последующего лабораторного определения плотности и влажности древесины.

Плотность древесины находили методом измерения выталкивающей силы образца, погруженного в воду [6], по соотношению массы абс. сухой древесины и объема образца при влажности выше предела гигроскопичности. Рассчитанную таким образом условную плотность древесины и полученную весовым методом влажность использовали для расчета массы древесины ствола в свежесрубленном состоянии. Необходимые для расчета ветровой нагрузки данные о массе кроны находили с помощью уравнений, приведенных в работе [2] после предварительной проверки их пригодности применительно к объекту исследования.

Вес древесины и коры живых сучьев определяли по методике, изложенной в работе [3].

Нормальные напряжения от действия ветровой нагрузки рассчитывали в соответствии с методикой, представленной в работе [1].

Вычисляли силу ветра R (Н), действующую на участок кроны соответствующей секции:

$$R = C_R S \frac{\rho v^2}{2},$$

Таблица 1

Характеристика модельных деревьев

Показатели	Возрастные поколения, лет			
	41—80	81—120	121—160	161—200
Число деревьев	14	11	20	10
Возраст, лет	63	106	137	168
Диаметр на высоте 1,3 м, см	10	15	24	31
Высота, м	9,8	14,3	20,9	24,8
Объем ствола, м ³	0,0456	0,1538	0,4971	0,8273
Масса древесины ствола, кг	31,1	113,3	349,6	552,1
Протяженность кроны, м	5,5	8,1	12,2	15,1
» » %	56,1	56,6	58,4	60,9
Максимальный диаметр кроны, м	3,8	4,8	5,5	5,2
Масса кроны, кг	24,6	50,3	101,1	145,8
Плотность древесины ствола, кг/см ³	411	419	402	382

где C_R — коэффициент сопротивления, в данном случае принятый равным 0,5;

S — площадь проекции участка кроны на вертикальную плоскость, м²;

ρ — плотность воздуха, равная 1,225 кг/см³;

v — скорость ветра, м/с.

Площадь проекции участков кроны на вертикальную плоскость определяли после нанесения контура кроны на миллиметровую бумагу (с соблюдением масштаба).

В связи с тем, что скорость ветра изменяется с высотой, ее вычисляли отдельно для каждого участка кроны. При этом считалось, что в пределах каждого участка скорость ветра постоянна и равна скорости на уровне центра тяжести этого участка. Поскольку модельные деревья росли внутри древостоя, скорость ветра на уровне центра тяжести находили по формуле:

$$v = \left[2,22 \frac{h}{2} - 0,83 \left(\frac{h}{2} \right)^2 + 0,10 \left(\frac{h}{2} \right)^3 - 0,0029 \left(\frac{h}{2} \right)^4 \right] (0,076 v_0 + 0,063),$$

где h — высота центра тяжести участка кроны данной секции от поверхности земли, м;

v_0 — скорость ветра в открытом пространстве на высоте 10 м над землей, при расчетах принята равной 25 м/с.

Изгибающий момент силы ветра M_H (Н·м) в каждом сечении ствола определяли по формуле

$$M_H = \sum R_i X_i,$$

где R_i — ветровая нагрузка, действующая на i -тый участок кроны и приложенная в центре тяжести этого участка, Н;

X_i — расстояние от центра тяжести i -того участка кроны до рассматриваемого сечения, м.

Наконец, максимальные нормальные напряжения в поперечных сечениях ствола σ (МПа) были определены по формуле

$$\sigma = \frac{32M_H}{\pi d^3},$$

где d — диаметр ствола без коры на уровне рассматриваемого сечения, м.

Другие напряжения: сжатия под действием силы тяжести ствола и кроны, от перерезывающей силы, от крутящего момента, при несимметричной кроне, — в расчетах не учитывали из-за их малых значений. Не учитывалась также равнодействующая сила R ветровой нагрузки на стволе дерева ниже кроны.

Нормальные максимальные напряжения были определены в 10 сечениях по высоте ствола. Напряжения, возникающие в сечении у поверхности земли, выпали из общей закономерности и не были включены в дальнейшую обработку.

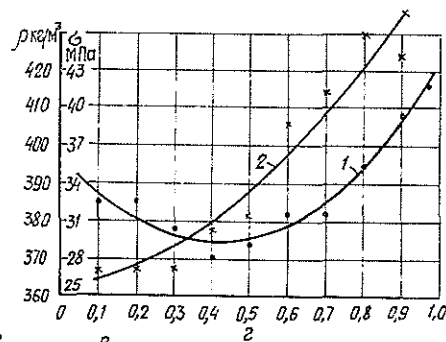
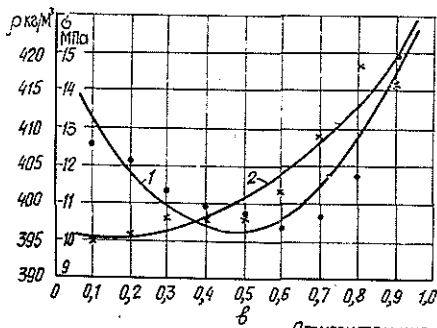
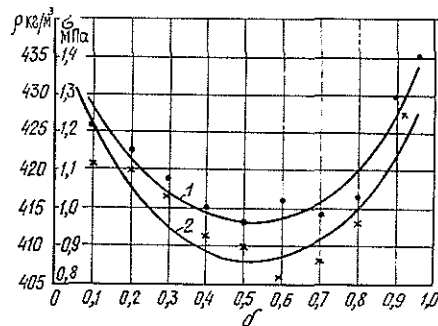
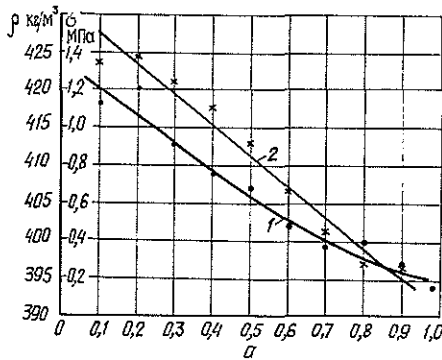
Полученные ряды значений плотности древесины и напряжений от ветровой нагрузки обработаны на ЭВМ БЭСМ-6.

Результаты представлены в табл. 2 и на рисунке. Оказалось, что изменение как плотности древесины, так и напряжений от ветровой нагрузки по высоте ствола аппроксимируется уравнениями второй степе-

Таблица 2

Изменение плотности древесины ($\rho_{\text{усл}}$ кг/м³)
и напряжений, вызываемых ветром (σ МПа),
по высоте ствола

Возрастные поколения, лет	Уравнение связи	Ошибка уравнения
41—80	$\rho = 424,55 - 42,66h - 12,50h^2$ $\sigma = 1,697 - 1,826h + 0,185h^2$	1,871 0,155
81—120	$\rho = 436,37 - 90,53h + 88,67h^2$ $\sigma = 1,405 - 2,094h + 1,992h^2$	2,57 0,095
121—160	$\rho = 421,08 - 104,75h + 110,98h^2$ $\sigma = 10,221 - 2,029h + 7,662h^2$	3,48 0,554
161—200	$\rho = 397,23 - 109,44h + 131,06h^2$ $\sigma = 24,162 + 10,173h + 17,110h^2$	3,00 2,470



Относительная высота ствола

Изменение плотности древесины и напряжений от ветровой нагрузки по высоте ствола у ели.

a — поколение 41—80 лет; b — 81—120; v — 121—160, z — 161—200 лет; 1 — условная плотность древесины; 2 — напряжения от ветровой нагрузки.

ни. Приведенные уравнения позволяют рассчитать значения исследованных показателей на любой относительной высоте ствола. Как видно на рисунке, плотность древесины снижается в направлении от комля к вершине примерно до середины ствола, затем этот показатель увеличивается. Исключение составляет самое молодое поколение, для которого характерно постоянное снижение плотности древесины на всем протяжении ствола от комлевой части до вершинной.

Распределение напряжений от ветровой нагрузки в продольном направлении ствола у деревьев разных возрастных поколений имеет

свои особенности из-за разной ветрозащитности и развитости их кроны. Так, у деревьев двух старших поколений, составляющих I ярус насаждения, кривые изменения напряжений сходны и свидетельствуют о возрастании этого показателя с высотой ствола.

Деревья поколения 41—80 лет по своему положению близки к подросту, кроны их защищены от сильных ветров верхним пологом насаждения и наибольшие напряжения приходятся на комлевою часть ствола. Поколение 81—120 лет занимает промежуточное положение: напряжения от воздействия ветра у деревьев этого поколения относительно высоки как в комлевой, так и в кроновой части ствола.

Кривые, характеризующие изменение плотности древесины и напряжений, возникающих от ветровой нагрузки, имеют одинаковую направленность. В частях ствола, испытывающих большие нагрузки, древесина более плотная. Некоторое отступление от этого правила имеется у двух старших возрастных поколений в комлевой части ствола, где структура древесины (характеризуемая ее плотностью), как оказалось, «рассчитана» на значительно большие нагрузки по сравнению с теоретически ожидаемыми.

В работах [1, 14] растущее дерево рассматривается как своеобразный саморегулирующийся организм, у которого, благодаря определенным соотношениям между высотой и диаметром, создается вполне ветроустойчивая конструкция. С изменением экологической обстановки достигнутая устойчивость может нарушиться, и на определенном участке ствола возникнут критические напряжения. В этом случае приток ростовых веществ может изменить форму ствола, увеличив его диаметр и, таким образом, упрочить ствол на данном участке. Однако такие деревья имеют меньшую высоту, и их побеждают конкуренты [10]. В проведенном нами исследовании было показано, что необходимая ветроустойчивость дерева обеспечивается также за счет целесообразного распределения плотности древесины в продольном направлении ствола. Оказалось, что это распределение находится в соответствии с действующими на каждом участке ствола ветровыми нагрузками.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белов С. В. Лесоводство.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—350 с. [2]. Гусев И. И., Соколов Н. Н. Объем сучьев и вес хвойной лапки в ельниках Севера.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 3, с. 25—29. [3]. Иевинь И. К., Дикельсон Э. О. Масса кроны осины, березы, ели в ельниках Латвии.—Лесн. хоз-во, 1962, № 4, с. 20—23. [4]. Коротяев Л. В. Исследование плотности свежесрубленной древесины северной ели.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 3, с. 35—40. [5]. Некрасова Г. Н., Полубояринов О. И. Распределение плотности древесины ели по высоте ствола и его связь с некоторыми биометрическими характеристиками дерева.—В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л.: ЛТА, 1984, с. 152—156. [6]. Полубояринов О. И. Плотность древесины.—М.: Лесн. пром-сть, 1976.—159 с. [7]. Скворцова Е. Б., Уланова Н. Г., Басевич В. Ф. Экологическая роль ветровалов.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—190 с. [8]. Chafe S. C. Variations in longitudinal growth stresses, basic density and modulus of elasticity with height in the tree.—Austral. Forest. Res., 1981, 11, N 1, p. 79—82. [9]. Duffield J. W. An evolutionary view of wood.—J. For., 1968, 66(a), p. 354—357. [10]. King D., Loucks O. L. The theory of tree bole and branch form.—Radiat. and Environ.—Biophys., 1978, 15, N 2, p. 141—165. [11]. Kollmann F. Bedeutung der Gaussschen Normalverteilung für Struktur, Sorption und Rheologie von Holz.—Holz als Roh- und Werkstoff, 1965, Bd. 23, N 5, S. 165—173. [2]. Kollmann F. Schwankungen von Wachstum, Zuwachs und spezifischer Masse (Rohdichte und Raumdichte) bei Hölzern.—Holz als Roh- und Werkstoff, 1978, Bd. 36, N 3, S. 111—119. [13]. Muller G. R. Drehmoment Biegefestigkeit und Windbelastung bei den Bäumen.—Forstwiss. Cbl., 1975, 94, N 1, S. 33—40. [14]. McMahon T. The Mechanical design of trees.—Sci. Amer., 1975, N 1, p. 93—102. [15]. Schniewind A. P. Horizontal specific gravity variation in tree stems in relation to their support function.—Forest Science, 1962, vol. 8, N 2, p. 111—118.

Поступила 14 июня 1984 г.

УДК 630*161.33 : 630*273.4

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ У СОСНЫ В СВЯЗИ С ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛИШАЙНИКОВЫХ БОРАХ

В. Н. КОНОВАЛОВ, А. А. ЛИСТОВ

Архангельский институт леса и лесохимии

Изучению пигментной системы растений как главного структурно-функционального звена фотосинтетического аппарата уделяется значительное внимание. Содержание пигментов в фотосинтезирующих органах может быть использовано в качестве показателя, определяющего потенциальную фотосинтетическую продуктивность растений, их реакцию на изменение экологических условий [2, 10, 12, 13]. Важным фактором, влияющим на содержание пигментов у растений, является уровень обеспеченности их элементами минерального питания.

Влияние минеральных удобрений на содержание пластидных пигментов древесных растений рассмотрено в ряде работ [4, 5—7, 9, 15]. Результаты этих работ показывают, что подкормка деревьев минеральными удобрениями, особенно азотными, сопровождается интенсивным накоплением хлорофилла и желтых пигментов в ассимиляционном аппарате. Однако годичная динамика фонда пигментов в хвое сосны под влиянием азотных удобрений изучена недостаточно, а в северо-таежных лесах Архангельской области ранее не рассматривалась. Нами в 1981—1983 гг. проведены опыты по изучению количественных изменений в составе фотосинтетических пигментов в онтогенезе хвои сосны в зависимости от дозы вносимого удобрения.

Исследования проводили в Лешуконском лесхозе Архангельской области (северная подзона тайги) в сосняке чисто лишайниковом; возраст насаждения 20—25 лет, состав 10С, высота 2—2,5 м. Предварительные исследования химического состава почвы (песчаный подзол) и хвои сосны показали крайне низкое содержание в них азота.

Удобрение (карбамид) внесено 9 июня 1981 г. в дозах: N120, N180, N240 в трехкратной повторности. В хвое 1981 г. в течение 1981, 1982 и 1983 гг. изучали динамику содержания хлорофиллов а и б, каротина, лютеина и виолаксантина. В 1981 г. взятие образцов приурочивали к разным фазам развития хвои: к периоду начального роста (июнь), интенсивного роста (июль), прекращения роста (август), зимнего покоя (январь—март). В июне и августе 1981 г. было также определено количество пигментов в хвое 1980 г.

Содержание пигментов устанавливали методом бумажной хроматографии по Д. И. Сапожникову [11] в свежесобранных образцах хвои. Из гомогената пигменты экстрагировали смесью спирта с ацетоном в соотношении 1 : 3 до полного извлечения. Желтые и зеленые пигменты разделяли одновременно в растворителе, состоящем из бензина (марки БР-1 «калоша») — петролейного эфира — ацетона в соотношении 20 : 5 : 4. Спектральные характеристики получаемого с бумаги элюата промеряли на ФЭК-М. Количественное содержание пигментов определяли по соответствующим градуировочным кривым и рассчитывали по формулам.

Рассмотрим результаты исследования.

1. Содержание хлорофилла и каротиноидов в хвое сосны на неудобренных делянках. Анализируя содержание пигментов в хвое в первый год ее жизни (см. табл.), находим, что наименьшее количество хлорофилла содержится в период до ее распускания (0,50 мг в 1 г сырого вещества). В дальнейшем в фазе активного роста в хвое происходит интенсивный синтез зеленого пигмента. К концу вегетации общее количество хлорофилла увеличивается до 0,67 мг/г. В зимний период после наступления отрицательных тем-

**Динамика накопления зеленых и желтых пигментов
в хвое сосны в разные периоды ее жизни,
мг/г сырого вещества, хвоя 1981 г.**

Дата	Хлорофилл				Каротиноиды			
	а	б	а + б	а : б	каротин	лютеин	виолаксантин	сумма
30.VI.81 г.	0,304	0,201	0,505	1,51	0,050	0,065	0,020	0,135
28.VII »	0,411	0,209	0,620	1,97	0,057	0,073	0,034	0,164
22.VIII »	0,453	0,215	0,668	2,10	0,069	0,084	0,050	0,203
24.I.82 г.	0,282	0,178	0,460	1,58	0,090	0,135	0,021	0,246
30.III »	0,299	0,176	0,475	1,70	0,080	0,129	0,045	0,254
29.V »	0,376	0,204	0,580	1,84	0,081	0,105	0,058	0,244
28.VI »	0,440	0,222	0,662	1,98	0,072	0,088	0,069	0,229
29.VII »	0,488	0,242	0,730	2,02	0,077	0,084	0,062	0,223
29.VIII »	0,520	0,259	0,779	2,01	0,087	0,093	0,059	0,239
15.I.83 г.	0,309	0,212	0,521	1,46	0,106	0,144	0,040	0,290
28.VIII »	0,561	0,289	0,850	1,94	0,085	0,116	0,081	0,282

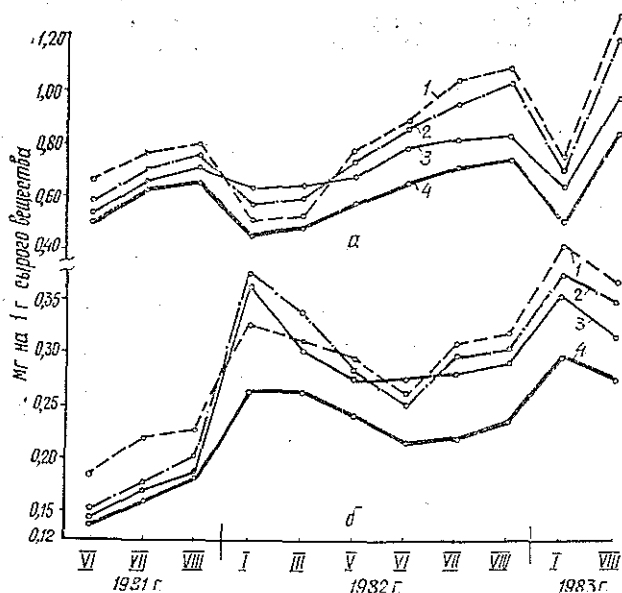
ператур содержание хлорофилла снижается. Падение продолжается до начала весны; минимальные величины отмечаются в январе — марте.

Несколько иная закономерность получена при изучении фонда каротиноидов. Наименьшее количество каротина и ксантофиллов в хвое в первый год наблюдается в начале вегетационного периода. После разворачивания почек в пластидах начинается усиленный синтез этих пигментов, и в зимние месяцы количество каротиноидов в хвое максимальное. Общее увеличение количества желтых пигментов в зимний период в значительной мере связано с увеличением содержания более восстановленных пигментов — каротина и лютеина и некоторым снижением менее восстановленного — виолаксантина. Наибольшее количество виолаксантина в хвое обнаруживается в августе.

Соотношение между отдельными компонентами хлорофилла, а также суммой зеленых и желтых пигментов в течение года изменяется: отношение хлорофиллов а/б в период формирования хвои составляет 1,5, затем к концу вегетации возрастает до 2—2,1, а зимой понижается до 1,5—1,7; отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам максимально летом (3,2—3,7), минимально зимой 1,7—1,9.

На втором и третьем годах жизни содержание всех пигментов в хвое продолжало возрастать. Так, в августе 1982 г. содержание хлорофилла в хвое 1981 г. было на 12 % больше, чем в августе 1981 г., а в 1983 г. соответственно на 10 % больше, чем в 1982 г. Содержание каротиноидов увеличилось соответственно на 36 и 10 %.

2. Влияние удобрений на содержание пигментов в хвое сосны. Улучшение условий почвенного питания сосны привело к повышению содержания пигментов в хвое (см. рис.). Уже в первой половине вегетации молодая хвоя 1981 г. на удобренных делянках имела более высокую концентрацию пластидных пигментов, чем в контроле. Значительнее возросло содержание зеленых пигментов и особенно основного фотосинтетического пигмента — хлорофилла а, составившее на удобренных делянках 0,40—0,44 мг/г против 0,30 мг/г в контроле. В среднем за июнь—август содержание зеленых пигментов в хвое 1981 г. на удобренных делянках возросло на 27 % по сравнению с контролем. Количество желтых пигментов в опыте также оказалось выше в среднем на 10 %. Среди отдельных каротиноидов наибольшую реакцию на внесение азотного удобрения проявили кислородсодержащие пигменты — лютеин и виолаксантин.



Влияние удобрений на динамику содержания суммы хлорофиллов *a* и каротиноидов *b* в хвое сосны обыкновенной.

1 — N240; 2 — N180; 3 — N120; 4 — контроль.

Наибольшее влияние на концентрацию пигментов в летний период оказала доза азота 240 кг/га. Так, количество хлорофилла *a* в растущей хвое данного варианта возросло по сравнению с контролем на 45—50 %, хлорофилла *b* — на 14—24 %. В этом же варианте отмечена и самая высокая концентрация каротиноидов (0,19—0,24 мг/г). Уменьшение дозы азота до 180 кг/га вызвало более слабое возрастание пигментов в хвое сосны (зеленых на 13—15, желтых на 8—10 % по сравнению с контролем). В варианте N120 содержание хлорофилла превысило контроль на 6—10 %, а содержание каротиноидов почти не изменилось.

В первый год основные различия в содержании пигментов произошли в течение первого месяца после внесения удобрений. В дальнейшем несмотря на то, что хвоя опытных вариантов по-прежнему имела более высокую концентрацию пигментов, чем хвоя контроля, разница между ними сохранялась примерно на том же уровне, что и в июне. Внесение удобрений не повлияло на характер годичной динамики фонда пигментов: в целом кривые содержания хлорофиллов и каротиноидов на удобренных делянках по форме совпадают с кривыми контроля. При сопоставлении кривых на удобренных делянках обнаружено любопытное явление: в летний период более высокий уровень зеленых и желтых пигментов обнаружен у растений, получивших максимальную дозу удобрения, а зимой, напротив, в варианте с наименьшей дозой.

В течение второго и третьего вегетационных сезонов (1982 и 1983 гг.) сосна из опытных вариантов по количеству пигментов также значительно превосходила контроль. Так, в августе 1982 г. содержание хлорофилла в хвое 1981 г. на опытных делянках превышало контроль на 11—56, каротиноидов — на 19—36 %. Самая высокая концентрация хлорофилла (1,09—1,33 мг/г) и каротиноидов (0,32—0,37 мг/г) в это

время отмечалась на делянках с максимальной дозой азота; несколько меньшая (1,05—1,24 и 0,30—0,35 мг/г соответственно) в варианте N180 В варианте N120 количество зеленых и желтых пигментов также оказалось выше контроля.

Отношения хлорофилла а к хлорофиллу б и зеленых пигментов к желтым на удобренной и неудобренной делянках оставались примерно одинаковыми и колебались в течение года в пределах 1,6—2,1 и 1,7—3,9 соответственно. Можно, однако, отметить некоторое увеличение отношения хлорофилл/каротиноиды на делянках с удобрениями.

Внесение карбамида положительно сказалось на концентрации пигментов и в более старой хвое, причем при концентрации 240 кг/га стимулирующее действие азота было выше, чем при концентрации 180 кг/га, а при концентрации 120 кг/га — незначительным. В целом содержание хлорофилла в хвое 1980 г. возросло под действием удобрения на 5—48 %, каротиноидов на 4—50 %.

Полученные данные свидетельствуют о значительных колебаниях содержания зеленых и желтых пигментов в хвое сосны в течение года. Количество всех пигментов с начала роста молодой хвои постепенно и более или менее равномерно нарастает. Однако, если содержание зеленых пигментов достигает максимума уже в конце лета, то количество каротиноидов продолжает увеличиваться и зимой. По наблюдениям Э. В. Ходасевич [14], зимнее снижение концентрации зеленых пигментов в хвое сосны обуславливается деградацией их, причем процесс агглютинации пигментов происходит на уровне тонкой структуры хлоропластов. По нашим данным, наиболее интенсивно разрушается хлорофилл а, что обусловлено меньшей прочностью его связей с белково-липидным комплексом по сравнению с хлорофиллом б [1]. Увеличение количества каротиноидов в хвое и коре молодых побегов сосны в зимние месяцы отмечено также в Карелии [8]. Однако из работ Т. Н. Годнева и др. [2] и Э. В. Ходасевич [14], выполненных в Белоруссии, следует, что содержание хлорофилла и каротиноидов у сосны, достигнув максимума в середине лета, стабилизируется, оставаясь на том же уровне в течение всех осенне-зимних месяцев. Это дает основание полагать, что зимнее увеличение желтых пигментов у сосны на Севере есть генетически наследуемый признак, направленный на адаптацию ее к неблагоприятным температурным условиям. С возрастом содержание всех пигментов в хвое продолжает увеличиваться, однако периодом наибольшей интенсивности синтеза пигментов является первый год жизни хвои, когда формируется около 80 % максимального для данного вида количества пигментов.

Внесение минеральных удобрений привело к повышению концентрации пигментов в хвое сосны, причем содержание хлорофилла и каротиноидов в расчете на 1 г сырого вещества возросло как в молодой, так и в старой хвое по мере увеличения дозы вносимого азота.

Удобрения не повлияли на годичную динамику фонда пигментов: в опытных вариантах она в целом повторяет цикл контроля. Вместе с тем обращает на себя внимание резкое снижение их концентрации, особенно хлорофилла, в зимние месяцы в вариантах с повышенными дозами азота. Видимо, это обусловлено снижением устойчивости пластид к разрушающему действию высоких отрицательных температур [9, 14]. Как показали исследования, в январе — марте в районе опытов стояла ясная солнечная погода с температурой воздуха — (25—48) °С. В последующие годы наиболее высокий уровень всех пигментов во все сроки определений был в варианте с максимальной дозой удобрения.

Таким образом, годичная динамика содержания пигментов у сосны на удобренной и неудобренной делянках оказалась весьма сходной

Внесение азотных удобрений усилило синтез зеленых и желтых пигментов в хвое. Это имеет важное значение, поскольку значительно повышает активность фотосинтетического аппарата, дает возможность сосне более эффективно использовать не только свет, но и CO_2 [3]. Однако этот вопрос не может решаться однозначно. Максимальная активность фотосинтетического аппарата достигается, когда поверхностные концентрации хлорофилла в листьях достигают такого уровня, при котором лист поглощает практически всю входящую в него энергию света [10]. Результаты наших исследований свидетельствуют о существенном возрастании фотосинтетической деятельности у сосны в вариантах с повышенными дозами удобрения (N180 и N240). Активизация физиологической деятельности сосны под влиянием удобрений обусловила усиление ростовых процессов; наиболее благоприятной для роста сосны в данных лесорастительных условиях оказалась доза азота 180 кг/га [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аэров И. А., Лихолат Д. А. Пигменты и оптические свойства листьев древесных растений.— В кн.: Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. Киев: Научная мысль, 1969, вып. 3, с. 176—183. [2]. Годнев Т. Н., Ходасевич Э. В., Ариатурова А. И. О характере сезонных изменений в содержании и соотношении пигментов у хвойных в естественных условиях в связи с температурой воздуха.— Физиол. раст., 1969, т. 16, № 1, с. 102—105. [3]. Дадькин В. П., Беденко В. П., Давыдова Ю. А. О зависимости оптических свойств листьев древесных растений от удобрения почвы.— Докл. АН СССР, 1959, т. 128, № 6, с. 1305—1308. [4]. Ипатьев В. А., Блиндов И. К., Атрощенко О. А. Влияние удобрений на накопление хлорофилла в хвое осушенных сосновых насаждений.— В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство.— Минск, 1975, вып. 10, с. 114—120. [5]. Коновалов В. Н. Эколого-физиологические особенности ели обыкновенной на осушенных и удобренных торфяных почвах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Воронеж, 1981.— 19 с. [6]. Коновалов В. Н., Веретенников А. В. Воздействие лесных мелiorаций на некоторые физиологические процессы ели северной подзоны тайги.— В кн.: Экология таежных лесов. Архангельск, 1978, с. 54—61. [7]. Листов А. А., Коновалов В. Н., Серый В. С. Сезонный рост в высоту и фотосинтез сосновых молодых в связи с внесением удобрений.— В кн.: Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Архангельск, 1983, с. 25—28. [8]. Марковская Е. Ф. Каротиноиды разных органов *Pinus sylvestris* L. (*Pinaceae*).— Бот. журн., 1978, т. 63, № 3, с. 437—441. [9]. Нагорная Р. В. Влияние удобрений на состояние и активность фотосинтетического аппарата сосны жерднякового возраста.— Науч. тр. Укр. с.-х. акад., 1978, № 221, с. 31—34. [10]. Ничипорович А. А., Нгуен Тхыу Тхыок, Андреева Т. А. Сравнительная оценка взаимосвязи между фотосинтезом и некоторыми особенностями азотного метаболизма у кукурузы и бобов.— Физиол. раст., 1972, т. 19, вып. 5, с. 1066—1073. [11]. Сапожников Д. И. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования.— Л.: Наука, 1964.— 120 с. [12]. Смоляк Л. П., Реуцкий В. Г. Эколого-физиологические основы мелiorации почв агрофитоценозов.— Минск: Наука и техника, 1974.— 198 с. [13]. Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы.— Физиол. раст., 1980, т. 27, вып. 2, с. 341—347. [14]. Ходасевич Э. В. Фотосинтетический аппарат хвойных.— Минск: Наука и техника, 1982.— 199 с. [15]. Heinze M., Fiedler H.-J. Beziehungen des Chlorophyllgehaltes zu Standortsfaktoren, Ernährungszustand und Wachstum bei Koniferen.— Flora, 1976, 165, N 3, S. 269—293.

Поступила 11 апреля 1985 г.

УДК 630*181.65 : 630*116

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ НА ОСУШЕННЫХ МЕЛКИХ ТОРФЯНИКАХ

Ю. Е. КОЛЕСНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Решениями XXVI съезда КПСС намечена широкая программа по внедрению в производство промышленных методов лесовыращивания, организации постоянной лесосырьевой базы для удовлетворения потреб-

ностей целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. В этой связи важно изучить рост и развитие высокопродуктивных культур на осушенных торфяниках и факторы, определяющие их рост.

Объектами исследования являются 22—26-летние культуры сосны. Опытные участки расположены в Лисинском лесхозе-техникуме Ленинградской области. К моменту лесокультурного освоения почвы на этих участках были торфяно-перегнойные глеевые и торфяно-глеевые со средне- и сильноразложившимися низинными и переходными торфами общей мощностью 0,4—0,6 м. Лишь на участке IV самые верхние горизонты (0—15 см) представлены верховым торфом со степенью разложения 5—15 %. Зольность торфа изменялась от 5,1—6,7 % на участке IV до 6—30 и 7,7—58 % на участках III и I.

Подготовка почвы под лесные культуры на всех опытных участках заключалась в нарезке борозд и пластов: на участках I и III — плугом ЛКА-2, на участке IV — плугом ПКЛН-500. Расстояние между бороздами — 4—5 м. На участке I борозды проведены перпендикулярно осушителям и выведены в них, на участках III и IV борозды в каналы не выведены. Расстояние между осушителями — 120—150 м. Культуры создавали на следующий год после подготовки почвы по прикатанным пластам посадкой 2-летних сеянцев под меч Колесова.

На всех опытных участках к 20-летнему возрасту сформировались высокопродуктивные насаждения Ia—II классов бонитета (табл. 1). Мощность торфа за время, прошедшее с начала освоения, уменьшилась до 15—26 см на участке I, до 14—21 см на участке III, до 20—31 см на участке IV.

Таблица 1

Таксационная характеристика насаждений опытных участков

Номер участка	Номер пробной площади	Состав древостоя	А лет	H _{ср} м	Класс бонитета	G м ² /га	P	M м ³ /га
I	1	10С, ед. Б	26	12,4	Ia, 5	30,98	0,98	228
	3	10С + С ₄₀₋₆₀ + Б	26	11,6	Ia, 9	25,24	0,81	166
	4	10С, ед. Б	26	11,8	Ia, 8	24,57	0,78	156
	5	10С, ед. С ₄₀₋₆₀	26	12,2	Ia, 6	27,56	0,87	199
III	7	10С + Б	24	11,0	Ia, 8	19,30	0,64	120
IV	9	9С1С ₄₀₋₆₀ + Б	22	8,1	1,8	21,30	0,81	95
	10	9С1С ₄₀₋₆₀ + Б	22	8,2	1,8	15,71	0,60	71
	11	8С1С ₄₀₋₆₀ 1Б	22	7,6	11,1	10,88	0,43	50
	12	8С1С ₄₀₋₆₀ 1Б	22	7,7	11,0	14,27	0,56	64
	13	5С3С ₄₀₋₆₀ 2Б	22	8,3	1,7	18,57	0,70	103

На указанных объектах изучали рост насаждений, режим почвенно-грунтовых вод, режим влажности почвы, задержание осадков пологом древостоев, сток по лесокультурным бороздам. Исследования проводили согласно общепринятым методикам.

Как видно из истории создания культур, опытные объекты представлены участками как с проточными, так и с «тупыми» (не выведенными в осушители) бороздами. На обязательный вывод лесокультурных борозд в основную осушительную сеть при создании лесных культур на переувлажненных землях указывают многие авторы [1, 4, 5]. Проточные борозды существенно влияют на водный режим почв в целом и сроки освобождения от верховодки верхних слоев почвы в начале вегетации.

Характерная особенность водного режима высокопродуктивных культур на мелких торфяниках, подстилаемых слабоводонепроницаемыми грунтами, — появление стока по бороздам, как правило, лишь весной в период снеготаяния. В это время при высоком стоянии почвенных вод между проточными бороздами участка I формируются четкие кривые депрессии. Так, в 1983 г. сток начался в конце марта и наблюдался в течение 12—15 дн. Максимальные модули стока составили 2,33—2,37 л/с с 1 га, средние — 0,80—1,03 л/с с 1 га. Таким образом, каждые

сутки борозды отводили в среднем около 66—89 м³, или 7—9 мм воды. Совместное действие осушителей и проточных лесокультурных борозд способствовало понижению уровня верховодки в междурядьях в среднем на 5 см в сутки, и торфяные слои освободились от воды к концу апреля.

При осушении мелких торфяников густой сетью проточных борозд с расстояниями между ними 4—5 м модули стока оказались выше, чем при довольно интенсивном (межканальные промежутки менее 100 м) осушении каналами глубиной 0,8—1,2 м [7].

В обоих случаях в связи с близким залеганием водоупора воду приходится отводить через корнеобитаемый слой, который, естественно, быстрее освобождается от гравитационной влаги при более высоких модулях стока. Следовательно, при небольшой мощности торфа (менее 1 м) на слабоводопроницаемых породах сочетание редкой основной регулирующей сети и частой сети мелких проточных борозд может быть более эффективно для обеспечения благоприятного водного режима, чем увеличение интенсивности осушения каналами глубиной 0,8—1,2 м.

На участках с тупыми бороздами скорость понижения верховодки в междурядьях весной значительно ниже — 0,3—1,5 см/сут (участки III, IV). В результате полное освобождение торфяных слоев от гравитационной влаги происходит лишь к середине июня.

Характеризуя в целом за период вегетации водный режим мелких торфяников, подстилаемых тяжелыми по механическому составу грунтами, в молодняках высокой производительности, следует отметить высокое увлажнение весной и осенью, низкое — летом, по характеру приближающееся к водному режиму временно избыточно увлажненных минеральных земель. Наряду с избытком влаги, в отдельные сроки вегетационного периода может проявляться и ее недостаток. Так, в августе 1983 г. влажность торфяных горизонтов снижалась до влажности завядания, которая для мезотрофных и евтрофных торфов со степенью разложения 25 % составляет около 20—25 % по объему почвы [6]. Гравитационная влага в торфяных слоях на наших объектах появляется, как правило, весной или после продолжительных осадков. Значительную же часть вегетационного периода верховодка в верхних слоях отсутствует. Поэтому такие показатели, как средняя за вегетационный период глубина почвенных вод и пределы их колебаний [3] не могут быть использованы для оценки водного режима. Вероятно, целесообразнее в данном случае водный режим характеризовать продолжительностью или обеспеченностью стояния уровней верховодки в верхних торфяных горизонтах почвы [2].

Для расчета обеспеченности глубину уровней верховодки мы определяли относительно поверхности пластов. Высота пластов на опытных участках относительно поверхности междурядий колеблется в пределах 15—28 см, в среднем — около 20 см. Для определения обеспеченности уровней почвенных вод в 1962—1964 гг. использованы данные Б. В. Бабикова [1].

Сопоставляя обеспеченность освобождения от верховодки со средним приростом насаждений в высоту по десятилетиям (табл. 2), можно сделать следующие выводы.

Если в первые годы жизни культур отсутствие гравитационной влаги в пластах 0—20 см в течение вегетационного периода обеспечено примерно на 80 %, то в потенциально богатых условиях местопроизрастания рост культур происходит по высшим классам бонитета. Более значительное понижение уровней почвенных вод не приводит к улучшению роста. При меньшей обеспеченности освобождения указанного слоя (в пределах 50—70 %), по данным Б. В. Бабикова [1], наблюдается значительное снижение энергии роста (II—III класс бонитета).

Таблица 2

Но- мер уча- стка	Но- мер проб- ной пло- щади	Обеспеченность освобождения от верховодки в 1962—1964 гг., %		\bar{z} ср в высо- ту, см (I деся- тилетие)	Обеспеченность освобождения от верховодки в 1982—1983 гг., %		\bar{z} ср в высоту, см (II де- сятиле- тие)
		0—20 см	0—40 см		0—20 см	0—40 см	
I	1	100	72	38	100	100	63
	3	100	81	38	100	98	60
III	7	87	23	38	100	46	58

В старшем возрасте уже наметилась некоторая тенденция улучшения роста при более значительном понижении уровней почвенных вод, однако различия по абсолютному значению невелики. В целом глубина стояния верховодки в 24—26-летнем насаждении ниже, чем в первые годы жизни, что свидетельствует об усилении влияния, по мере роста, самих древостоев на водный режим почв. Существенно возрастает суммарное испарение за счет увеличения задержания осадков кронами (по нашим данным, до 30—33 %) и транспирации насаждением. Так, в 1983 г. суммарное испарение за вегетационный период (рассчитанное по уравнению водного баланса) на опытном участке I составило 310—340 мм, что значительно превысило сумму выпавших осадков (248 мм). Таким образом, развиваясь в зависимости от водного режима, насаждение, в свою очередь, весьма существенно влияет на него.

Более низкая производительность древостоев (в среднем на один класс бонитета) опытного участка IV, вероятно, связана со сравнительно невысокой плотностью торфяных горизонтов (около 0,08 г/см³) и, следовательно, существенно меньшим содержанием элементов питания в единице объема почвы. В пределах этого участка различия таксационных показателей пробных площадей при существенно разном водном режиме небольшие.

Таким образом, до 24—26-летнего возраста различия в росте культур по пластам на участках с проточными и тупыми бороздами невелики, что, на первый взгляд, ставит под сомнение целесообразность вывода борозд в основную осушительную сеть. Однако нужно учитывать, что положительная роль проточных борозд в полной мере проявляется лишь во влажные годы, когда саморегуляция древостоем водного режима наименее эффективна. Поэтому, вероятно, различия в продуктивности культур будут более существенными по мере «накопления» влажных периодов и увеличения с возрастом требовательности насаждений к водному и питательному режимам почв.

К настоящему времени значение проточности борозд наиболее полно проявилось во влиянии на формирование корневых систем культур. Как показали раскопки, тупые борозды участков III и IV существенно ограничивают распространение корней. Корневые лапы, растущие в направлении борозд, сильно ветвятся, имеют значительно меньшую толщину и протяженность (до 0,6—0,8 м), оканчиваются густыми кистями отмерших тонких корней диаметром 1—2 мм. Проникновения живых корней через дно борозд не обнаружено. Протяженность же корневой системы в сторону междурядий и вдоль пластов достигает 2—3 м. Таким образом, корневые системы развиваются асимметрично, подавляющая часть корней размещена внутри пласта.

На участке I с проточными бороздами первоначальная тенденция асимметричного развития корневых систем [1] к возрасту 26 лет существенно сглаживается, хотя и здесь наибольшая протяженность характерна для корней, растущих вдоль пласта (более 7 м). В то же время отмечено массовое проникновение проводящих корней диаметром до

3 см под дном борозд на соседние междурядья. Удаленность их от ствола достигает 3—4,5 м и не отличается существенно от протяженности в сторону междурядий.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бабиков Б. В. Культуры сосны на осушенных торфяниках.— Л.: ЛТА, 1974.— 32 с. [2]. Буш К. К., Залитис П. П. О режиме грунтовых вод осушенных лесов.— В кн.: Вопросы гидролесомелиорации. Рига: Зинатне, 1968, с. 51—69. [3]. Вомперский С. Э. Биологические основы эффективности лесосушения.— М.: Наука, 1968.— 312 с. [4]. Елпатьевский М. М. Лесокультурное освоение осушенных переходных болот.— В сб. науч.-исслед. работ по лесн. хоз-ву (ЛенНИИЛХ). М.: Гослесбуиздат, 1963, вып. 6, с. 207—227. [5]. Капустинская Г. Т. К. Создание лесных насаждений на болотных почвах в Литовской ССР.— Каунас: ЛитНИИЛХ, 1968.— 22 с. [6]. Пятецкий Г. Е., Лешок В. И. Влажность завядания у некоторых видов торфа осушенных болот южной Карелии.— В кн.: Науч. конф. биологов Карелии, посвященная 50-летию образования СССР. Петрозаводск, 1972, с. 163—164. [7]. Тимофеев А. И. Исследования влияния осушительной сети на водный режим и рост основных древостоев на мелких торфяниках: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.— Л.: ЛТА, 1979.— 20 с.

Поступила 4 сентября 1984 г.

УДК 630*232.315.4

К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ ЛЕСНЫХ СЕМЯН ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

Б. М. СКРЫННИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Необходимое условие получения высококачественного посадочного материала — посев семенами высоких кондиций.

Семенная смесь, полученная после сбора или прошедшая обескрыливание, помимо полнозернистых семян, содержит примеси — хвою, обломки шишек, веточек, крылаток и пр.; отходы — пустые, щуплые, поврежденные семена основной культуры. Для отделения легких примесей и отходов используется система воздушной очистки, включающая питающее устройство, пневмосепарирующий канал, вентилятор, отделительное устройство в виде осадочной камеры и устройство для регулирования скорости воздушного потока [4]. Перечисленные узлы комплектуются в определенной последовательности и образуют единую пневмосистему. Семенная смесь подается в пневмосепарирующий канал, в котором ее компоненты оказывают различное противодействие воздушной среде при относительном движении в зависимости от аэродинамических свойств. Легкие примеси уносятся воздушным потоком в осадочную камеру, полнозернистые семена проходят через него. Эффективность процесса воздушной очистки зависит от правильности подбора рабочих режимов системы и способа подачи семенной смеси в пневмосепарирующий канал.

В настоящее время общепринят способ подачи семенной смеси в пневмосепарирующий канал [2] под некоторым углом вниз (рис. 1, а). При этом все частицы, в том числе и легкие примеси, движутся по нисходящей ветви траектории. Однако для того чтобы частицы примесей попали в осадочную камеру, расположенную в верхней части канала, они должны изменить направление и начать движение по восходящей ветви траектории. При этом частицы сталкиваются с вновь подающимися, взаимодействуют со стенками канала и отражаются от них в различных направлениях, что значительно ухудшает условия их выделения. Существенный недостаток известной схемы — прохождение сепарируе-

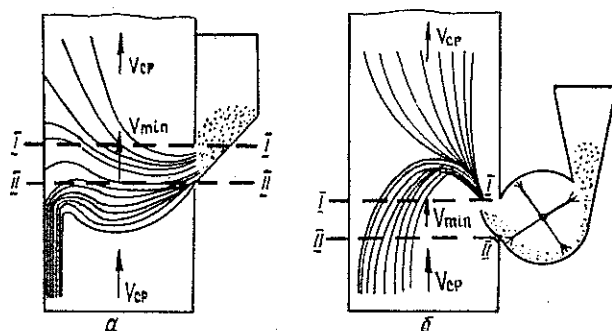


Рис. 1. Схема поступления и пневмосепарирования семенной смеси существующим (а) и предложенным (б) способами.

мой семенной смеси через зону I—I—II—II, где скорость воздушного потока V_{cp} понижается до V_{min} за счет существующего подсоса воздуха через вводное окно пневмосепарирующего канала. Проведенные исследования с пневмосепарирующим каналом семеочистительной машины МОС-1 позволили установить, что скорость воздушного потока на этом участке снижается в 1,5—3 раза. Неравномерность скорости воздушного потока по длине пневмосепарирующего канала отрицательно сказывается на качестве очистки семян. Эффект очистки воздушной системы семеочистительной машины МОС-1 не превышает 96 %, а четкость сепарирования 89 %.

На кафедре механизации лесного хозяйства ВЛТИ предложена новая схема ввода семенной смеси в пневмосепарирующий канал [1]. Семенная смесь вбрасывается в вертикальный канал по восходящей траектории под таким углом к направлению движения воздушного потока, при котором полнозернистые семена достигают максимальной высоты в центральной части канала, выше вводного отверстия. Такая схема позволяет подавать семенную смесь в зону с постоянной скоростью воздушного потока, значительно уменьшить вероятность столкновения сепарируемых частиц между собой и со стенками канала и тем самым улучшить условия их выделения. Для реализации предложенного способа использовали лопастной питатель, на концах которого закреплены элементы из упругодеформируемого материала. Питатель заключен в цилиндрический корпус с входным и выходным отверстиями. В нижней части выпускного отверстия шарнирно закреплен направляющий желоб в виде изогнутой пластины, служащий для обеспечения возможности регулирования угла ввода семенного материала в пневмосепарирующий канал.

В целях изыскания путей повышения эффективности пневмосепарирования, определения оптимальных рабочих режимов системы воздушной очистки по предложенной новой схеме были проведены экспериментальные исследования.

Предусмотрено решение следующих задач: определение оптимальной осредненной скорости воздушного потока в канале; определение оптимальной скорости подачи компонентов семенной смеси в пневмосепарирующий канал; достижение наилучшего эффекта очистки и четкости сепарирования семенной смеси.

Объектом экспериментальных исследований служит вертикально-восходящий, всасываемый поток воздуха, ограниченный стенками канала, и семенная смесь, подаваемая в канал с помощью питателя, со-

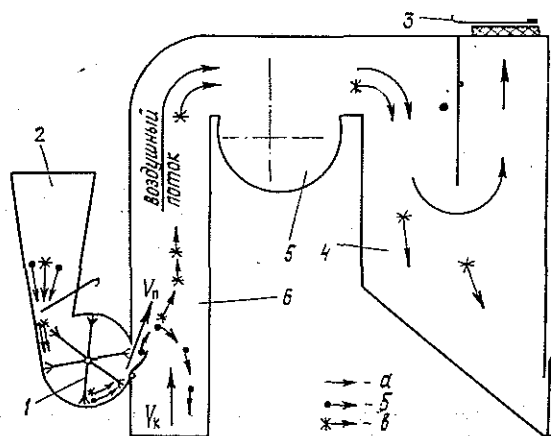


Рис. 2. Схема экспериментальной пневмосепарирующей установки.

а — воздушный поток; б — тяжелая фракция; в — легкая фракция.

стоящая из легкого и тяжелого компонентов, разделяемая этим потоком на две фракции. Исследования проводили на специально разработанной установке, оборудованной контрольно-измерительными приборами.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2.

Установка состоит из загрузочного бункера 2, питателя 1, пневмосепарирующего канала 6, центробежного вентилятора 5, осадочной камеры 4 и устройства для регулирования скорости воздушного потока 3. Загрузочный бункер рассчитан на вместимость 5 дм³ сепарируемой семенной смеси. В нижней части загрузочного бункера расположен щеточный 6-лопастной питатель диаметром 150 мм и длиной 100 мм. Над питателем, заключенным в цилиндрический корпус, установлена заслонка, с помощью которой может изменяться удельная семенная загрузка. Корпус питателя и бункер выполнены из органического стекла и крепятся к прозрачному пневмосепарирующему каналу квадратного сечения 100 × 100 мм. Длина верхней части канала 700 мм, нижней — 150 мм. В месте соединения питающего бункера с пневмосепарирующим каналом шарнирно закреплен направляющий желоб. Для перемещения воздуха через пневмосепарирующий канал в осадочной камере установлен центробежный вентилятор. Осадочная камера выполнена из листового железа со стеклянными смотровыми окнами. Для более эффективного осаждения примесей внутри камеры сделана перегородка, а для их удаления из осадочной камеры в нижней ее части имеется люк. В верхней части осадочной камеры установлен матерчатый фильтр. Скорость воздушного потока в пневмосепарирующем канале регулировали изменением положения заслонки в верхней части осадочной камеры. Привод вентилятора и питателя осуществляли от электродвигателя через лабораторный автотрансформатор. Характеристику воздушного потока в пневмосепарирующем канале определяли с помощью пневмометрических насадок Пито—Прандтля и микроманометра типа ММН.

Исходным материалом для проведения эксперимента служила семенная смесь, полученная после обескрыливания семян сосны. Исследования проводили при трех значениях скорости подачи семенной смеси V_n , равных 0,3; 0,65; 1,0 м/с, и восьми значениях скорости воздушного потока в пневмосепарирующем канале V_k , равных 3,8; 4,4; 5,0; 5,6; 6,1; 6,6; 7,5; 8,4 м/с. Для каждого значения скорости подачи устанавливали восемь перечисленных значений скорости воздушного потока. Пневмосепарированию подвергали навеску семенной смеси 100 г. Тяжелая фракция собиралась при выходе из нижней части пневмосепарирующего канала, легкая в осадочной камере.

После пневмосепарирования каждой навески определяли следующие показатели: количество выделенной воздушным потоком легкой фракции; содержание легкого компонента в тяжелой фракции; количество легкого компонента в исходном материале; содержание тяжелого компонента в выделенной воздушным потоком легкой фракции; количество выделенной воздушным потоком тяжелой фракции; количество тяжелого компонента в исходном материале.

Эффект очистки определяли по формуле, предложенной А. Я. Малисом и А. Р. Демидовым [2, 3]:

$$\eta = \frac{A - B}{B} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где A — количество выделенной потоком легкой фракции;
 B — количество легкого компонента в исходном материале;
 B — содержание тяжелого компонента в выделенной воздушным потоком легкой фракции.

Ими же предложена и формула четкости сепарирования. Но она не соответствует сущности термина, так как с возрастанием четкости сепарирования коэффициент z уменьшается, и поэтому была заменена другой формулой:

$$z = \frac{C - B}{C} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где C — количество тяжелого компонента в исходном материале.

После обработки результатов эксперимента построены графики, характеризующие зависимость четкости сепарирования и эффекта очистки от скорости воздушного потока и скорости ввода семенной смеси в пневмосепарирующий канал (рис. 3). Из этих графиков видно, что

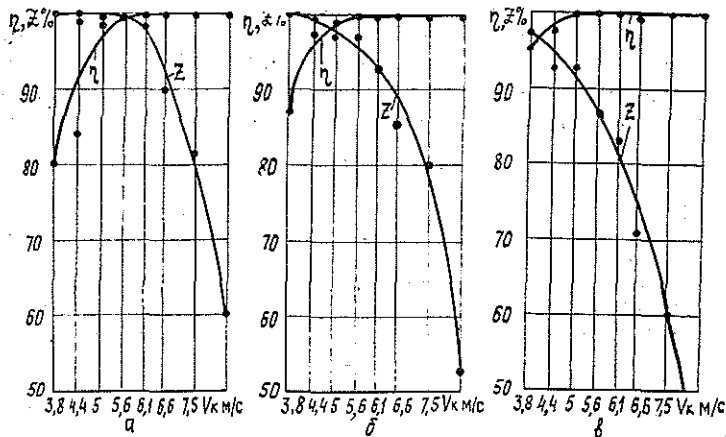


Рис. 3. График зависимости четкости сепарирования и эффекта очистки от скорости воздушного потока при скоростях ввода семенной смеси 0,3 м/с (а); 0,65 м/с (б); 1 м/с (в).

с увеличением скорости воздушного потока эффект очистки возрастает, однако при этом резко снижается четкость сепарирования, так как увеличивается содержание тяжелого компонента в верхнем выходе. Так, при скорости ввода семенной смеси $V_n = 0,3$ м/с (рис. 3, а) повышение скорости воздушного потока в канале от 3,8 до 6,6 м/с приводит к возрастанию эффекта очистки η соответственно от 80 до 100 % и понижению показателей четкости сепарирования z от 100 до 93, %; при $V_n = 0,65$ м/с (рис. 3, б) и увеличении V_k от 3,8 до 6,1 м/с значение η повышается от 87 до 100 %, а показатель z понижается от 100 до 92,5 %; при $V_n = 1$ м/с (рис. 3, в) и повышении V_k от 3,8 до 5 м/с значение η увеличивается от 95 до 100 %, а z понижается от 97 до 91,5 %. Оптимальные скорости воздушного потока в канале для перечисленных скоростей ввода семенной смеси в пневмосепарирующий канал дают точки

пересечения кривых η и z . Так, для $V_{\text{п}}=0,3$ м/с оптимальная скорость воздушного потока $V_{\text{к}}=5,6$ м/с, при которой эффект очистки η и четкость сепарирования z будут иметь значение 99 %; для $V_{\text{п}}=0,65$ м/с $\eta=z=98$ % при $V_{\text{к}}=4,8$ м/с; для $V_{\text{п}}=1$ м/с $\eta=z=96,5$ % при $V_{\text{к}}=4,0$ м/с. Наилучшие показатели были достигнуты при $V_{\text{п}}=0,3$ м/с и $V_{\text{к}}=5,6$ м/с.

Это объясняется тем, что при скорости ввода 0,3 м/с траектория движения полнозернистых семян была близка к оптимальной, а именно: семенная смесь вбрасывалась в вертикальный канал по восходящей траектории под таким углом к направлению движения воздушного потока, при котором полнозернистые семена достигали максимальной высоты в центральной части канала выше вводного отверстия.

Выводы

1. Предложенная схема ввода семенной смеси в пневмосепарирующий канал позволяет повысить эффект очистки и четкость сепарирования до 99 %.

2. С увеличением скорости воздушного потока возрастает эффект очистки, однако при этом резко снижается четкость сепарирования. Оптимальные значения при очистке семян сосны: скорость подачи — 0,3 м/с, скорость воздушного потока — 5,6 м/с.

3. Уменьшение скорости подачи материала в пневмосепарирующий канал позволяет осуществлять очистку на повышенной скорости воздушного потока.

4. Скорость ввода семенной смеси в пневмосепарирующий канал должна быть минимальной, но в то же время обеспечивать подачу материала в зону, расположенную выше входного отверстия, причем взаимодействие со стенками канала также должно быть минимальным.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 1169756 (СССР). Устройство для очистки сыпучего материала/ Б. М. Скрынников.— Оpubл. в Б. И., 1985, № 28. [2]. Малис А. Я., Демидов А. Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком.— М.: Машгиз, 1962. [3]. Машины для послеуборочной поточной обработки семян/ З. Л. Тиц, В. И. Анискин, Г. А. Баснакьян и др.— М.: Машиностроение, 1967. [4]. Нелюбов А. И., Ветров Е. Ф. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин.— М.: Машиностроение, 1977.

Поступила 22 декабря 1983 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.114.3

О ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ПАКЕТА ХЛЫСТОВ
КАК ПРЕДМЕТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯН. И. БИБЛЮК, А. А. БОЙКО, И. Л. МИРЕЦКИЙ,
О. А. СТИРАНИВСКИЙ

Львовский лесотехнический институт

Под пакетом понимают совокупность хлыстов или деревьев, образующуюся в процессе погрузки на транспортные средства [1]. В связи с наличием значительных сил трения между хлыстами погонная жесткость и затухание в пакете выше, чем у отдельных хлыстов. Дифференциальное уравнение свободных изгибных колебаний пакета как стержня переменного поперечного сечения, с учетом сил трения между хлыстами, которые по отношению к пакету в целом являются внутренними силами, и в предположении, что сила неупругого сопротивления пакета пропорциональна упругой восстанавливающей силе и сдвинута по фазе на угол $\pi/2$ (гипотеза Е. С. Сорокина), можно представить в виде:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\psi EI(x)(1 + i\gamma) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right] + m(x) \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где z — поперечное перемещение некоторой точки оси стержня с абсциссой x ;

$EI(x)$ — изгибная жесткость стержня в сечении x ;

$m(x)$ — масса единицы длины стержня;

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

Входящие в выражение (1) коэффициенты жесткости ψ и неупругого сопротивления стержня пакета хлыстов γ определяют экспериментальным путем. Коэффициент жесткости пакета хлыстов при изгибе находят по максимальному статическому прогибу [1, 6], а неупругого сопротивления — по кривым собственных затухающих колебаний [1, 2, 5, 6].

В работе [5] увеличение изгибной жесткости пакета за счет сил трения между хлыстами предлагается оценивать отношением собственных частот пакета и отдельных хлыстов.

С 1977 г. по 1982 г. проведены экспериментальные исследования динамических характеристик пакета хлыстов, в результате которых были обнаружены недостатки и неточности в существующих методах определения коэффициентов жесткости и неупругого сопротивления.

Рассмотрим предпосылки метода определения коэффициента жесткости пакета хлыстов через частоты главных колебаний пакета и отдельных хлыстов.

Предположив, что влияние неупругого сопротивления в пакете на его частоты колебаний несущественно, примем решение уравнения (1) в виде:

$$z(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} z_k \Phi_k(t). \quad (2)$$

Учитывая, что $\ddot{\Phi}_k(t) = \omega_k^2 \Phi_k(t)$, после подстановки решения (2) в исходное уравнение (1) и сокращения одноименных слагаемых, получим уравнение для k -той главной формы колебаний:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\psi EI(x) \frac{\partial^2 z_k}{\partial x^2} \right] - m(x) z_k \omega_k^2 = 0, \quad (3)$$

где ω_k — собственная частота, соответствующая k -той главной форме колебаний пакета.

Приняв жесткость и массу пакета хлыстов постоянными на длине n -го участка пакета и равными соответственно EI и m , в результате решения уравнения (3) получим:

$$\omega_k^2 = \frac{\psi EI z_k^{IV}}{m z_k}. \quad (4)$$

Если собрать пакет из одинаковых хлыстов, то в предположении, что отношения амплитуд (формы) i -того хлыста и пакета совпадают, приходим к уравнению для определения коэффициента жесткости:

$$\psi = \frac{\omega_k^2}{\omega_{ki}^2}. \quad (5)$$

Уравнение (5) позволяет получить среднее по длине пакета хлыстов значение коэффициента жесткости через отношение квадратов частот k -тых главных колебаний пакета и i -того хлыста, найденных экспериментально.

Нами выполнены измерения параметров главных свободных колебаний пакета и отдельных хлыстов в целях определения коэффициентов жесткости и неупругого сопротивления пакета хлыстов карпатской ели на специальной установке, смонтированной в Славском ЛХЗ.

Установка состоит из массивных неподвижной и подвижной опор на бетонном основании (рис. 1). В качестве подвижной опоры использован двухосный роспуск без колес, который с помощью ручной лебедки перемещали по рельсовому пути.

На конике неподвижной опоры на подшипниках качения размещен вал, обеспечивающий свободное продольное перемещение комлевого сечения хлыстов. Главные колебания возбуждались раскачиванием пакета вручную за вершины хлыстов. Раскачивание прекращали при возникновении установившихся резонансных колебаний пакета, соответствующих первой (основной) собственной частоте колебательной системы. После снятия внешнего воздействия пакет осуществлял свободные колебания с ос-

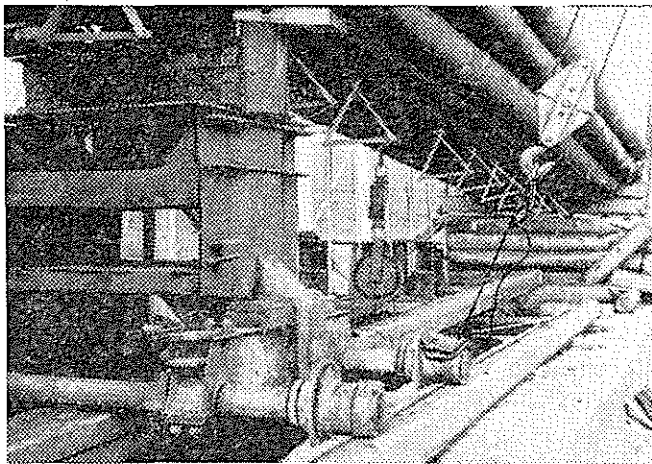


Рис. 1. Экспериментальная установка для измерения параметров свободных колебаний пакета хлыстов.

новой частотой, которые измеряли реостатными датчиками относительных перемещений, установленными вдоль оси пакета через каждые 2 м, и записывали на осциллографе Н-700. В процессе испытаний варьировали расстояния между кониками (от 10 до 14 м) и число рядов пакета (от 1 до 4).

Для исследования динамических характеристик пакета были подобраны хлысты одинаковых размеров (длиной 24—26 м и диаметром на высоте груди 24—32 см), срубленные в чистом еловом насаждении Iа класса бонитета [3].

Получение надежных результатов опытов в значительной степени зависит от техники обработки разверток затухающих колебаний [4]. Для уменьшения погрешности в определении собственных частот и коэффициентов неупругого сопротивления мы применяли следующие правила обработки кривых затухающих колебаний:

амплитуды менее 10 мм на ленте измеряли с помощью лупы с нанесенной на ней полумиллиметровой сеткой;

измеренные амплитуды выравнивали по построенным на миллиметровой бумаге в большом масштабе кривым амплитуд в функции их порядкового номера;

вычисленные отношения амплитуд начала и конца цикла и частот выравнивали по кривым этих параметров в функции их порядкового номера;

нелинейность колебательной системы пакета хлыстов оценивали по кривым зависимости основной частоты и коэффициента неупругого сопротивления от отношения i -той (z_i) и максимальной (z_{max}) амплитуд свободных колебаний пакета.

Коэффициент неупругого сопротивления определяли через отношение амплитуд колебаний в начале и конце i -того цикла по формуле

$$\gamma = \frac{1}{\pi} \ln \frac{z_i}{z_{i-1}}. \quad (6)$$

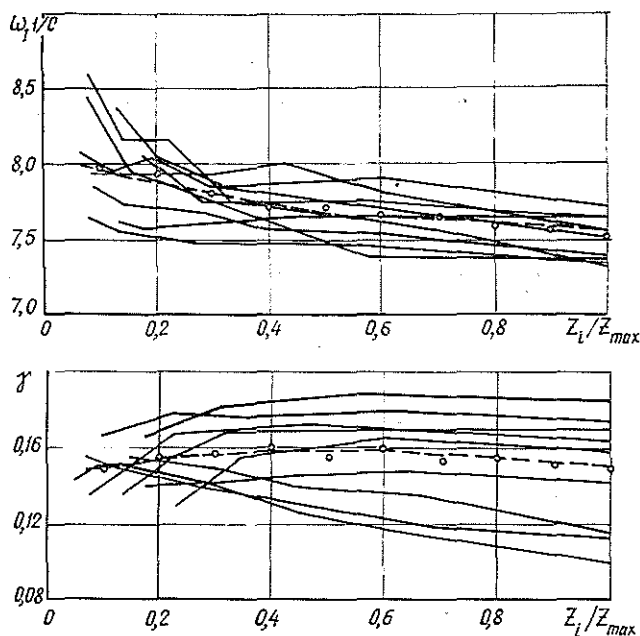


Рис. 2. Зависимость основной частоты (ω_1) и коэффициента неупругого сопротивления пакета хлыстов (γ) от отношения i -той и максимальной амплитуд (z_i/z_{max}) для различных сечений пакета по его длине при $n = 3$ и $l_0 = 14$ м (○ — усредненные точки).

На рис. 2 в качестве примера показаны графики зависимости параметров свободных колебаний от относительной амплитуды z_i/z_{max} для ряда сечений пакета при числе рядов $n = 3$ и расстоянии между кониками $l_0 = 14$ м. Из рассмотрения кривых можно заключить, что собственные частоты и коэффициенты неупругого сопротивления пакета несущественно изменяются в зависимости от амплитуды колебаний. Это позволяет при расчете колебаний лесотранспортных систем пользоваться средними арифметическими значениями колебательных параметров пакета хлыстов.

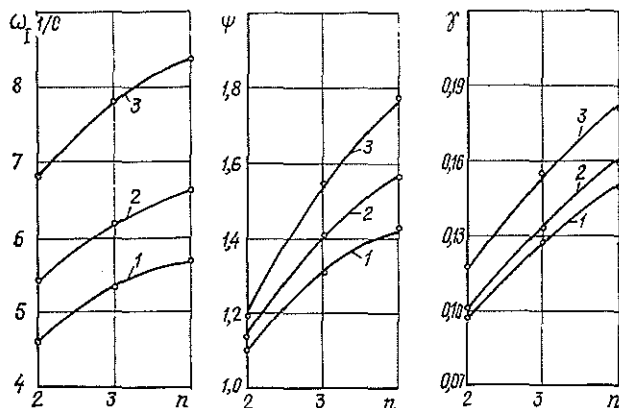


Рис. 3. Зависимость основной частоты (ω_1), коэффициента жесткости (ψ) и коэффициента неупругого сопротивления (γ) пакета хлыстов от числа рядов в пакете (n) при разных расстояниях между кониками. 1 — $l_0 = 10$ м; 2 — $l_0 = 12$ м; 3 — $l_0 = 14$ м (о — экспериментальные точки).

Значения основной частоты, коэффициентов жесткости и неупругого сопротивления в функции числа рядов пакета хлыстов при различных расстояниях между кониками, полученные с использованием изложенной методики, показаны на рис. 3.

Приведенные зависимости аппроксимированы выражениями вида

$$\omega = 8,34 - 1,4 l_0 + 1,17 n + 0,076 l_0^2 - 0,21 n^2 + 0,06 l_0 n;$$

$$\psi = 1 + 0,702 - 0,1983 l_0 + 0,159 n + 0,00625 l_0^2 - 0,0573 n^2 + 0,0339 l_0 n;$$

$$\gamma = 0,23636 - 0,03917 l_0 + 0,03388 n + 0,001681 l_0^2 - 0,004025 n^2 + 0,001663 l_0 n.$$

Средняя (максимальная) относительная погрешность формул аппроксимации составляет соответственно 0,04 (0,1), 2,66 (5,2), 2,88 (6,9) %.

Полученные данные о коэффициентах жесткости и неупругого сопротивления пакета хлыстов карпатской ели могут быть использованы при расчете параметров колебаний лесотранспортных машин.

Изложенная методика пригодна для определения динамических характеристик длинномерной древесины как объекта работы любых лесных машин и механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гастев Б. Г., Мельников В. Н. Основы динамики лесовозного подвижного состава.— М.: Лесн. пром-сть, 1967.— 220 с. [2]. Жуков А. В., Кадошко Л. Н. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний.— Мн.: Наука и техника, 1978.— 264 с. [3]. Определение модуля упругости при изгибе хлыстов без нарушения их целостности/ Н. И. Библюк, В. Н. Витвицкий, А. А. Бойко и др.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 45—50. [4]. Сорокин Е. С. К вопросу неупругого сопротивления строительных материалов при колебаниях ЦНИПС. М.: Госстройиздат, 1954, вып. 15.— 76 с. [5]. Храмов Г. Ф. Исследование силового взаимодействия системы «пакет хлыстов — двухзвенный автопоезд — дорога»: Автореф. дис. . . канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1973.— 20 с. [6]. Цофин З. С. Исследование физико-механических характеристик пакетов хлыстов, перевозимых по лесовозным дорогам: Автореф. дис. . . канд. техн. наук.— М.: МЛТИ, 1964.— 25 с.

Поступила 24 декабря 1984 г.

УДК 62-61 : 629.424

О ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЕПЛОВОЗА ТГМ23Б ПРИ ПОЕЗДНОЙ РАБОТЕ

А. В. ДУРОВ, П. А. ПУСТОШНЫЙ, Ю. Н. КРАСИЛЬНИКОВ,
О. Д. ОРЛЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

На подъездных путях предприятий лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности применяют тепловозы широкой колеи ТГМ23Б (0—3—0), сцепной массой 44 т, снабженные дизелем 1Д12-400Б ($N_e = 294$ кВт при $n = 1600$ мин⁻¹). Гидравлическая передача (ГП) ТГМ23Б, включающая гидротрансформатор (ГТР), две гидромуфты (ГМ) и реверс-режимную коробку, позволяет использовать тепловоз на поездном и маневровом режимах движения.

Обследование работы лесозаготовительных предприятий Архангельской области показало, что тепловозы ТГМ23Б преимущественно используют на вывозке древесины с лесозаготовительных и лесоразделочных площадок. При небольших расстояниях перевозок (2—5 км) они подают порожние вагоны под погрузку и выводят груженные вагоны к путям МПС. Для этих предприятий характерно применение однотипного прицепного состава — полувагонов и хлыстовозов со средней грузоподъемностью 45 и 50 т. Подъездные пути здесь находятся в худшем состоянии, чем пути МПС, поэтому основное удельное сопротивление движению на них выше. Нормы расхода топлива для тепловозов ТГМ23Б, работающих в условиях лесозаготовительных предприятий, отсутствуют.

Расход топлива при поездной работе рассчитан по методике, изложенной в работах [1, 3], для масс состава (только вагонов) $Q = (50—700)$ т и скоростей $v = (10—50)$ км/ч. Сущность этой методики заключается в определении по заданным Q и v нагрузочных и скоростных режимов ГП и дизеля, а затем расхода топлива на измеритель поездной работы.

Основные удельные сопротивления движению тепловоза ω'_0 , четырехосных груженных и порожних вагонов ω''_0 и поезда ω_0 определяли по формулам, применяемым для подвижного состава дорог МПС с поправкой на худшее состояние пути [4]. Результаты вычислений этих величин для поезда, сформированного из четырехосных вагонов с подшипниками скольжения (50 %) и качения (50 %), приведены в табл. 1.

Зная Q , v и ω_0 и используя безразмерные характеристики ГТР и ГМ, определяли моменты и частоты вращения турбинного и насосного колес ГП.

Таблица 1

v км/ч	10	15	20	25	30	40	50
w'_0 Н/кН	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,9	5,7
w''_0 »	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	3,0	3,5
w_0 »	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,3	4,1

При расчете эксплуатационной мощности дизеля $N_{\text{в.а}}$ учитывали мощность привода вспомогательных агрегатов $N_{\text{в.а}}$ (кВт): вентилятора системы охлаждения, воздушного компрессора ПК-35М и блока насосов ГП. На основании аналитических расчетов мощности привода каждого из вспомогательных агрегатов, с учетом повторно-кратковременного режима работы вентилятора и компрессора, получено уравнение для определения суммарной мощности привода $N_{\text{в.а}}$ (кВт) в зависимости от частоты вращения вала дизеля n (мин^{-1}):

$$N_{\text{в.а}} = 1,84 + 5 \cdot 10^{-3} n + 4,7 \cdot 10^{-6} n^2.$$

Для определения часового расхода топлива $G_{\text{т}}$ (кг/ч) при различных Q и v использован удельный цикловой расход $q_{\text{ц}}$ ($\text{мг}/(\text{цикл} \cdot \text{л})$), который при $n = (700-1600) \text{ мин}^{-1}$ и различных средних эффективных давлениях P_e (МПа) аппроксимирован уравнением [2]:

$$q_{\text{ц}} = 6,55 + 31,04 P_e + 32,53 P_e^2.$$

Расход топлива на измеритель поездной работы n_0 ($\text{кг}/10^{-5}$ ($\text{кН} \times \text{км}$)) при движении поезда по прямому горизонтальному участку пути

$$n_0 = 10^5 \frac{G_{\text{т}}}{Q g v},$$

где g — ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

Таблица 2

v км/ч	n_0 $\text{кг}/10^{-5}$ ($\text{кН} \cdot \text{км}$) при массе состава брутто Q т									
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
10	128	70	50	40,5	35,2	31,3	26,8	24,0	22,5	21,1
	190	100	70	55,0	46,0	40,0	33,0	28,4	25,5	23,3
20	108	62,5	45,3	37,5	33,0	29,8	26,1	23,9	22,3	21,4
	107	63,5	45,7	37,0	31,8	28,5	24,3	21,8	20,6	19,8
30	104	58,3	43,6	36,0	31,5	28,6	25,3	23,4	22,3	22,0
	122,7	68,0	49,5	40,5	35,1	31,5	27,3	24,8	23,5	22,9
40	75,0	47,8	38,3	33,9	31,4	30,0	28,7	28,9	—	—
50	87,6	53,6	43,2	38,2	35,8	34,7	—	—	—	—

В табл. 2 приведены значения n_0 для поездной работы на поездном (числитель) и маневровом (знаменатель) режимах движения. Графики $n_0(Q, v)$, построенные на основании табл. 2, являются теплотехническим паспортом тепловоза ТГМ23Б и основой для технического нормирования топлива. При расчете норм расхода топлива величины n_0 корректировали путем введения поправок, учитывающих трудность реального профиля пути (по сравнению с площадкой), температурные условия, холостую работу дизеля и др. [1, 3].

Анализ полученных данных (табл. 2) позволил сделать заключение, что в отношении эффективности использования тяговых и теплотехнических качеств тепловозы ТГМ23Б при поездной работе невыгодно эксплуатировать при $Q < 250$ т и $v < 20$ км/ч для поездного и при $Q < 350$ т — для маневрового режимов движения. Наиболее полно эти качества реализуются при высоких Q и v , которые существенно влияют на общий расчетный кпд тепловоза η (рис. 1). Наиболее высокие значения η соответствуют $v = (30-40)$ км/ч и $Q > (300-400)$ т. Причем на кпд тепловоза η основное влияние оказывает эффективный кпд дизеля η_e , изменяющийся в более широких пределах, чем кпд ГП η_r . Общий характер изменения кривых кпд ГП $\eta_r(Q, v)$ можно объяснить переходными процессами, протекающими при переключении ГТР и ГМ. Очевидно, что в условиях эксплуатации общий кпд тепловоза η будет ниже полученного расчетным путем. Это обуславливается в основном дополнительными затратами топлива на холостую работу дизеля (при остановках, торможении и выбеге поезда), которая может достигать (35—50) % времени использования тепловоза на вывозке леса. Эти дополнительные затраты топлива, влияющие на среднее значение эксплуатационного кпд, зависят от профиля пути, режима движения поезда, числа и продолжительности остановок и других факторов.

Данные аналитического расчета расхода топлива при поездной работе мы сопоставили с результатами опытных поездок, проведенных на

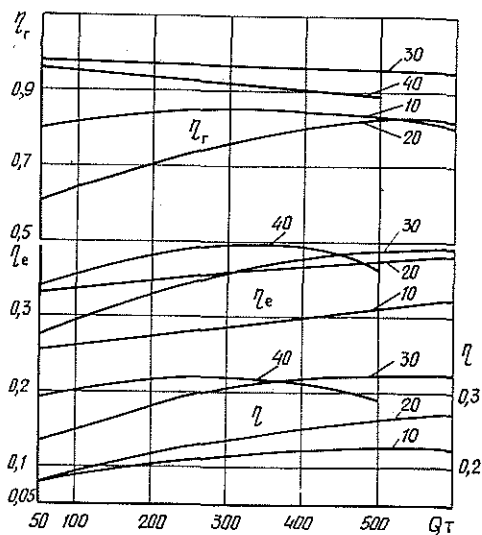


Рис. 1. Зависимость эффективного кпд дизеля (η_e), кпд ГП (η_r) и общего кпд тепловоза (η) от массы состава и скорости на поездном режиме движения. Цифры у кривых — скорость, км/ч.

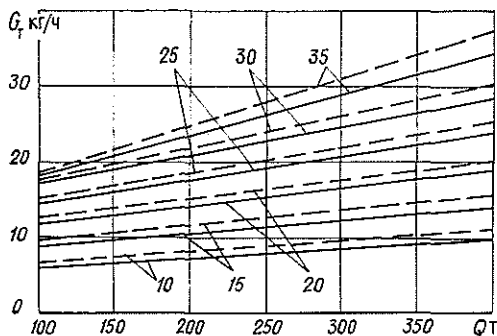


Рис. 2. Часовой расход топлива тепловозом ТГМ23Б на поездном режиме движения по площадке в зависимости от массы состава и скорости движения (цифры у кривых). Сплошные линии — опытные данные; штриховые — расчетные.

специально подобранных участках пути Архангельского промузла (рис. 2). Незначительное, не превышавшее 7 % уменьшение расхода топлива, полученного опытным путем, по сравнению с расчетным, можно объяснить тем, что на опытном участке основное удельное сопротивление движению меньше принятого в расчетах, так как в составе были вагоны только с подшипниками качения, а участок пути, на котором проводились испытания, имел хорошее состояние. Такое расхождение данных можно считать вполне приемлемым, учитывая, что ω_0 — нестабильная характеристика подвижного состава и пути.

Сопоставление норм расхода топлива с фактическим его расходом, полученным на основании статистического материала и хронометражных наблюдений, проведенных на предприятиях Архангельской области (Сийский ЛПХ, Соломбальский ЛДК, Болтинская лесобаза и др.), также показало их хорошую сходимость. Это позволило рекомендовать разработанные технические нормы расхода топлива для тепловозов ТГМ23Б, используемых в лесной промышленности. Инструкция по их применению утверждена Минлесбумпромом [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дуров А. В. Расчет расхода топлива поездными узкоколейными тепловозами с ГМП на установившихся режимах.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 4, с. 52—57. [2]. Дуров А. В. Об аппроксимации нагрузочных характеристик дизелей лесотранспортных машин.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 2, с. 42—47. [3]. Дуров А. В. Обобщенный метод расчета эксплуатационного расхода топлива узкоколейными тепловозами на установившихся режимах.— В кн.: Машини и орудия для механизации лесозаготовок и лесного хозяйства. Л.: ЛТА, 1980, с. 87—90. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 9). [4]. Залит Н. Н. Тепловозы промышленного транспорта: Справочник.— М.: Транспорт, 1980.— 367 с. [5]. Инструкция по применению индивидуальных технических норм расхода топлива для тепловозов ТГМ23Б, используемых в лесной промышленности // А. В. Дуров, П. А. Пустошный, О. Д. Орленко, Ю. Н. Красильников.— Архангельск: АЛТИ, 1983.— 18 с.

Поступила 14 декабря 1984 г.

УДК 630*383

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

В. П. МИГЛЯЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

Суровые климатические условия и значительная продолжительность зимнего периода в лесопромышленных регионах страны обуславливают ряд специфических трудностей, связанных с выполнением работ по возведению земляного полотна при низких отрицательных температурах: резко снижается производительность землеройно-транспортных машин (работа многих из них прекращается) и производительность труда.

В целом проблему повышения эффективности возведения земляного полотна лесовозных дорог в зимних условиях необходимо рассматривать как комплексное мероприятие народнохозяйственного значения, обеспечивающее ускорение производства работ и освоение северных и восточных лесопромышленных регионов страны.

Известны следующие способы разработки мерзлых грунтов:

1) разрушение механическими способами: рыхление мерзлых грунтов ударными нагрузками, навесными и прицепными рыхлителями; нарезка мерзлого грунта на блоки с последующей выемкой или перемещением;

- 2) предварительное рыхление взрывным способом;
- 3) разработка дискофрезерными и баровыми установками, экскаваторами роторными и оборудованными виброзубьями;
- 4) предотвращение промерзания: осушение грунтов или снижение их влажности; глубокое рыхление, вспахивание, боронование, снегозадержание, утепление теплоизоляционными материалами; использование химических реагентов для предотвращения промерзания грунтов;
- 5) предварительное оттаивание методами поверхностного и глубинного прогрева, термохимическими способами.

Выполнение земляных работ при отсыпке земляного полотна в зимний период существующими методами требует значительного расхода тепловой, механической, электрической энергии, энергии взрывчатых веществ, а также специальных дорогостоящих машин, т. е. требует значительных трудозатрат и первоначальных капиталовложений.

В этих условиях перспективен метод с использованием химических реагентов для предотвращения промерзания грунтов. Он позволяет применять обычные дорожно-строительные машины, а также избавиться от отрицательных явлений при промерзании грунтов [5].

Идея использования химических противоморозных добавок в целях предотвращения морозного пучения возникла еще в 30-х годах, но до 50-х годов практической проверки она не получила.

В 1964 г. акад. П. А. Ребиндер [2] разработал основные положения физико-химической теории, сущность которой заключается в том, что определенные материалы с требуемыми механическими свойствами могут быть созданы путем некоторых физико-химических воздействий на их первоначальные состояния. В дальнейшем эти положения были развиты в работах Гидропроекта, затем рядом исследователей под руководством Н. А. Цытовича ([1, 4] и др.).

В 1972—1975 гг. исследования были продолжены М. Г. Салиховым [3]. Последним посвятил свою работу исследованию условий применения хлористого калия и натрия для подготовки грунтов к разработке в зимний период. Выполненная им работа показала высокую эффективность применения химических методов для разработки грунтов в зимний период.

По данным М. Г. Салихова [3], при разработке мерзлых грунтов экскаватором, оборудованным клином-бабой, себестоимость составила 70—75 к./м³; экскаватором с ковшом активного действия — 20; роторным траншейным — 35; машинами ударного действия — 26—59; машинами послонного разрыхления, при разрыхлении площадей — 12; виброударным рыхлителем — 50; баровыми установками — 40; взрывным методом — 56; методом оттаивания мерзлого грунта — 70—93; то же при использовании угля и электроэнергии — 200; при использовании коаксиальных нагревателей — 20; укрывании грунта теплоизоляционными материалами — 1,2—40; при введении технической соли NaCl в условиях Тюменской области — 32, в условиях БССР — 4—34 к./м³.

Как видно, наиболее эффективны два метода: химическая подготовка грунтов и укрывание грунтов теплоизоляционными материалами перед наступлением морозов.

Химическая подготовка грунтов по сравнению с другими способами независимо от глубины промерзания обеспечивает эффективную работу дорожно-строительных машин.

Дешевым (18 р. за 1 т) и доступным продуктом являются соли азотистой кислоты (нитрит натрия) NaNO_2 , обладающие ингибирующими свойствами.

Все стройки страны применяют нитрит натрия как противоморозную добавку при изготовлении и укладке в зимний период бетона и раствора. А это значит, что имеется хорошо развитая сеть поставки и

приема нитрита натрия как в водном растворе, так и в кристаллическом виде.

Применение нитрита натрия при разработке мерзлых грунтов в настоящее время ограничено. Объясняется это тем, что не были исследованы некоторые особенности, связанные с техникой и технологией производства земляных работ с нитритом натрия.

Нормативное время до начала смерзания грунта при различной отрицательной температуре воздуха, согласно инструкции (ВСН-120-03), составляет: при -5°C — 5400 с; при -10°C — 3600 с; при -20°C — 2400 с; при -30°C — 1200 с.

Из приведенных данных видно, что за промежуток времени 1200—5400 с до начала смерзания грунта невозможно выполнить технологические операции по отсыпке привезенного грунта из карьера, разравниванию его и уплотнению на захватке оптимальной длины для соответствующего комплекта машин ($I_{\text{зах}}^{\text{сп}} = 150\text{—}200$ м).

Эффективность возведения земляного полотна в зимний период можно существенно повысить за счет применения нитрита натрия как реагента, препятствующего смерзанию грунта.

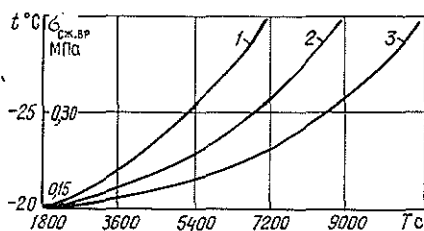
Для установления эффективности применения нитрита натрия были проведены экспериментальные исследования по определению его влияния на смораживаемость грунтов.

Объектом экспериментальных исследований были образцы грунта из песка, супеси и глины. Грунт высушивали до воздушно-сухого состояния, а затем в него вводили 20 %-ный водный раствор NaNO_2 в количестве, обеспечивающем оптимальную влажность. Образцы изготавливали на приборе стандартного уплотнения. Их помещали в морозильную камеру типа «Непа» и промораживали в диапазоне отрицательных температур от -20 до -30°C . Эвтектическая точка для 20 %-ного водного раствора NaNO_2 составляет $-19,6^{\circ}\text{C}$. После промораживания образцы разрушали на стандартном прессе.

В качестве основного оценочного показателя были приняты усилия разрушения и деформации с последующим пересчетом усилия разрушения образцов на временное сопротивление сжатию.

Повторность опытов составляла не менее 15 при ошибке 10 % и вероятности 0,95.

По результатам исследований построен график изменения временного сопротивления сжатию образцов грунта при различном временном интервале их промораживания (см. рис.).



Экспериментальная зависимость периода сохранения грунта в талом состоянии при его промораживании с добавлением соли NaNO_2 .

1 — песок; 2 — супесь; 3 — глина.

С понижением температуры от -20 до -30°C сопротивление сжатию песчаных грунтов возросло от 0,15 до 0,45 МПа в интервале времени от 1800 до 7200 с, супесчаных — через 9000 с промораживания; глинистых — через 10 800 с.

Полученные зависимости по изменению временного сопротивления сжатию показывают, что грунты, обработанные NaNO_2 , смораживаются в интервале отрицательных температур от -20 до -30°C : песчаные — за 3600 с; супесчаные — за 9000 с, глинистые — за 10 800 с. До температуры -20°C все грунты, обработанные NaNO_2 , находились в пластическом состоянии в течение двух суток.

С учетом результатов лабораторных исследований были выполнены натурные исследования по изучению влияния NaNO_2 на смораживание грунтов при отсыпке земляного полотна лесовозных дорог в зим-

нее время. Опытные участки земляного полотна протяженностью 1 км были заложены в Вашкинском ЛПХ Вологодской области при отрицательной температуре -25°C .

Грунт, привезенный из карьера самосвалами и отсыпанный в тело земляного полотна, разравнивали и способом разлива из цистерны через дозирующую трубу вводили 20 %-ный водный раствор NaNO_2 из расчета 1,5 л на 1 м^2 поверхности земляного полотна. Водный раствор NaNO_2 фильтровался на глубину до 4 см. Обработанный слой грунта препятствовал смораживанию конструктивных слоев ($n = 35 \text{ см}$) земляного полотна, что позволило в течение 9000 с производить уплотнение до 0,98 от стандартной плотности в верхних слоях насыпи и до 0,95 — в нижних.

Таким образом, применение 20 %-ного водного раствора NaNO_2 , поставляемого заводами-изготовителями, позволяет при отрицательной температуре $-(20-30)^{\circ}\text{C}$ увеличить время несмораживания грунтов в 6—10 раз, повысить эффективность возведения земляного полотна лесовозных дорог в зимних условиях, обеспечивает круглогодичную работу дорожно-строительных машин, открывает возможности по ускорению освоения северных и восточных лесопромышленных регионов страны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кроник Я. А. Противопучинное засоление суглинков при зимнем возведении экрана плотины Вилюйской ГЭС.— Эспресс-информ. ОЭС. Сер. Строительство гидроэлектростанций, 1968, № 8. [2]. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика почв, грунтов, глин и строительных материалов.— Ташкент: Фан, 1966.— 476 с. [3]. Салихов М. Г. Исследование влияния химических добавок на промерзание грунтов в зоне производства земляных работ при строительстве лесовозных дорог: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук.— Минск, 1975.— 26 с. [4]. Ухов С. Б. Искусственное засоление связных грунтов для возведения насыпей в зимнее время: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук.— М., 1961.— 21 с. [5]. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов.— М.: Высш. школа, 1973.— 446 с.

Поступила 29 апреля 1984 г.

УДК 630*378.44

О ПРИМЕНЕНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МОЛЕВОГО ЛЕСОСПЛАВА*

Н. Л. ВАСИЛЬЕВ, Н. В. ЛИВШИЦ, Б. Е. МЕНЬШИКОВ,
Г. А. ПОВОД

Уральский лесотехнический институт

Обеспечение молевого сплава лиственных сортиментов, особенно березовых, становится все более актуальной задачей, так как относительная доля их в сырьевых базах леспромпхозов увеличивается с каждым годом. Между тем имеющиеся средства и способы молевого сплава лиственных сортиментов не всегда эффективны, поскольку не позволяют избежать потерь древесины.

Один из возможных способов сплава без потерь состоит в повышении плавучести бревен и снижении их водопоглощения путем обработки торцов пенополиуретаном (ППУ). Пенополиуретан получается в результате взаимодействия полиэфиров с полиизоцианатом и другими компонентами, которые с помощью специальной установки напыляют на торцы бревен, при этом образуется жесткая пена замкнуто-ячеистой структуры плотностью от 50 до 300 $\text{кг}/\text{м}^3$.

В 1983 г. был проведен опытный молевой сплав березовых бревен, обработанных пенополиуретаном, на р. Водле Карельской АССР. Ежегодно по этой реке сплавляется молеми 1 млн. 200 тыс. м^3 хвойных сортиментов. На участке опытного сплава длиной

* Публикуется в порядке постановки вопроса.

73 км имелись порожистые участки и перекаты. Всего было заготовлено и пущено в лесосплав 1543 березовых бревна общим объемом 327 м³. Из них 1416 бревен (300 м³) были обработаны пенополиуретаном различного типа. У части бревен обработка обеспечивала только гидроизоляцию торцов (ППУ ПНЗ + ПНЗ толщиной покрытия 2—3 см), у других — еще и поплавковый эффект (ППУ ПНЗ + 17Н⁰ + ПНЗ и ППУ ПНЗ + 17Н + ПНЗ толщиной покрытия 5—7 см). Кроме того, 127 березовых бревен (27 м³) были пущены в лесосплав без обработки.

При сброске бревен с 23 и 26 июня на воде проводили замеры, необходимые для определения начальной плотности древесины. Через 40—60 дн на рейде устанавливали конечную плотность бревен.

Как показали результаты эксперимента, применение ППУ как гидроизолирующего средства позволило снизить интенсивность водопоглощения березовых лесоматериалов в 1,5—2 раза по сравнению с контрольными незащищенными бревнами.

В табл. 1 приведен ряд показателей, характеризующих плавучесть березовых круглых лесоматериалов как контрольных, так и обработанных ППУ с различного типа покрытием.

Из таблицы видно, что контрольные, не обработанные ППУ березовые бревна имели среднюю арифметическую начальную плотность $\rho_n = 897 \text{ кг/м}^3$, в том числе, как показала проведенная выборка, прибывшие на рейд бревна имели среднюю начальную плотность $\rho_n = 885 \text{ кг/м}^3$, т. е. на 12 кг/м³ меньше, чем вся партия контрольных бревен, а не прибывшие на рейд $\rho_n = 906 \text{ кг/м}^3$, т. е. на 9 кг/м³ больше. Общий прирост плотности у контрольных бревен в среднем за 50 дн составил 87 кг/м³, или 1,74 м³ в сутки, а конечная средняя плотность оказалась $\rho_k = 972 \text{ кг/м}^3$. Проведенный по методике проф. В. И. Пятакина расчет показал, что в этой партии бревен плотность древесины свыше 990 кг/м³ была у 20,6 % от пущенных в молевой лесосплав. При такой же среднесуточной интенсивности водопоглощения у контрольных бревен, не прибывших на рейд, расчетный процент от утопа составляет 54,6 %. С учетом соотношения контрольных бревен, прибывших на рейд (40 %) и не прибывших (60 %), расчетный процент потерь от утопа в этой партии бревен в целом составляет 40,1 %.

Как видно из табл. 1, у березовых круглых лесоматериалов, обработанных ППУ, начальная средняя плотность древесины различна. Наименьшая $\rho_n = 867 \text{ кг/м}^3$ у бревен, обработанных ППУ ПНЗ + ПНЗ, наибольшая $\rho_n = 943 \text{ кг/м}^3$ у обработанных ППУ ПНЗ + 17Н + ПНЗ. Это различие можно объяснить тем, что первые находились в основном в верхних рядах штабелей и просохли значительно лучше; бревна, обработанные ППУ других марок, находились в нижних рядах, и просушка их шла значительно хуже.

В связи с тем, что бревна с покрытием из ППУ ПНЗ + ПНЗ имели значительно меньшую начальную плотность (на 60—70 кг/м³), чем другие, среднесуточная интенсивность водопоглощения у этих бревен была наибольшей (1,38 кг/м³).

При такой интенсивности водопоглощения через 50 дн средняя плотность бревен достигла 936 кг/м³. Расчеты показали, что среди партии бревен потери от утопа составили 6,7 %. В случае, если бы эта партия березовых бревен не была обработана ППУ, то расчетные потери для не защищенных от водопоглощения бревен от утопа были бы 23,3 %, т. е. в 3,46 раза больше.

Эффективность обработки березовых круглых лесоматериалов видна на партиях бревен с покрытиями из ППУ ПНЗ + 17Н⁰ + ПНЗ и ПНЗ + 17Н + ПНЗ, дающими, кроме гидроизолирующего, и поплавковый эффект. В этом случае, несмотря на высокую начальную плотность бревен (см. табл. 1), потери от утопа были минимальными (соответственно 2,5 и 4,6 %). Это объясняется тем, что допустимая критическая плотность древесины, исходя из объема и плотности ППУ на бревнах, равна не 990 кг/м³, а 1040 и 1035 кг/м³. В случае отсутствия поплавко-

Таблица 1

Вид сплаваемых круглых лесоматериалов	Средняя архимедическая плотность древесины, кг/м ³		Среднесуточный прирост плотности, кг/м ³	Критическая плотность бревен, кг/м ³	Процент потерь			Другие потери от утота, раз
	начальная	конечная через 50 дн			фактический	расчетный при отсутствии плавкового эффекта	расчетный без обработки ППУ	
Контрольные, не обработанные ППУ бревна (в целом)	897	985		990	40,1			
	885 906	972 993	1,74	990 990	20,6 54,6			
в том числе: прибывшие на рейд не прибывшие на рейд	867	936	1,38	990	6,7		23,2	34,6
	990	982	0,98	1040	2,5		67	29,1
	943	992	0,94	1035	4,6		81,7	17,7

* Облегченный пенополиуретан марки ППУ ПНЗ + 17Н⁰ + ПНЗ $\rho_n = 61$ кг/м³.

Таблица 2

Вид сплаваемых круглых лесоматериалов	Сброшено на воду		Принято на рейде		Не принято на рейде, %		
	м ³	шт.	м ³	шт.	% от сброшенных	из-за потери при плавучести	по неустоявшимся причинам
Контрольные, необработанные	20,9	127	10,8	51	40,2	40,1	19,7
Обработанные ППУ	300,1	1416	263,9	1245	88	12	6,8

вого эффекта, при такой же интенсивности водопоглощения, эти потери составили бы соответственно 41,3 и 53,2 %, а без гидроизоляции торцов и интенсивности водопоглощения, соответствующей незащищенным бревнам с такой же начальной плотностью, 67 и 81,7 %. Таким образом, применение ППУ не только как гидроизолятора, но и как поплавок дало возможность для этих партий бревен добиться снижения потерь от утота соответственно в 29,1 и 17,7 раза.

Сводные итоговые объемные показатели по экспериментальному молевому лесосплаву приведены в табл. 2.

Анализ эффективности ППУ для молевого лесосплава в условиях, характерных для проведения эксперимента в 1983 г. (средняя начальная плотность бревен $\rho_n = 890$ кг/м³, среднее квадратичное отклонение $\sigma = 30$ кг/м³, время нахождения на воде до сплотки — 50 дн и на рейде в пучках еще 50 дн) показал, что обработка бревен ППУ для этих условий, без создания поплавоквого эффекта и сохранения критической плотности бревен $\rho_{кр} = 990$ кг/м³, привела бы к уменьшению потерь от

утопа до 4,9 % через 50 дн (против 40,1 % — необработанных), а через 100 дн потеряли бы плавучесть только 30,8 % бревен, т. е. в пучках они находились бы на плаву. В случае напыления на 1 м³ бревен 1,1 кг ППУ с плотностью $\rho_{п} = 100 \text{ кг/м}^3$ и создания поплавоквого эффекта потери от утопа сократились бы до 2,3 % при молевом лесосплаве до 50 дн.

Молевой сплав березовых круглых лесоматериалов, проведенный в промышленных условиях на р. Водле, показал, что ППУ является не только хорошим гидроизолирующим средством, но и создает дополнительную плавучесть. Применение его обеспечивает проплав молею и в пучках березы до 100 дн со средней начальной плотностью 890—920 кг/м³, чего невозможно достигнуть никакими другими известными средствами.

Поступила 23 июля 1984 г.

УДК 656.065.2

К ОПТИМИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ

Ю. П. КОНОНОВ

СевНИИП

Ранее [2] было показано, что при планировании и оперативном управлении обеспечением лесозаготовительных машин запасными частями целесообразно использовать деление всей номенклатуры деталей на три класса: А, В и С. Предложен алгоритм классификации запасных частей, основанный на определении комплексного приведенного показателя стоимости и равнопрочности элементов машин.

При расчете потребности в запасных частях для конкретного парка лесозаготовительных машин требуется по заданной сумме средств, выделенной на запасные части, обеспечить максимальную вероятность достаточности резервируемых элементов каждого класса и вида.

Эта задача может быть решена с использованием методов теории резервирования [1]. Эквивалентность запасных частей и резервных элементов и правомерность применения математического аппарата теории резервирования для расчета запасных частей доказана в работе [3].

Математическая модель задачи может быть сформулирована следующим образом.

Рассматривается совокупность однородных машин. Потребный комплект запасных частей для обеспечения безотказной ее работы определяется как система, представляющая последовательное соединение трех взаимонезависимых участков. Участком системы в данном случае будем называть такую ее часть, для резервирования которой могут быть использованы детали одного класса. Таким образом, к одному участку системы условно относятся все элементы данного класса, если даже они конструктивно разнесены и в схеме не связаны между собой. При этом предполагается, что каждый участок состоит из m_i групп элементов, в которых содержится по x_i параллельных взаимно независимых элементов ($i = А, В, С$). При отказе какого-либо из элементов его заменяют запасным элементом того же типа, если таковой имеется в резерве. Отсутствие элемента требуемого типа среди запасных приводит к отказу системы.

Структурная схема модели расчета приведена на рис. 1.

В качестве основного показателя надежности системы, который требуется улучшить путем резервирования, принимаем вероятность безотказной работы системы за время t . Этот показатель представляет со-

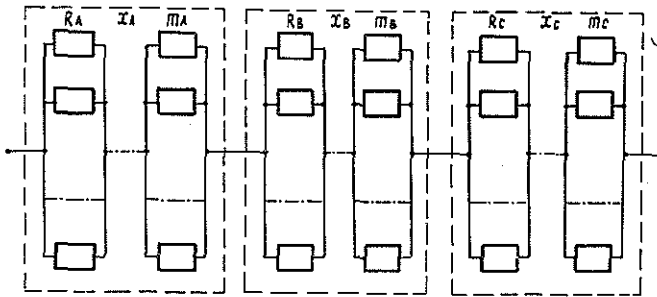


Рис. 1. Структурная схема модели расчета оптимальной средней вероятности достаточности запасных частей по классам деталей.

бой в данном случае вероятность достаточности запасных частей и может быть выражен в виде произведения выбранных показателей надежности отдельных участков системы

$$R(x_A m_A; x_B m_B; x_C m_C) = [R_A(x_A)]^{m_A} [R_B(x_B)]^{m_B} [R_C(x_C)]^{m_C}, \quad (1)$$

где $R(x_A m_A; x_B m_B; x_C m_C)$ — показатель надежности системы при условии, что на первом участке имеется m_A групп элементов, в каждой из которых содержится по x_A резервных элементов; на втором участке m_B групп элементов по x_B резервных элементов и на третьем участке m_C групп элементов по x_C резервных элементов;

$R_A(x_A)$ — показатель надежности групп элементов первого участка системы при условии, что на нем имеется x_A резервных элементов;

$R_B(x_B), R_C(x_C)$ — то же для второго и третьего участков системы;

m_A, m_B, m_C — число групп однотипных элементов на соответствующих участках системы.

Из выражения (1) следует, что экономический эффект от повышения надежности системы за счет уменьшения среднего числа отказов складывается из соответствующих эффектов за счет снижения среднего числа отказов каждого из участков и групп элементов. Отсюда вытекает, что надежность системы достигает оптимального уровня, если каждый из участков и групп элементов будет иметь оптимальный показатель надежности. Оптимизация показателя надежности системы производится посредством оптимизации показателей надежности всех входящих в нее участков и групп элементов.

Задача оптимального резервирования предполагает, что стоимость всех резервных элементов определяется так:

$$C(x_A m_A; x_B m_B; x_C m_C) = C_A(x_A m_A) + C_B(x_B m_B) + C_C(x_C m_C),$$

где $C_A(x_A m_A), C_B(x_B m_B), C_C(x_C m_C)$ — стоимости трех участков системы при условии, что на них имеется соответственно m_A, m_B и m_C групп элементов по x_A, x_B и x_C резервных элементов в группе.

Стоимости участков системы находят по формулам

$$C_A(x_A m_A) = C_{срА} m_A x_A;$$

$$C_B(x_B m_B) = C_{срВ} m_B x_B;$$

$$C_C(x_C m_C) = C_{срС} m_C x_C.$$

Здесь $C_{срА}$, $C_{срВ}$, $C_{срС}$ — средняя стоимость одного элемента на участках А, В и С.

Таким образом, задача сводится к следующему. Раздельным резервированием системы, состоящей из участков А, В и С, в каждом из которых соответственно по m_A , m_B и m_C резервных групп элементов, следует добиться того, чтобы при максимально возможном показателе надежности системы R стоимость всех резервных элементов C не превысила заданного значения C_k .

Используя введенные обозначения, эту задачу можно записать в таком виде: найти $\max R(x_A m_A; x_B m_B; x_C m_C)$ при условии

$$C(x_A m_A; x_B m_B; x_C m_C) \leq C_k.$$

При классификации в одном классе группируют детали, имеющие одинаковые или близкие значения стоимости и степени равнопрочности. Только при этом условии с определенным допущением можно использовать для расчетов средние показатели по классу. Строго говоря, использование средних показателей надежности системы по классам дает точное решение поставленной задачи только в том случае, когда стоимость элементов и степень равнопрочности их в классе соответственно равны. Но так как стоимость и степень равнопрочности деталей в классе варьируют, то полученное решение лишь приближенно можно считать оптимальным.

Для решения данной задачи был применен модифицированный метод динамического программирования [1]. Составлена программа и выполнены практические расчеты на ЭВМ. Для расчета использованы средние общесоюзные нормы расхода запасных частей для трактора ТДТ-55А. Условно принят парк тракторов 100 единиц. Расчеты производили для 260 наименований деталей, стоимость годового потребления которых по норме для парка тракторов 100 единиц составляет 53,8 тыс. р.

Вначале по методике [2] вся номенклатура запасных частей разделена на три класса. Характеристики групп деталей в каждом классе приведены в таблице.

Характеристики деталей по классам,
принятые для расчета
оптимальной вероятности
достаточности запасных частей

Класс деталей	Число наименований деталей в классе	Средняя норма расхода деталей одного наименования, шт.	Средняя цена одной детали, р.	Общая стоимость деталей по норме, тыс. р.
А	30	73,3	18,9	41,6
В	74	24,4	4,9	8,9
С	156	6,9	3,0	3,3
Всего	260			53,8

Вероятность достаточности запасных частей данного вида рассчитана по формуле Пуассона

$$R_i(x_i) = \sum_{s=0}^{x_i} \frac{[H_i(t)]^s}{s!} e^{-H_i(t)},$$

где $H_i(t)$ — функция восстановления, равная среднему числу восстановлений (замен) детали i -того вида за время t ; в расчетах принята равной средней норме расхода деталей данного класса (согласно таблице).

Для различных значений общей стоимости запасных частей определяли оптимальную среднюю вероятность достаточности запасных частей для деталей классов А, В, С и вероятность достаточности запасных частей для системы в целом.

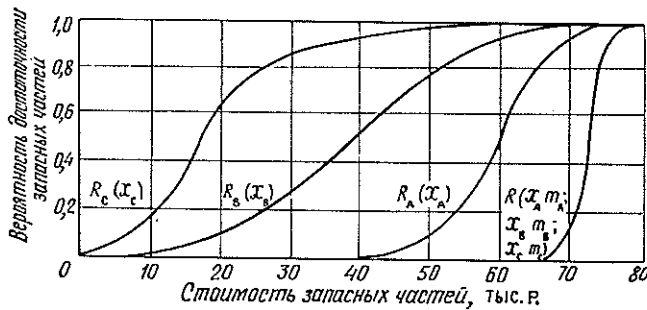


Рис. 2. Зависимости оптимальной средней вероятности достаточности запасных частей по классам деталей трактора ТДТ-55А от стоимости годового комплекта запасных частей.

Результаты расчета приведены на рис. 2. Из графиков видно, что зависимости имеют различный характер. При стоимости запасных частей 53,8 тыс. р., соответствующей средней годовой норме расхода, оптимальные показатели надежности по классам А, В и С равны: $R_{A \text{ опт}} = 0,22$; $R_{B \text{ опт}} = 0,8$; $R_{C \text{ опт}} = 0,96$. В этом случае показатель надежности для системы в целом будет равен e^{-67} . Для сравнения отметим, что если средние показатели надежности по всем классам деталей равны 0,5 (что имеет место при обеспечении деталями каждого вида согласно норме расхода), то показатель надежности для системы в целом будет равен e^{-180} . При общей стоимости запасных частей 70 тыс. р. и выше показатели надежности по всем классам деталей и системы в целом достигают максимальных значений.

Результаты расчетов позволяют сделать вывод о том, что детали с более высокой долговечностью и меньшей стоимостью должны резервироваться с наибольшей вероятностью достаточности по сравнению с деталями меньшей долговечности и большей стоимости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики.— М.: Сов. радио, 1975.— 472 с. [2]. Кононов Ю. П., Уваров Б. В. О классификации деталей и узлов в управлении снабжением запасными частями.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 6, с. 99—103. [3]. Пославский О. Ф. Об эквивалентности запасных частей и резервных элементов.— Стандарты и качество, 1973, № 3, с. 58—59.

УДК 625.731.9

РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ДРЕВЕСНЫМИ СЛОЯМИ ПО УПРУГОМУ ПРОГИБУ

А. М. КУЛИЖНИКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Отходы механической обработки древесины, являющиеся эффективными теплоизоляционными материалами, отличаются от традиционных дорожно-строительных материалов чрезмерной деформативностью (модуль упругости 3,5—22,5 МПа [8]) и большой сдвигоустойчивостью (угол внутреннего трения 55—62° [8]). Выполненные нами исследования показали, что уплотненные древесные отходы под действием временных нагрузок работают в стадии обратимых деформаций. Следовательно, для оценки напряженного состояния дорожных конструкций с древесными слоями допустимо использовать решения теории упругости [3].

Анализ напряженного состояния дорожных конструкций свидетельствует, что при применении древесных слоев возникает опасность превышения допустимого прогиба покрытия под колесами автомобиля и возникновения недопустимых растягивающих напряжений при изгибе монолитных слоев дорожной одежды. В то же время сдвигоустойчивые древесные отходы не способствуют превышению сдвигающих напряжений в грунте земляного полотна и слабосвязных материалах дорожной одежды.

Расчет дорожных конструкций с упругими прослойками по растягивающим и сдвигающим напряжениям может быть выполнен по принятой методике [3]. Существующая же методика расчета по допустимому упругому прогибу [3], в ее общепринятом виде, не позволяет рассчитывать дорожные конструкции с прослойками низкой жесткости. В этих конструкциях не соблюдаются общепринятые принципы конструирования дорожных одежд: отношение модулей упругости смежных материалов почти в два раза больше рекомендуемого ($E_b/E_T \geq 7$, где E_b — модуль упругости материала слоя, лежащего над древесным, E_T — модуль упругости древесного материала); послойное убывание модуля упругости нарушается, поскольку для древесного материала он меньше, чем для грунта основания. Известные методы расчета таких конструкций (метод ХАДИ [4]), а также методики расчета двухслойных дорожных конструкций, в которых модуль упругости материала верхнего слоя меньше, чем у нижнего [2], не могут быть применены для расчета дорожных одежд с нетрадиционными прослойками из древесных отходов. В них не учитываются параметры чрезмерно деформируемых слоев, характерные для отходов механической обработки древесины.

Ранее нами была предпринята попытка решить подобную задачу [7]. Согласно методике М. Б. Корсунского [5], предложено теплоизолирующий слой, размещенный на грунтовом основании, заменять одним слоем с общим модулем упругости $E_{\text{общ}}$, который определяется по формуле:

$$E_{\text{общ}} = \frac{E_0}{(1 - \mu_0^2) \left\{ 1 - \frac{2}{\pi} \arctg \left(1,1 h_0 \sqrt{\frac{E_T}{E_0}} \right) + \frac{E_0}{E_T} \left[1 - \frac{h_0}{1 - \mu_0} \left(2\mu_0 - 1 - \frac{2h_0}{\sqrt{1 + 4h_0^2}} \right) - \sqrt{1 + 4h_0^2} \right] \right\}}, \quad (1)$$

где E_T , E_0 — модули упругости соответственно теплоизоляционного материала и грунта основания, МПа;

μ_0 — коэффициент Пуассона грунта;

$$h_0 = \frac{h_T}{d};$$

h_T — толщина теплоизолирующего слоя, м;

d — диаметр круга, равновеликий следу колеса расчетного автомобиля, м.

Далее предлагалось расчет вести послойно от нижнего слоя к верхнему по методике ВСН 46—72. Однако при таком расчете по допускаемому упругому прогибу диаметр площадки, передающей давление на следующий слой, остается неизменным. Известно, что монолитные и в меньшей степени дискретные материалы обладают распределяющей способностью, и практически давление сверху вниз от слоя к слою передается по возрастающей площади [4]. При принятой методике [3] распределяющей способностью материалов пренебрегают, что ведет к повышению запаса прочности.

В случае использования древесных отходов, когда $E_B/E_T > 7$, при расчете по принятой методике увеличивается глубина заложения древесного слоя и снижается его теплозащитная эффективность.

В развитие предложенного нами решения [7] представляется целесообразным при определении общего модуля упругости на поверхности древесного слоя по формуле М. Б. Корсунского учитывать распределяющее действие вышележащих слоев дорожной одежды на диаметр площадки, передающей давление на древесный слой.

В основу расчета положена зависимость Л. Т. Абрамова и др. [9]

$$D = d \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (2)$$

где D — диаметр площадки, по которой будет передаваться давление на нижний слой, м;

d — диаметр круга, равновеликого площади отпечатка колеса расчетного автомобиля, м;

P — давление от расчетной нагрузки, МПа;

σ — напряжение на контакте верхнего слоя с нижним, МПа.

Приняв за верхний слой дорожную одежду, за нижний — древесный слой на грунтовом основании, преобразуем формулу (2). Используя зависимость М. И. Якунина [4], получим:

$$D = d \sqrt{1 + a \left(\frac{h_{1 экв}}{d} \right)^2}. \quad (3)$$

Здесь a — коэффициент распределения напряжений;

$h_{1 экв}$ — эквивалентная толщина материалов дорожной одежды, расположенных над древесным слоем, м:

$$h_{1 экв} = h_B \sqrt[3]{\frac{E_{1 экв}}{E_{общ}}}, \quad (4)$$

где h_B — суммарная толщина слоев дорожной одежды, расположенных над древесным материалом, м;

$E_{общ}$ — общий модуль упругости двухслойной системы теплоизолирующий слой на грунтовом основании, МПа;

$E_{1 экв}$ — эквивалентный модуль упругости материалов дорожной одежды, расположенных над древесным слоем, МПа. По формуле А. М. Кривисского [7]

$$h_{1 экв} = \frac{\sum h_i E_i}{\sum h_i}. \quad (5)$$

Здесь E_i — модуль упругости материалов дорожной одежды, расположенных над древесным слоем, МПа;

h_i — толщина слоев этих материалов, м.

После подстановки зависимости (4) в формулу (3) получаем уравнение в окончательном виде

$$D = d \sqrt{1 + a \left(\frac{h_b \sqrt[3]{\frac{E_{i \text{ экв}}}{E_{\text{обш}}}}}{d} \right)^2} \quad (6)$$

Расчет сводится к определению при требуемом модуле упругости ($E_{\text{тр}}$) на поверхности конструкции максимально допустимой толщины слоя низкой жесткости. Для ЭВМ «Наири-4АРМ» составлена рабочая программа на алгоритмическом языке ФОРТРАН-IV.

Предложенная методика расчета прошла экспериментальную проверку. Установлено, что расчетные значения модулей упругости на поверхности дорожных конструкций с теплоизолирующими слоями ($E_{\text{экв}}$) хорошо согласуются с экспериментальными, отличаясь лишь на 3,8—4,8 % (см. табл.).

Но- мер уча- стка	Конструктивный слой дорожной одежды	Толщина слоя до- рожной одежды, м	Расчет- ный мо- дуль у- пругости матери- алов, МПа	Эквивалентный модуль упругости на поверхности дорожной конструк- ции, МПа	
				экспери- менталь- ный	рас- четный
1	Асфальтобетон:			191	184
	мелкозернистый	0,035	1500		
	среднезернистый	0,045	1000		
	Щебень	0,18	200		
	Песок крупнозернистый	0,34	130		
2	Опилки, укрепленные цементом	0,25	21	173	165
	Асфальтобетон:				
	мелкозернистый	0,035	1500		
	среднезернистый	0,045	1000		
	Щебень	0,18	200		
Песок крупнозернистый	0,34	130			
	Древесная кора	0,20	7,5		

Для облегчения вычислений были проведены лабораторные исследования*. С помощью устройства А. П. Кузнецова [1] загружали специальные модели дорожных одежд, устраиваемые в формах диаметром 260 мм и высотой 210 мм. Модели включали в себя древесные слои из коры или опилок толщиной 0,4; 0,6; 0,8d и расположенные выше слои из крупнозернистого песка, соответствующие глубине заложения древесного слоя, толщиной 0,6; 1,0; 1,4; 1,8; 2,2d (d — диаметр штампа). Толщина слоев моделей дорожных конструкций, передаваемая нагрузка и диаметр штампа, равновеликого по площади отпечатку следа колеса, были уменьшены в 5 раз по сравнению с фактическими размерами.

Модели изготовляли при оптимальной влажности материалов, древесный слой уплотняли в течение 3 мин под удельным давлением 0,6 МПа, песчаный — 9 МПа. Вместе с плунжером уплотненные в форме материалы помещали на 1 сут во влажный эксикатор для равномерного распределения влаги.

Нагрузку на поверхность моделей дорожных одежд передавали с помощью штампа диаметром 69 мм. Отдельные ступени нагружения равны 0,033; 0,067; 0,100 МПа. Деформации поверхности моделей фиксировали по трем индикаторам. Для каждой моделируемой дорожной конструкции определяли эквивалентный статический модуль упругости на ее поверхности.

По результатам экспериментальных исследований получена номограмма (см. рис.), позволяющая определить в зависимости от толщи-

* В лабораторных работах принимал участие инж. А. М. Векслер.

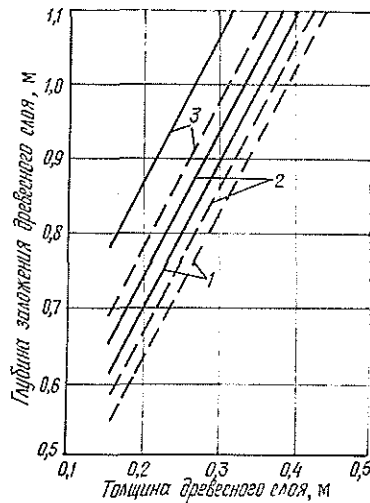
Номограмма для определения глубины заложения древесного слоя. Сплошная линия — слой из измельченной коры; штриховая — из древесных опилок.

1 — $d = 0,30$ м; 2 — $d = 0,33$ м;
3 — $d = 0,46$ м.

ны теплоизолирующего слоя такую глубину его заложения, при которой модуль упругости на поверхности дорожной одежды был бы равен модулю упругости дорожной одежды без теплоизолирующего слоя.

При использовании этой номограммы для дорожных одежд, включающих монолитные слои (цементобетон, асфальтобетон, цементогрунт и т. д.), глубина расположения древесного слоя может быть несколько уменьшена, так как распределяющая способность монолитных материалов значительно выше, чем использованных в работе — дискретных.

Исследования по определению параметров заложения древесных слоев будут продолжены в направлении совершенствования методик расчета.



ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 631736 (СССР). Устройство для испытания материалов/ А. П. Кузнецов.— Оpubл. в Б. И., 1978, № 11. [2]. Дуйшеналиев М. Учет деформации теплоизоляционного материала при расчете дорожной одежды на прочность.— В кн.: Специальные методы регулирования водно-теплого режима земляного полотна в сложных грунтово-гидрологических условиях. М., 1980, с. 57—67. (Тр./Союздорнии). [3]. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа: ВСН 46—72.— М.: Транспорт, 1973.— 110 с. [4]. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд/ Под ред. Н. Н. Иванова.— М.: Транспорт, 1973.— 328 с. [5]. Корсунский М. Б. Особенности расчета более экономичных конструкций дорожных одежд.— Автомобильные дороги, 1971, № 10, с. 7—8. [6]. Корсунский М. Б., Салль А. О., Теляев П. И. Приведение многослойных дорожных конструкций к расчетным моделям.— Тр./Союздорнии, 1971, вып. 47, с. 17—29. [7]. Кулижников А. М. Конструирование дорожных одежд со слоями из древесных отходов.— В кн.: Совершенствование проектирования и строительства автомобильных дорог. Л.: ЛИСИ, 1981, с. 49—56. [8]. Кулижников А. М., Лозовский Е. В. Физико-механические свойства отходов лесопильно-деревообрабатывающей промышленности.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 39—42. [9]. Распределяющая способность дорожных материалов и их прочностные характеристики/ Л. Т. Абрамов, Н. В. Горельшев, В. К. Дормелов, И. В. Луховец.— Тр./Союздорнии, 1971, вып. 47, с. 57—73.

Поступила 25 июня 1984 г.

УДК 630*377.44

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАГРУЗКИ В УЗЛАХ МАШИНЫ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ ДЕРЕВЬЕВ В ПОЛОЖЕНИИ, БЛИЗКОМ К ВЕРТИКАЛЬНОМУ

*Н. А. ГУЦЕЛЮК, С. Ф. КОЗЬМИН, В. М. ТРОЯЗЫКОВ,
В. В. СЕННИКОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Сохранение лесной среды приобретает все большее значение. Особенно важно сохранить оставляемую часть древостоя при несплошных рубках главного и промежуточного пользования. В связи с этим возрастают лесоводственные требования к лесосечным машинам и технологическим процессам несплошных рубок.

С точки зрения условий и производительности труда в настоящее время наиболее совершенны манипуляторные машины, полностью исключаящие ручной труд. Однако с лесоводственной точки зрения системы лесосечных машин, оснащенных манипуляторами, имеют существенные недостатки. Сравнительно небольшой вылет манипулятора (до 10 м) требует густой сети технологических коридоров или волоков, под которые вырубается около 30 % площади насаждений, в дальнейшем не продуцирующих. От частых проходов машин разрушается почва и напочвенный покров, корни и стволы близстоящих деревьев. При валке повреждаются кроны соседних деревьев и подрост.

Отмеченные недостатки могут быть в значительной степени снижены или полностью исключены в случае применения манипуляторных машин, работающих по технологической схеме без коридоров (волоков) или с очень редкой сетью их, а также многооперационных машин, обрабатывающих деревья без валки их на землю [2]. Такие машины должны работать под пологом леса и, следовательно, иметь малые габариты, высокую проходимость, хорошую маневренность и достаточную устойчивость, чтобы оперировать с деревьями.

Продолжается работа по созданию лесохозяйственных модификаций колесных тракторов [4] на базе сельскохозяйственных класса тяги 6 кН (ТЛ-28, Т-25А, Т-30 и Т-30А) и технологического оборудования к ним.

Исследования [5] показали, что такие трактора с колесной формулой 4 × 4, всеми одинаковыми колесами большого диаметра и шарнирно сочлененной рамой могут перемещаться под пологом леса без подготовки проходов для них в хвойных и смешанных насаждениях III и IV классов возраста, полнотой 0,8 и даже 0,9. Это позволяет рекомендовать их в качестве базы для лесосечных машин, работающих под пологом леса.

Для оперирования с деревом машина должна иметь значительную устойчивость, что несвойственно малогабаритным колесным тракторам. Эта противоречивая задача имеет оригинальное техническое решение, при котором нагрузки, в том числе и опрокидывающий момент, от дерева практически не передаются на базу машины, а воспринимаются отдельными ее элементами и в основном самим деревом (его комлевой частью) [1].

Машина состоит из базового трактора и технологического оборудования (рис. 1).

Технологическое оборудование — манипулятор, на рукояти которого установлено устройство для разделки дерева на сортименты в вертикальном положении, одновременной обрезки сучьев и пакетирования сортиментов. Такое устройство состоит из основания-стойки 1, режущего механизма 2, механизма протяжки деревьев и обрезки сучьев 3, захватов 4 и гидропривода.

Наводку устройства на дерево, его укладку в транспортное положение выполняют с помощью манипулятора. После наводки устройства на дерево включают приводы захватов и сучкорезных ножей. На высоте первого сортимента дерево перерезают и при помощи гидроцилиндра перемещают в наклонное положение. Затем верхнюю часть дерева протаскивают сверху вниз при помощи рябук на длину очередного сортимента, и механизм срезания отрезает его. После окончания разделки наклоненной части дерева срезают первый сортимент (комлевой).

Затем машина перемещается к другому намеченному в рубку дереву, и цикл повторяется.

Таким образом, при обработке дерева малогабаритной машиной необходимо срезанную часть дерева наклонить на небольшой угол относительно первоначального вертикального положения. Угол поворота зависит от диаметра дерева и конструктивных особенностей технологического оборудования машины. При этом в процессе поворота срезанной части дерева возникают дополнительные нагрузки на протяжной и сучкорезный механизмы. Применяя интегральный принцип Гамильтона — Остроградского, определяем характер изменения нагрузок, действующих на технологическое оборудование машины, в процессе поворота срезанной части дерева. В общем случае интегральный принцип имеет вид

$$\int_{t_1}^{t_2} (\delta A + \delta T) dt = 0, \quad (1)$$

где δA — вариация работы активных сил на возможных перемещениях системы;

δT — вариация кинетической энергии;

t_1 и t_2 — соответственно начальный и конечный моменты времени.

На рис. 2 представлена схема поворота технологического оборудования вместе со срезанной частью дерева. Срезанную часть дерева поворачивают относительно узла связи машины с деревом (точка O_1), расположенного на основании-стойке. При этом дерево рассматривается как твердое тело, масса M которого расположена на расстоянии h_c от плоскости среза.

Обобщенными координатами в нашем случае являются возможные перемещения точки O_1 по координатам x и z , а также угол наклона дерева φ .

Выражение для вариации кинетической энергии системы, соответственно по обобщенным координатам x, z, φ , имеет вид:

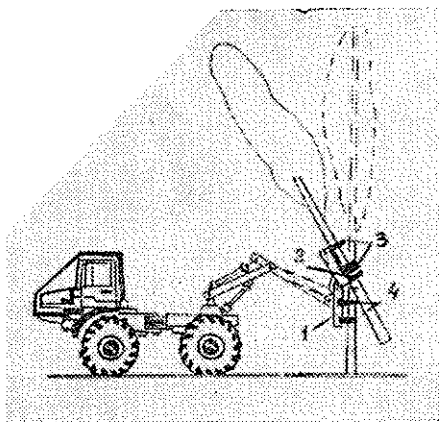


Рис. 1. Схема машины для разделки деревьев в положении, близком к вертикальному.

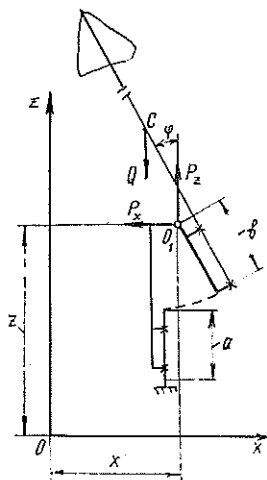


Рис. 2. Схема поворота дерева машиной.

$$\left. \begin{aligned} \delta T_x &= M(\dot{x} - h_c \dot{\varphi} \cos \varphi) \delta \dot{x}; \\ \delta T_z &= M(\dot{z} - h_c \dot{\varphi} \sin \varphi) \delta \dot{z}; \\ \delta T_\varphi &= M h_c [(\dot{x} \sin \varphi - \dot{z} \cos \varphi) \dot{\varphi} \delta \dot{\varphi} - (\dot{x} \cos \varphi + \\ &\quad + \dot{z} \sin \varphi) \delta \dot{\varphi}] + I \dot{\varphi} \delta \dot{\varphi}, \end{aligned} \right\} (2)$$

где I — момент инерции, приведенный к линии, проходящей через плоскость среза дерева;

\dot{x} , \dot{z} , $\dot{\varphi}$ — соответственно линейные и угловые скорости перемещения дерева.

Выражение вариации работы активных сил, соответственно, на возможных перемещениях δx , δz и $\delta \varphi$ имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} \delta A_x &= P_x \delta x; \\ \delta A_z &= (P_z - Q) \delta z; \\ \delta A_\varphi &= Q h_c \sin \varphi \delta \varphi, \end{aligned} \right\} (3)$$

где Q — сила тяжести дерева;

P_x — составляющая усилия, направленного по оси Ox ;

P_z — составляющая усилия по оси Oz .

Подставляя выражения (2) и (3) в уравнение (1) и решая его относительно P_x и P_z в долях веса дерева, получим зависимости, характеризующие значения составляющих нагрузки, действующей в узле связи машины с деревом в плоскости манипулятора. Выражения для искомым усилий при $\varphi_0 \neq 0$ и $\dot{\varphi}_0 \neq 0$ имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_x}{Q} &= \frac{Q [h_c - a(1-k)]^2}{I g} \left\{ 3 \cos \varphi - 2 \cos \varphi_0 - \frac{I \dot{\varphi}_0^2}{Q [h_c - a(1-k)]} \right\} \sin \varphi; \\ \frac{P_z}{Q} &= 1 - \frac{Q [h_c - a(1-k)]^2}{I g} \left\{ \sec \varphi - 3 \cos \varphi + 2 \cos \varphi_0 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{I \dot{\varphi}_0^2}{Q [h_c - a(1-k)]} \right\} \cos \varphi, \end{aligned} \right\} (4)$$

где a — длина первого сортимента.

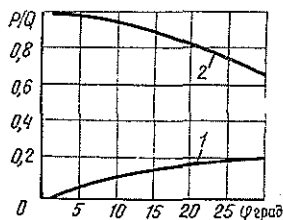


Рис. 3. График изменения составляющих усилий $\frac{P_x}{Q}$ (1) и $\frac{P_z}{Q}$ (2) в зависимости от угла φ наклона дерева.

По формулам (4) получены графики (рис. 3) зависимостей $\frac{P_z}{Q} = f(\varphi)$ и $\frac{P_x}{Q} = f(\varphi)$ при $\varphi_0 = 0,0525$ рад, $\dot{\varphi}_0 = 0,0525$ 1/с, $I = 0,21 M l^2$ и $k = \frac{b}{a}$.

Анализ графиков показывает, что вертикальная составляющая усилия P_z уменьшается при повороте дерева от максимального значения, близкого к силе тяжести дерева, до $0,64Q$ при $\varphi = 30^\circ$. Горизонтальная составляющая усилия P_x увеличивается до $0,2Q$ при угле $\varphi = 30^\circ$, а затем уменьшается.

Малые значения начального угла φ_0 и угловой скорости $\dot{\varphi}_0$ практически не оказывают влияния на характер изменения составляющих усилий P_x и P_z .

При повороте срезанной части дерева силы инерции от ее массы практически не оказывают влияния на характер изменения нагрузок в узле связи машины с деревом.

Экспериментальный образец машины прошел испытания в Охтинском учебно-опытном лесхозе в 1978 г. [3]. Результаты его испытания подтвердили изложенные положения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 791333 (СССР). Устройство для разделки растущих деревьев на сортименты/ С. Ф. Орлов, Н. А. Гуцелюк, В. С. Кралин и др.— Оpubл. в Б. И., 1980, № 48. [2]. Гуцелюк Н. А. Перспективное направление в развитии технологии и машин для рубок ухода за лесом.— Лесн. хоз-во, 1982, № 5, с. 48—50. [3]. Гуцелюк Н. А., Кралин В. С., Троязыков В. М. Машина для рубок ухода с разделкой деревьев в вертикальном положении.— В кн.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок и лесного хозяйства. Л.: ЛТА, 1981, с. 39—43. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 10). [4]. Гуцелюк Н. А., Лямин И. В., Козьмин С. Ф. Проходимость колесного трактора под пологом леса.— В кн.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок и лесного хозяйства, Л.: ЛТА, 1978, с. 58—60. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 7). [5]. Проектирование и применение специальных активных полуприцепов в лесном хозяйстве: Учеб. пособие/ С. Ф. Орлов, И. К. Иевинь, Н. А. Гуцелюк и др.— Л.: ЛТА, 1979.— 88 с.

Поступила 24 июля 1984 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЛИНИИ ФОРМИРОВАНИЯ
И ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ
ЦЕХА СП-25

В. В. АМАЛИЦКИЙ, В. А. ПИРОГОВ

Московский лесотехнический институт, ВНИИдрев

Участок формирования и прессования — основной в технологическом потоке производства древесностружечных плит (ДСП). В его состав входит оборудование для формирования стружечных ковров, их подпрессовки, прессования и обрезки плит, объединенное главным конвейером в автоматическую линию. Транспортирование стружечных ковров от формирующих машин к прессу и прессование плит осуществляются на поддонах. Элементы линии соединены между собой последовательно, и потеря работоспособности любым из этих элементов приводит к отказу линии в целом.

Для оценки уровня безотказности собрана статистическая информация о наработках между отказами линии. Сбор информации осуществлялся методом подконтрольной эксплуатации в опорных пунктах надежности, действующих на трех предприятиях промышленности древесных плит. Нарботка оборудования за время наблюдений составила

15 тыс. ч для каждого опорного пункта. Анализ структуры и конструкций машин линий, эксплуатируемых на различных предприятиях, показывает, что полученную информацию нельзя объединять в одну выборку из-за значительного их различия. Поэтому показатели безотказности оценивали отдельно для каждой подконтрольной линии.

В результате обработки информации установлена закономерность изменения параметра потока отказов $\omega_{(t)}$ в процессе эксплуатации линии (рис. 1).

Кривая изменения $\omega_{(t)}$ имеет два характерных участка (I и II), которые периодически повторяются.

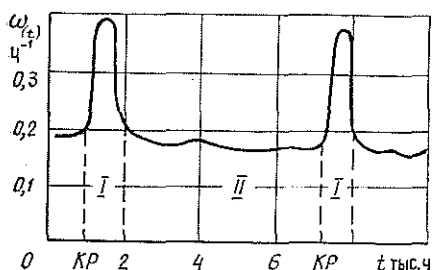


Рис. 1. Изменение параметра потока отказов $\omega_{(t)}$ линии во времени t .

KP — момент остановки линии на ремонт.

Участок I характеризуется повышенным числом отказов. На этом участке преобладают отказы вследствие недостатков, имевших место при проведении капитального ремонта. Часть отказов линии на рассматриваемом интервале времени объясняется приработкой вновь установленных на оборудовании узлов и деталей. Время продолжительности участка I зависит от состава линии формирования и прессования плит, конструктивных особенностей входящих в нее машин, объемов работ, выполненных при капитальном ремонте, и колеблется в пределах от 500 до 1100 ч. Параметр потока отказов линии достигает

величины $(0,3 \div 0,5) \text{ ч}^{-1}$, а в некоторых цехах СП-25 он превышает этот уровень.

Участок II по времени наиболее продолжителен ($4500 \div 5500 \text{ ч}$) и соответствует периоду установившейся эксплуатации линии. Параметр потока отказов на этом интервале времени в 1,5—2,5 раза меньше по сравнению с участком I и имеет относительно небольшие колебания. Возникновение отказов здесь объясняется случайными поломками, преждевременным износом деталей, колебаниями эксплуатационных нагрузок, внешними факторами и другими причинами. Число отказов на втором участке можно существенно снизить с помощью профилактических мероприятий (своевременная замена элементов, регулировка, смазка и др.).

Анализ физической природы отказов линии формирования и прессования позволяет сделать вывод о преобладании внезапных отказов, значительная часть которых происходит по следующим причинам: заклинивание поддонов на главном конвейере и в горячем гидравлическом прессе, попадание примесей в гидросистемы оборудования, засорение вальцов формирующих машин из-за некачественного осмоления стружки. Кроме того, работоспособность линии в значительной мере зависит от периодичности и качества технического обслуживания. Так, например, несвоевременная чистка контактов электромагнитных реле и конечных выключателей часто приводит к отказам главного конвейера.

Известно, что в случае внезапных отказов распределение наработки между отказами объекта, поток отказов достаточно точно описывается экспоненциальным законом распределения. О правильности выбора в качестве функции выравнивания этого закона свидетельствует близость статистической оценки коэффициента вариации наработки между отказами линии к единице (от 1,03 до 1,15). Проверка соответствия эмпирического распределения экспоненциальному закону по критерию Колмогорова подтвердила принятое предположение. Теоретические зависимости плотности вероятности отказов $f_{(t)}$, функции распределения $F_{(t)}$ и вероятности безотказной работы $P_{(t)}$ линии имеют вид:

$$\begin{aligned} f_t &= \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{t}{T}\right); \\ F_{(t)} &= 1 - \exp\left(-\frac{t}{T}\right); \\ P_{(t)} &= \exp\left(-\frac{t}{T}\right), \end{aligned}$$

где $T = (4,1 \div 8,3) \text{ ч}$ — средняя наработка между отказами линии.

Помимо оценки уровня безотказности линии в целом, произведен сравнительный анализ «участия» отдельных машин в общем потоке отказов. Установлено, что безотказность линии лимитируется работоспособностью главного конвейера и горячего гидравлического пресса, на долю которых приходится до 80 % от общего количества отказов. Поэтому в процессе настоящего исследования безотказность указанных машин изучена подробнее.

Рассмотрим этот вопрос на примере линии формирования и прессования, работающей в условиях подконтрольной эксплуатации в опорном пункте надежности Московского ЭЗДСПнД.

На основании полученной информации составлены вариационные ряды наработок между отказами главного конвейера и горячего пресса. По известным формулам определяли среднюю наработку между отказами

$$T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i;$$

среднее квадратичное отклонение

$$\sigma(t) = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (t_i - T)^2}$$

и коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma(t)}{T}.$$

Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Машина	Параметры вариационного ряда		
	T , ч	$\sigma(t)$, ч	v
Гидравлический пресс ПР-6	14,7	15,4	1,05
Главный конвейер ДК-1	16,0	18,2	1,13

Диапазон значений наработок между отказами разбили на разряды, величина которых определяется формулой [1]

$$\Delta = \frac{R_{max}}{1 + 3,3 \lg N},$$

где R_{max} — размах вариационного ряда наработок между отказами;
 N — общее число наработок между отказами.

Затем определяли число реализаций наработок в каждом разряде, рассчитывали частоты попадания случайной величины наработки в разряды и статистические функции распределения.

По результатам обработки информации построены гистограммы распределений наработок между отказами (рис. 2).

На основании коэффициентов вариации и вида построенных гистограмм предположили, что распределения наработок между отказами главного конвейера и горячего гидравлического пресса подчиняются экспоненциальному закону с параметром T , равным соответственно 16 и 14,7 ч.

Для подтверждения этой гипотезы проверили согласно эмпирических и теоретических функций распределения по критерию Колмогорова [2]

$$D_n = \max |F_{ст(t)} - F(t)|.$$

Для главного конвейера и гидравлического пресса максимальное расхождение наблюдается в первом разряде. Задавшись доверительной вероятностью 0,9 по табл. 15.3 [2], находим для главного конвейера $D_n^0 = 0,0435 > D_n = 0,0152$ и для гидравлического пресса $D_n^0 = 0,0418 > D_n = 0,0412$, что свидетельствует о соответствии эмпирических и теоретических функций распределения.

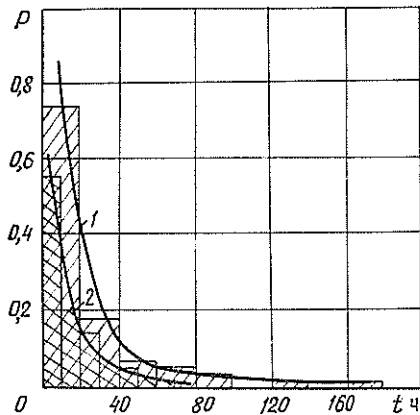


Рис. 2. Гистограммы распределений наработок между отказами.

1 — главный конвейер ДК-1; 2 — гидравлический пресс ПР-6.

В результате обработки информации установлено, что наибольшее влияние на работоспособность исследуемых машин оказывают механические детали и электрооборудование (табл. 2).

Среди отказов электрооборудования преобладают отказы конечных выключателей, электромагнитных реле, пускателей вследствие загрязнения и залипания контактов. Уменьшить число отказов такого типа

Таблица 2

Машина	Число отказов, %			
	Механические детали	Электрооборудование	Гидрооборудование	Пневмооборудование
Гидравлический пресс ПР-6	50,8	34,9	9,0	5,3
Главный конвейер ДК-1	60,8	39,2	—	—

можно за счет улучшения технического обслуживания оборудования, а также путем замены контактных устройств автоматики бесконтактными элементами. В группе механических деталей значительное число отказов — результат износа дистанционных планок, разрывов тяговых и приводных цепей транспортеров, заклинивания деформированных поддонов. Снизить поток таких отказов можно за счет своевременной профилактической замены изношенных узлов и деталей оборудования.

Характер изменения потока отказов линии формирования и прессования (рис. 1) и установленные законы распределения наработок между отказами свидетельствуют о нецелесообразности принятой в настоящее время системы ремонтов. Ежегодные остановки цеха на капитальный ремонт не способствуют поддержанию установившегося режима работы оборудования.

Результаты проведенного исследования можно использовать при организации технического обслуживания и ремонта линии формирования и прессования плит цеха СП-25.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ван дер Варден Б. Л. Математическая статистика.— М.: ИЛ, 1960.— 434 с. [2]. Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Таблицы для анализа и контроля надежности.— М.: Советское радио, 1968.— 284 с.

Поступила 11 января 1985 г.

УДК 532.546

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА ПРИ ТЕРМОВАКУУМНОМ МЕТОДЕ ВЛАГОМЕТРИИ ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ

В. С. ЖУКОВ, В. В. КАРЯГИН, В. П. ИВАНОВ,
К. Х. КАРИМОВ

Уральский лесотехнический институт

Термовакuumный метод [4] измерения влажности основан на определении разности температур сухой и влажной проб в процессе десорбции влаги при сбросе давления. Экспериментально установлено, что для древесной стружки и продуктов ее переработки между разностью температур и начальным влагосодержанием существует однозначная зависимость, близкая к линейной:

$$\frac{\Delta T}{T} = \Phi u, \quad (1)$$

где угловой коэффициент Φ зависит в общем случае от теплофизических и массообменных параметров древесины. Для его достоверной оценки необходима математическая модель, правильно описывающая явления тепло- и массопереноса как внутри, так и на поверхности материала.

В настоящей работе предлагается математическая модель переноса, основанная на следующем представлении о процессе сушки древеси-

ны при сбросе давления [2]. При вакуумировании внутри материала, имеющего форму тонкой пластины, возникает слаборелаксируемый градиент давления, вызывающий фильтрационный поток парогазовой смеси через капиллярно-пористое тело по закону Дарси [1]; в процессе переноса влаги барродиффузия играет доминирующую роль по сравнению с термо- и концентрационной диффузией. В этом случае перенос тепла и влаги аналитически описывается следующими уравнениями внутреннего тепло- и влагообмена:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\varepsilon r}{C} \cdot \frac{\partial u}{\partial t}, \quad (2)$$

где
$$a^2 = \frac{\lambda}{C_p \rho}; \quad \frac{\partial u}{\partial t} = a_p C_u \frac{\partial^2 p}{\partial x^2};$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = a_p \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \frac{\varepsilon}{C_v} \cdot \frac{\partial u}{\partial t}, \quad (3)$$

где
$$a_p = \frac{k}{C_v \rho}.$$

Здесь приняты следующие обозначения [1]:

a^2 — коэффициент температуропроводности, м²/с;

a_p — коэффициент фильтрационного движения парогазовой смеси (коэффициент барродиффузии), м²/с;

T — температура тела, град;

u — влагосодержание тела, кг/кг;

p — давление, Па;

r — теплота десорбции влаги, Дж/кг;

C — удельная теплоемкость тела, Дж/кг · град;

λ — коэффициент теплопроводности, Вт/м · град;

ρ — плотность тела, кг/м³;

k — коэффициент воздухопроницаемости, кг/м · с · Па;

C_v — емкость тела по отношению к влажному воздуху, 1/Па;

ε — коэффициент испарения.

Коэффициент испарения ε характеризует величину испарения влаги внутри материала и представляет собой отношение количества влаги, переместившейся внутри тела в виде пара, к общему ее количеству. В общем случае $0 < \varepsilon < 1$.

Для решения уравнений (2) и (3) необходимо задать начальные и граничные условия. Пусть начало координат расположено на средней плоскости пластины, а ее толщина равна $2R$. Тепло- и влагообмен с окружающей средой происходят на обеих поверхностях пластины. Будем считать, что начальное распределение полей температуры, влагосодержания и давления равномерное, т. е.:

$$T(x, 0) = T_0; \quad u(x, 0) = u_0; \quad p(x, 0) = p_0, \quad (4)$$

а их последующее распределение симметричное:

$$\frac{\partial T(0, t)}{\partial x} = \frac{\partial u(0, t)}{\partial x} = \frac{\partial p(0, t)}{\partial x} = 0. \quad (5)$$

В теории сушки [1] в качестве закона поверхностного массообмена обычно применяют закон Дальтона или другой экспериментально установленный закон (Нерста, Шукарева и т. п.), описывающий явления массопереноса на поверхности тела. Для термовакуумной сушки граничные условия, отображающие влагообмен между поверхностью тела и окружающей средой, запишем в виде закона конвективного массообмена:

$$-k \frac{\partial}{\partial x} p(R, t) = \beta \rho [u(R, t) - bu_0 e^{-\alpha p^t}], \quad (6)$$

где β — коэффициент влагообмена, отнесенный к разнице влагосодержаний, м/с.

Параметр $b \in (0,1)$, величина α_p характеризует скорость сброса давления при вакуумировании.

В качестве закона конвективного теплообмена примем закон Ньютона — Рихмана (граничное условие третьего рода)

$$\lambda \frac{\partial}{\partial x} T(R, t) = \alpha [T_{c_0} e^{-\alpha_T t} - T(R, t)] + (1 - \varepsilon) r \rho [u(R, t) - bu_0 e^{-\alpha_p t}]. \quad (7)$$

Здесь α — коэффициент теплообмена, Вт/м² · град;
 T_{c_0} — начальная температура воздуха в вакуумной камере;
 α_T — характеризует скорость понижения температуры среды при сбросе давления.

Коэффициент α определяется как суммарный коэффициент теплообмена, равный коэффициенту теплообмена конвекцией и лучеиспусканием, что физически оправдано для прозрачных сред.

Дифференциальные уравнения (2) и (3) совместно с краевыми условиями (4) — (7) — математическая модель переноса при термовакuumном методе влагометрии древесной стружки. В предположении постоянства коэффициентов влаго- и теплопереноса и термодинамических характеристик использование интегрального преобразования Лапласа позволяет получить решение этой модели в следующем виде:

$$\frac{T(x, t)_c - T(x, t)}{T_0} = u_0 \Phi(x, t); \quad (8)$$

$$T(x, t)_c = \frac{T_{c_0} \cos \sqrt{\frac{\alpha_T}{a^2}} x e^{-\alpha_T t}}{\cos \sqrt{\frac{\alpha_T}{a^2}} R - \frac{\lambda}{a} \sqrt{\frac{\alpha_T}{a^2}} \sin \sqrt{\frac{\alpha_T}{a^2}} R} +$$

$$+ \sum_k \left(T_0 - \frac{T_{c_0}}{1 - \frac{\alpha_T R^2}{\mu_k^2 a^2}} \right) \frac{\cos \frac{\mu_k}{R} x e^{-\frac{\mu_k^2 a^2 t}{R^2}}}{\frac{\mu_k^2}{2} \left[\frac{\lambda}{aR} \left(\frac{\sin \mu}{\mu} + \cos \mu \right) + \frac{\sin \mu}{\mu} \right]}; \quad (9)$$

$$b \left[B \cos \sqrt{\frac{\alpha_p}{a_p'^2}} R - D \sqrt{\frac{\alpha_p}{a_p'^2}} \sin \sqrt{\frac{\alpha_p}{a_p'^2}} R \right] \times$$

$$\times \cos \sqrt{\frac{\alpha_p}{a^2}} x e^{-\alpha_p t}$$

$$\Phi(x, t) = \frac{\left[\cos \sqrt{\frac{\alpha_p}{a_p'^2}} R - F \sqrt{\frac{\alpha_p}{a_p'^2}} \sin \sqrt{\frac{\alpha_p}{a_p'^2}} R \right] \times$$

$$\times \left[\cos \sqrt{\frac{\alpha_p}{a^2}} R - \frac{\lambda}{a} \sqrt{\frac{\alpha_p}{a^2}} \sin \sqrt{\frac{\alpha_p}{a^2}} R \right]$$

$$\left(B \cos y_n - D \frac{y_n}{R} \sin y_n \right) \times$$

$$\times \cos \frac{y_n}{R} \sqrt{\frac{a_p'}{a^2}} x e^{-a_p' y_n^2 t/R^2}$$

$$- \sum_n \left(\frac{b}{1 - \frac{\alpha_p R^2}{a_p' y_n^2}} - 1 \right) \frac{y_n^2 \left[\frac{E}{R} \left(\frac{\sin y}{y} + \cos y \right) + \frac{\sin y}{y} \right] \times$$

$$\times \left[\cos y \sqrt{\frac{a_p'}{a^2}} - \frac{\lambda y}{aR} \sqrt{\frac{a_p'}{a^2}} \sin y \sqrt{\frac{a_p'}{a^2}} \right]$$

$$\begin{aligned}
& \left(B \cos \mu_k \sqrt{\frac{a^2}{a_p}} - D \frac{\mu_k}{R} \sqrt{\frac{a^2}{a_p}} \times \right. \\
& \quad \left. \times \sin \mu_k \sqrt{\frac{a^2}{a_p}} \right) \cos \frac{x}{R} \mu_k e^{-\frac{\mu_k^2 a^2 t}{R^2}} \\
& - \sum_k \left(\frac{b}{1 - \frac{a_p R^2}{a^2 \mu_k^2}} - 1 \right) \frac{\frac{\mu_k^2}{2} \left(\cos \mu_k \sqrt{\frac{a^2}{a_p}} - F \frac{\mu_k}{R} \sqrt{\frac{a^2}{a_p}} \times \right. \\
& \quad \left. \times \sin \mu_k \sqrt{\frac{a^2}{a_p}} \right) \left[\frac{\lambda}{aR} \left(\frac{\sin \mu}{\mu} + \cos \mu \right) + \frac{\sin \mu}{\mu} \right] \\
& - \frac{b B \cos \sqrt{\frac{a_p}{a_p}} x e^{-a_p t}}{\cos \sqrt{\frac{a_p}{a_p}} R - F \sqrt{\frac{a_p}{a_p}} \sin \sqrt{\frac{a_p}{a_p}} R} + \sum_n \left(\frac{b}{1 - \frac{a_p R^2}{a_p y_n^2}} - 1 \right) \times \\
& \quad \times \frac{B \cos \frac{x}{R} y_n e^{-\frac{a_p y_n^2 t}{R^2}}}{\frac{y_n^2}{2} \left[\frac{F}{R} \left(\frac{\sin y}{y} + \cos y \right) + \frac{\sin y}{y} \right]}, \tag{10}
\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
B &= \frac{\varepsilon r}{CT_0 \left(1 - \frac{a^2}{a_p} \right)}; & D &= B \lambda / \alpha + \frac{a_p' r \rho (1 - \varepsilon)}{a T_0}; \\
F &= \frac{a_p'}{\beta}; & a_p' &= a_p (1 - \varepsilon),
\end{aligned}$$

y_n и μ_k — положительные корни характеристических уравнений:

$$\cos y = \frac{a_p'}{\beta R} y \sin y; \tag{11}$$

$$\cos \mu = \frac{\lambda}{aR} \mu \sin \mu. \tag{12}$$

Здесь $T(x, t)$ и $T(x, t)_c$ — температура влажной и абсолютно сухой проб соответственно.

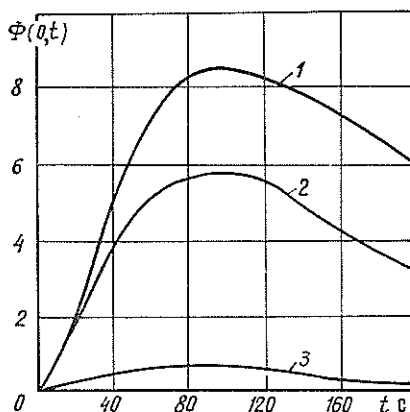
Если начальный температурный напор равен нулю ($T_c \approx T_0$), а понижение температуры воздуха в вакуумной камере при сбросе давления незначительно ($\alpha_T \approx 0$), то $T(x, t)_c \approx T_0$. Функция $\Phi(x, t) \geq 0$ при $t \geq 0$ и имеет максимум для $t \in [0, +\infty)$. При $t \rightarrow \infty$ $\Phi(x, t) \rightarrow 0$. Заметим, что решение (8), полученное для древесной стружки в форме неограниченной пластины (когда тепло- и влагообмены происходят на обеих ее поверхностях), справедливо и в том случае, если одна из поверхностей тепло- и влагоизолирована. При этом начало координат необходимо поместить на теплоизолированную поверхность и считать толщину пластины равной R . Тогда условие симметричного распределения полей (5) совпадает с условием термо- и влагоизоляции поверхности.

Согласно выражению (8), при термовакуумной сушке между разностью температур сухой и влажной проб и начальным влагосодержанием существует линейная зависимость; коэффициент пропорциональности $\Phi(x, t)$ определяется формулой (10). Численно оценим этот коэффициент.

Выберем следующий режим сушки [3]. Толщина древесной стружки $R = 2,5 \times 10^{-3}$ м; ее начальная температура 298 К; скорость сброса давления $\alpha_p = 0,05$ л/с; $b = 1$; $x = 0$. Теплофизические параметры стружки: $\rho = 540$ кг/м³;

$\lambda = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{М} \cdot \text{град}}$; $C = 2$ Кдж/кг · град. Для данного режима $r = 2,4 \cdot 10^6$ Дж/кг; $a_p = 0,03 \cdot 10^{-5}$ м²/с; $\beta = 0,03^{-3} \cdot 10$ м/с; $\alpha = 20$ Вт/м² · град. Как показывают расчеты на ЭВМ, для удовлетворительного выполнения начального условия $\Phi(x, 0) = 0$ необходимо учитывать первые 20 корней характеристических уравнений (11), (12).

Зависимость углового коэффициента $\Phi(x, t)$ прямой (8) от времени t и коэффициента испарения влаги ϵ показана на рисунке. Формулу (8) можно положить в основу метода экспрессного определения влагосодержания древесной стружки и ее производных.



1 — $\epsilon = 0,9$; 2 — $0,5$; 3 — $0,1$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лыков А. В. Теория сушки.— М.: Энергия, 1968.— 470 с. [2]. Лыков А. В., Михайлов Ю. А. Теория тепло- и массопереноса.— М.: Госэнергоиздат, 1963.— 535 с. [3]. Никитина Л. М. Термодинамические параметры и коэффициенты массопереноса во влажных материалах.— М.: Энергия, 1968.— 497 с. [4]. Теория и практика экспрессного контроля влажности твердых и жидких материалов/ Под ред. Е. С. Кричевского.— М.: Энергия, 1980.

Поступила 6 июля 1984 г.

УДК 630*325.002.5 + 621.869.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ МАНИПУЛЯТОРА ПРИ СОРТИРОВКЕ И ПАКЕТИРОВАНИИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

П. В. ЛАСТОЧКИН, С. Б. ЯКИМОВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

В некоторых лесопромышленных предприятиях успешно применяют манипуляторы на операции сортировки и пакетирования круглых лесоматериалов. При проектировании и внедрении сортировочно-пакетирующих манипуляторов желательно иметь достаточно простую методику обоснования области эффективного применения сортировочных устройств этого типа в группе всех сортировочных механизмов. Задача такого рода заключается в определении граничных значений длительности цикла и капитальных вложений, ниже которых применение манипулятора обуславливает определенный экономический эффект.

В качестве исходного для расчета принимаем уравнение удельных приведенных затрат $ЗП_y$ [2]

$$ЗП_y = C_y + E_n K_y, \quad (1)$$

где C_y , K_y — соответственно удельная себестоимость и удельные капитальные вложения базового варианта, р./м³;

E_n — отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Годовой экономический эффект \mathcal{E}_r при сравнении базового варианта с внедряемым определяем из выражения

$$\mathcal{E}_r = [(C_y - C'_y) + E_n (K_y - K'_y)] Q_r. \quad (2)$$

Здесь C'_y , K'_y — соответственно удельная себестоимость и удельные капитальные вложения внедряемого варианта, р./м³;

Q_r — годовой объем сортируемых лесоматериалов, м³.

Из граничного условия [3] $\mathcal{E}_r = 0$ следует

$$C_y - C'_y + E_n (K_y - K'_y) = 0. \quad (3)$$

Выражение (3) можно переписать в развернутом виде.

В величину удельной себестоимости работ входят заработная плата с начислениями основных и вспомогательных рабочих, расходы на электроэнергию, горюче-смазочные и вспомогательные материалы, затраты на амортизацию, текущий и средний ремонты.

Сменная производительность продольного сортировочного транспортера (наиболее широко применяемая сортировочная установка) [1]

$$P_{cm} = \frac{3600 T_{cm} \varphi_1 \varphi_2 V v}{l}, \quad (4)$$

где φ_1 — коэффициент использования рабочего времени сортировочного транспортера;

φ_2 — коэффициент загрузки установки;

v — скорость движения тягового органа транспортера, м/с;

V — средний объем сортимента, м³;

l — средняя длина сортимента, м;

T_{cm} — продолжительность смены, ч.

Сменная производительность манипулятора при сортировке и пакетировании лесоматериалов

$$P'_{cm} = \frac{3600 T_{cm} \varphi' n_c V}{t_{ц}}. \quad (5)$$

Здесь φ' — коэффициент использования рабочего времени манипулятора;

n_c — количество сортиментов, захватываемых манипулятором за один прием;

$t_{ц}$ — длительность цикла, с.

Обозначая сменные себестоимости работ буквами D и D' соответственно для транспортера и манипулятора и учитывая выражения (4) и (5), имеем

$$C_y = \frac{Dl}{3600 T_{cm} \varphi_1 \varphi_2 V v}; \quad (6)$$

$$C'_y = \frac{D' t_{ц}}{3600 T_{cm} \varphi' V n_c}. \quad (7)$$

С учетом равенств (6) и (7) запишем выражение (3)

$$\frac{Dl}{3600 T_{cm} \varphi_1 \varphi_2 V v} - \frac{D' t_{ц}}{3600 T_{cm} \varphi' V n_c} + E_n (K_y - K'_y) = 0. \quad (8)$$

Уравнение (8) определяет границу применимости сортировочного транспортера и манипулятора. Экономический эффект от применения

сортировочных установок на базе манипулятора имеет место, когда левая часть выражения (8) окажется больше нуля.

Поскольку удельные капитальные вложения K'_y зависят от времени цикла $t_{ц}$ и, в свою очередь, $t_{ц}$ зависит от K'_y , рассмотрим два предельных случая.

1. Если $K'_y = 0$, то

$$\frac{Dl}{3600 T_{см} \varphi_1 \varphi_2 Vv} - \frac{D' t_{ц}}{3600 T_{см} \varphi' n_c V} + E_n K_y \geq 0, \quad (9)$$

тогда

$$t_{ц} \leq \frac{Dl \varphi' n_c}{D' \varphi_1 \varphi_2 v} + \frac{3600 E_n K_y T_{см} \varphi' V n_c}{D'}. \quad (10)$$

В выражении (10) значение D' рассчитываем с учетом равенства нулю величины K'_y .

2. При $t_{ц} = 0$

$$\frac{Dl}{3600 T_{см} \varphi_1 \varphi_2 Vv} - \frac{D' 0}{3600 T_{см} \varphi' V n_c} + E_n (K_y - K'_y) \geq 0, \quad (11)$$

отсюда

$$K'_y \leq \frac{Dl}{3600 T_{см} \varphi_1 \varphi_2 Vv E_n} + K_y. \quad (12)$$

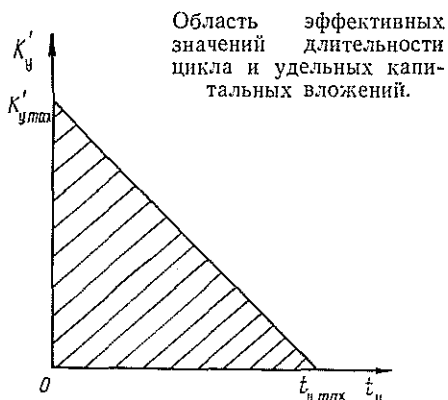
Следовательно, на основе выражений (10), (12) имеем область значений $t_{ц}$ и K'_y , при которых манипулятор оказывается более эффективным, чем сортировочный транспортер,

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 < t_{ц} \leq \frac{Dl \varphi' n_c}{D' \varphi_1 \varphi_2 v} - \frac{3600 E_n K_y T_{см} \varphi' V n_c}{D'}; \\ 0 < K'_y \leq \frac{Dl}{3600 T_{см} \varphi_1 \varphi_2 Vv E_n} + K_y. \end{array} \right. \quad (13)$$

Выражение (13) графически представлено на рисунке. Заштрихованная площадь — область целесообразных, с точки зрения эффективности работы сортировочного манипулятора, значений $t_{ц}$ и K'_y .

Границы области эффективного применения манипулятора сужаются с увеличением дробности сортировки (снижается производительность в связи с уменьшением числа сортиментов, захватываемых за один прием, и увеличением длительности цикла). В исследованиях [4] установлено, что эффективными являются дробность сортировки до 10 сортотрупп и количество сортиментов, захватываемых за один прием, до 6 шт. Выражение (13) позволяет, с учетом изложенного, определить область эффективных значений длительности цикла и капитальных вложений проектируемого манипулятора для сортировки круглых лесоматериалов, а также исследовать влияние технологии работ на величину названной области.

Так, например, для транспортера ЛТ-86 при сортировке на 10 сортотрупп, количестве сортиментов, одновременно захватываемых манипулятором, 6 шт., среднем объеме 0,075 м³ и средней длине 3,7 м расчетное граничное значение длительности цикла составляет 68,8 с, удельных капитальных вложений — 1,688 р./м³.



Область эффективных значений длительности цикла и удельных капитальных вложений.

Предложенные зависимости для расчета границ области эффективных значений параметров сортировочно-пакетирующих манипуляторов можно использовать в технологических и проектно-конструкторских разработках.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Залегаллер Б. Г., Ласточкин П. В. Механизация и автоматизация работ на лесных складах.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 338 с. [2]. Методика определения экономической эффективности использования в лесозаготовительной промышленности и на лесосплаве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979.— 388 с. [3]. Промышленная робототехника/ А. В. Бабич, А. Г. Баранов, И. В. Калинин и др./ Под ред. Я. А. Шифрина.— М.: Машиностроение, 1982.— 415 с. [4]. Редькин А. К., Пестрецов В. А. Исследование процесса сортировки и пакетирования круглых лесоматериалов на лесных складах.— Науч. тр. М.: МЛТИ, 1978, вып. 104, с. 22—28.

Поступила 8 февраля 1985 г.

УДК 621.86.067

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЗАГРУЗОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ И ПРОЦЕССОВ

Е. Н. РЫКОВ

Луцкий филиал Львовского политехнического института

С помощью математического моделирования можно записать условия выполнения оптимизируемых транспортно-загрузочных операций и процессов в виде систем уравнений и неравенств, определяющих множество допустимых вариантов ведения процесса в деревообрабатывающем производстве. Оптимальный вариант выбирают из множества допустимых по заранее построенному алгоритму. Задачи поиска оптимальных решений можно сформулировать математически, если записать функцию оптимальности и область допустимых решений (ограничения). Поиск оптимальных решений необходим в данном случае для обеспечения операций с минимальными затратами и максимальной прибылью.

Решение оценивают количественно, показатель — решение оптимальности. Функция оптимальности (целевая функция) — зависимость ее критерия от определяющих параметров в явном виде.

Математические методы оптимизации позволяют находить решения только для одного критерия. При оценке объекта оптимизации несколькими критериями можно выбрать вариант с формализацией. В случае ограниченного числа вариантов метод решения задачи — перебор всех возможных вариантов (пересмотр условий проведения процессов при всех возможных или логически целесообразных значениях входных параметров процесса) [1].

Задача оптимального управления разветвленной технологической системой в обобщенном виде сводится к определению численных значений управляющих воздействий, обеспечивающих максимальное или минимальное значение функции цепи j -того участка (звена технологической линии):

$$\Sigma \varphi_i(x_j, u_j) = \max(\min). \quad (1)$$

Выражение (1) — функция оптимальности при условиях, определяющих связи между выходами и входами технологических участков:

$$y_j = f_j(x_j, u_j). \quad (2)$$

Равенство (2) — ограничение технологической структуры участка.

Технологические ограничения транспортно-загрузочных операций можно описать следующим образом:
по параметру числа одновременно загружаемых в станок заготовок

$$x_{i\min} \leq x_{i\max}; \quad (3)$$

по параметру траекторий перемещения заготовок

$$y_{s\min} \leq y_{s\max}; \quad (4)$$

по геометрическому параметру загружаемых в станок заготовок

$$u_{l\min} \leq u_{l\max}; \quad (5)$$

$z_{i,j}$ — совокупность всех i -тых входов j -того участка технологической системы; $z_{s,y}$ — совокупность входов всех участков.

Задачи оптимального распределения формулируются в зависимости от ограничивающих условий. Если ограничения имеют место на входе, то цель управления операцией (процессом) — по заданной входной нагрузке. При ограничении выхода (с учетом работы накопителей системы) необходимо обеспечить минимальные затраты, зависящие от входных величин при заданном выходе системы. Это задачи оптимального распределения потоков в сложных производствах.

В таблице представлена постановка задачи оптимизации вариантов транспортно-загрузочных операций (C — стоимостные выражения вариантов операций).

Станки последующих операций						B_j
Станки предыдущих операций	B_1	B_2	B_3	...	B_n	a_j
A_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}	...	C_{1n}	a_1
A_2	C_{21}	C_{22}	C_{23}	...	C_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_m	C_{m1}	C_{m2}	C_{m3}	...	C_{mn}	a_m
A_i	b_1	b_2	b_3	...	b_n	Объем загрузки станков группы A
B_i						Объем загрузки станков группы B

Если через $x_{i,j}$ обозначим количество заготовок, транспортируемых от станка A_i в станок B_i по транспортно-загрузочной (межстаночной) связи, то для решения задачи необходимо множество переменных $x_{i,j}$ ($i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$), удовлетворяющих следующим условиям:

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} = a_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m); \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{i,j} = b_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (7)$$

При этом целевая функция

$$L(x_{i,j}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{i,j} x_{i,j} \quad (8)$$

достигает минимума и гарантирует транспортирование и загрузку заготовок от всех станков группы A_i , а условие (7) обеспечивает станки группы B_i (с учетом работы накопителей) заготовками для обработки.

Поставленная задача — задача линейного программирования ($m \times n$) с числом переменных $x_{i,j}$ и числом ограничений равенства ($m+n$). Переменные $x_{i,j}$ нумеруем с помощью двух индексов. Набор, удовлетворяющий условиям (6) и (7), записываем в виде матрицы X

$$X = \| x_{i,j} \|_{m \times n} \begin{bmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n} \\ x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n} \\ \dots \\ x_{m1}, x_{m2}, \dots, x_{mn} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Матрица X — план транспортно-загрузочных операций, а переменные $x_{i,j}$ — транспортно-загрузочные операции.

План, при котором целевая функция минимальна, является оптимальным $X_{\text{опт}}$.

Для выявления оптимального режима транспортно-загрузочных операций необходимо, чтобы заготовки, обработанные на станках группы A_i , были своевременно и без простоев загружены в станки группы B_i (с учетом накопителей) с помощью межстаночных транспортно-загрузочных связей, т. е. чтобы соблюдалось условие баланса:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (10)$$

Если переменные $x_{i,j}$ удовлетворяют условиям (6) и (7), то суммируя (6) по i , а (7) по j , получим:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{i,j}; \quad \sum_{j=1}^n b_j = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_{i,j}. \quad (11)$$

Суммарные расходы на транспортно-загрузочные операции при оптимальном плане $C_{i,j_{\text{опт}}}$ равны приращению оценки стоимости транспортирования заготовок при полной загрузке (с учетом работы накопителей) станков группы B_i .

Если потенциалы станков группы A_i и B_i обозначить переменными V_i и U_i , то получим:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{i,j_{\text{опт}}} = \sum_{j=1}^n b_j V_{j_{\text{опт}}} - \sum_{i=1}^m a_i U_{i_{\text{опт}}}. \quad (12)$$

Необходимое и достаточное условие оптимальности плана транспортно-загрузочных операций — существование V_1, V_2, \dots, V_n и $(-U_1), (-U_2), \dots, (-U_m)$ таких, что

$$V_j - U_i \leq C_{i,j} \quad (i=1, 2, 3, \dots, m). \quad (13)$$

При этом, если $x_{i,j}^0 > 0$, то

$$V_j - U_i = C_{i,j}.$$

Экономическая интерпретация этого условия заключается в следующем. Разность потенциалов между станками групп A_i и B_i (т. е. величину $V_j - U_i$) можно рассматривать как приращение стоимости транспортно-загрузочной операции для единичной заготовки от станка A к станку B . Поэтому если $V_j - U_i < C_{i,j}$, то транспортная операция по связи $A_i B_i$ нерентабельна, $x_{i,j} \geq 0$. Если $V_j - U_i = C_{i,j}$, то такая операция рентабельна, $x_{i,j} > 0$.

Если пропускную способность межстаночной связи $A_i B_i$ обозначить через d_i , то

$$X_{i,j}^o \leq d_{i,j}. \quad (14)$$

Решение состоит в минимизации целевой функции (8) при условиях (6), (7) и (14). Так как величины пропускных способностей межстаночных связей для загрузки станков группы B_i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) могут оказаться недостаточными, то необходимо дополнительно ввести два условия:

$$\sum_{j=1}^n d_{i,j} \geq a_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (15)$$

и

$$\sum_{i=1}^m d_{i,j} \geq b_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (16)$$

Для установления совместимости всех заданных условий необходимо построить план решения задачи, при котором системы (6), (7), (14)–(16) совместны.

Необходимые условия оптимальности плана транспортно-загрузочных операций: наличие таких V_1, V_2, \dots, V_n и $(-U_1), (-U_2), \dots, (-U_m)$, при которых

$$V_j - U_i \leq C_{i,j}, \text{ если } x_{i,j} = 0; \quad (17)$$

$$V_j - U_i = C_{i,j}, \text{ если } 0 < x_{i,j}^o < d_{i,j}; \quad (18)$$

$$V_j - U_i > C_{i,j}, \text{ если } x_{i,j}^o = d_{i,j}. \quad (19)$$

Смысл этих условий заключается в том, что если приращение стоимости деталей при обработке на станках группы A_i меньше транспортных расходов $C_{i,j}$ по межстаночной связи $A_i B_j$, то такая операция убыточна, а поэтому $X_{i,j}^o = 0$. Если приращение стоимости деталей $V_j - U_i$ больше транспортных расходов $C_{i,j}$, то транспортно-загрузочная операция прибыльна, и ее величина в оптимальном плане должна быть максимальной, т. е. $X_{i,j}^o = d_{i,j}$ — условие рентабельности транспортно-загрузочной операции. В случае работы транспортно-загрузочной системы от станков группы A_i к станкам группы B_i условие баланса постоянно выполняться не может при заданном ритме работы станков обеих групп [2]. Для сохранения заданной производительности в линиях должны быть использованы накопители.

При нарушениях ритма работы межстаночных связей или несовпадении ритмов работы в связи с неодинаковой производительностью станков групп A_i и B_i , а также в случае ремонта предыдущего станка последующий работает от накопителя или магазинного загрузочного устройства. Оптимальный выбор числа заготовок в накопителе или магазине (их вместимость) — сложный вопрос с технической и экономической точек зрения. Ограничения здесь: максимальный объем заготовок в магазине или накопителе, число приемо-выдачи заготовок в смену, их номинальный необходимый объем и вероятность недостачи-избытка заготовок.

При выполнении транспортно-загрузочной операции между станками A_i и B_i возможны два случая:

$$1) \sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j; \quad 2) \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j.$$

В первом случае загрузка станков в принятом ритме работы непосредственно в транспортно-загрузочные устройства невозможна. Через

r_i обозначим случаи несвоевременной загрузки станков группы B_i . Минимизируем суммарные затраты

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{i,j} X_{i,j} + \sum_{j=1}^n r_j y_j$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} = d_i \text{ для } i \sum_{i=1}^m x_{i,j} \leq b_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n),$$

где $y_j = b_j - \sum_{i=1}^m x_{i,j}$ — незагрузка станков группы B_i .

В этом случае вводим накопители перед станками группы B_i (B_{i-1}) с объемом заготовок $a_i = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$ и транспортно-загрузочными расходами $C_{i-1} r_j$; $j = 1, 2, 3, \dots, n$. Определяем оптимальные величины транспортно-загрузочных расходов, число поступающих в накопитель заготовок и число расходуемых заготовок в единицу времени:

$$\begin{aligned} 1) & \text{Min} \sum_{i=1}^{i-1} \sum_{j=1}^n C_{i,j} x_{i,j}; \\ 2) & \sum_{j=1}^n x_{i,j} = a_i; \\ 3) & \sum_{i=1}^{i-1} x_{i,j} = b_j. \end{aligned}$$

Найденные значения подставляем в решения (работа станков группы B_i от накопителя) оптимального плана $X_{\text{опт}}$ со знаком «плюс», а в случае $\sum_i a_i > \sum_j b_j$ — со знаком «минус» (работа станков группы A_i на накопителе).

Экспериментальные исследования и моделирование технологических систем и линий показали, что вместимость межоперационных накопителей существенно влияет на общий коэффициент использования системы (линии). Без запаса заготовок этот коэффициент в целом составил 0,79, а при запасе, создаваемом в течение 15 мин, — 0,93. По мере ухудшения надежности встроенного оборудования эффективность линии увеличивается в результате введения межоперационных накопителей, но до определенного предела. Увеличение запаса накопителя в течение 15—20 мин дает повышение коэффициента использования линии всего на 1 % при объеме коэффициента использования линии 0,95 и на 8 % — при 0,70.

В линиях с жесткой связью расходование заготовок, находящихся в них, не допускается, в линиях с гибкой связью их можно расходовать не полностью. Часть задела пассивная, так как автоматически не восстанавливается (в механизмах, работающих с дожатием, каждая заготовка транспортируется до конечного пункта).

Межоперационный задел заготовок в тупиковых накопителях расходуется полностью и быстро восстанавливается, в проходных (последовательных) расходуется также полностью, но восполнение запаса требует некоторого времени. В проходных накопителях заготовки направляются от места приема в проходную емкость, из которой последовательно расходуются в порядке поступления из места выдачи. В тупиковых накопителях заготовки накапливаются в емкости или поступают из места приема к месту выдачи. В этом случае заготовки расходуются не в порядке поступления, а в обратном порядке; часть их оста-

ется в накопителе, что может вызвать необходимость их переукладывания вручную. Поэтому в эксплуатации более удобны проходные накопители.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Моудер Дж., Элмаграби. Исследование операций.— М.: Мир, 1981.
[2]. Рыков Е. Н. К математическому описанию отклонений и срывов загрузочно-транспортной операции от нормального ее выполнения при моделировании.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 116—120.

Поступила 18 апреля 1983 г.

УДК 674.821

НОВЫЙ СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ

Ю. И. МЕРЕМЬЯНИН

Воронежский лесотехнический институт

При автоматизации процесса производства древесностружечных плит возникает необходимость измерения влажности древесной стружки в потоке. Эта задача осложняется тем, что при непрерывном измерении влажности стружки диэлькометрическим методом значительное влияние на результаты оказывает степень уплотнения стружки в датчике [4]. Между тем, обеспечить постоянную плотность крайне трудно: механическое уплотнение для такого неоднородного материала как стружка неприменимо при непрерывном измерении влажности. Из-за низкой точности диэлькометрического способа на производстве используют весовой метод [4]. Однако этот способ хотя и точен, но слишком продолжителен и дискретен, не позволяет измерять влажность непрерывно.

В Воронежском лесотехническом институте разработан новый способ измерения влажности древесной стружки в технологическом потоке по частоте звуковых колебаний — шума, возникающего при движении стружки по конвейеру потока.

При разработке нового способа был принят во внимание известный метод определения влажности гигроскопических материалов путем конденсирования влаги с последующим кулонометрическим анализом, заключающийся в том, что перед анализом находящуюся в материале влагу замораживают в охлаждаемой измерительной ячейке [1]. Но этот способ слишком продолжителен и дискретен.

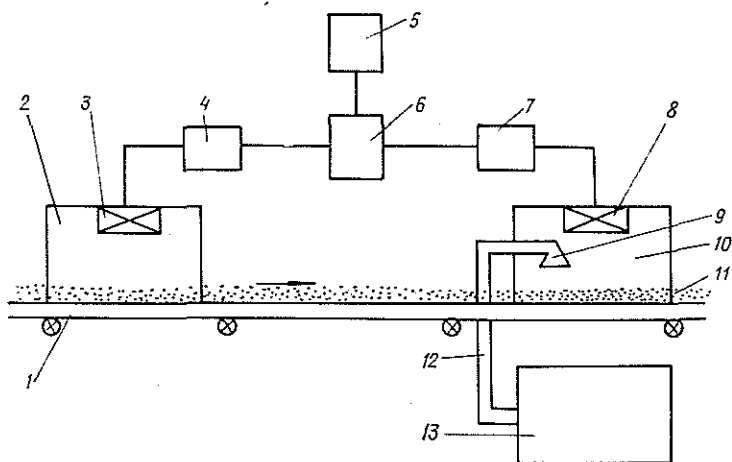
Техническое решение предлагаемого нового способа — измерение влажности сыпучих материалов в технологическом потоке по частоте звуковых колебаний [2]. Однако и этот известный способ непригоден для непрерывного измерения влажности древесной стружки, так как в потоке она имеет рыхлую переменную структуру, что не дает четкой зависимости между влажностью и возникающим при движении стружки шумом. Кроме того, этот метод предназначен, в основном, для измерения влажности гранул минеральных удобрений, имеющих, как известно, более плотную структуру.

В процессе разработки нового способа была поставлена цель: используя оба вышеприведенных известных метода, повысить точность измерения влажности древесной стружки в технологическом потоке путем исключения влияния его плотности.

Поставленная цель была достигнута тем, что при непрерывном измерении влажности сыпучих материалов — древесной стружки — в технологическом потоке по частоте звуковых колебаний известным спосо-

бом древесную стружку замораживали, измеряли частотные спектры шума движущейся в потоке стружки до и после замораживания и по разности определяли искомый параметр.

Способ можно реализовать, например, в следующем устройстве, функциональная схема которого приведена на рисунке.



Поток древесной стружки 11 движется по транспортеру 1, на котором установлены камеры 2 и 10, изготовленные из звукопоглощающего материала. Внутри камер установлены приемники акустических колебаний 3 и 8 (микрофоны). По ходу движения транспортера по трубе 12, выполненной из материала с низкой теплопроводностью (например, брезентовый рукав, покрытый войлоком), в камеру 10 подают охлаждающий газ (например, азот) из сосуда Дюара 13. Выходя из сопла 9, газ замораживает движущуюся стружку в камере 10. Через микрофоны сигналы шума из обеих камер через селективные усилители 4 и 7 поступают на смеситель 6. Сигнал со смесителя подается на измеритель разностной частоты 5, проградуированный в единицах влажности.

Работа устройства по данному способу происходит следующим образом. Древесная стружка при движении по транспортеру технологического потока создает шум, частотный спектр которого зависит, в частности, от влажности стружки. Через микрофоны, установленные в камерах, сигналы шума подаются на селективные усилители. Охлаждающий газ (азот), подаваемый в камеру из сосуда Дюара через сопло трубы, замораживает движущуюся стружку. Вода, содержащаяся в стружке, под действием струи охлажденного газа превращается в лед, что резко меняет физические свойства стружки, в частности, акустические. Шум от движущейся замороженной стружки по частотному спектру резко отличается от шума, создаваемого движущейся стружкой до замораживания. Поданные на селективные усилители сигналы шумов из обеих камер подаются затем на смеситель. Селективные усилители необходимы для того, чтобы отстроиться от посторонних шумов. Смесители выделяют сигнал разностной частоты, который подается на измеритель частоты, проградуированный в единицах влажности. Чем больше влажность стружки, тем больше отличие частотных спектров шумов, возникающих в обеих камерах.

Предлагаемый способ позволит осуществлять контроль влажности древесной стружки непрерывно без нарушения технологического процесса и выполнения дополнительных промежуточных операций. Кроме того, сигнал, полученный с измерителя частоты, может быть использован в системе автоматического управления процессом сушки, что исключает затраты на пересушку и потери недосушки материала.

Были проведены сравнительные испытания предлагаемого способа непрерывного измерения влажности древесной стружки на движущемся транспортере. Исследовали как тонкую древесную стружку, идущую на создание, например, поверхностного слоя при производстве древесно-стружечных плит, так и грубую, идущую для средних слоев плит. Полученные в результате испытаний замеры влажности сравнивали с действительной влажностью данной стружки, затем определяли погреш-

ность измерения. Действительную влажность стружки определяли весовым способом, который наиболее точен. Относительную погрешность измерений вычисляли как отношение разности измеренной и действительной влажности к действительной. Полученные данные занесены в таблицу.

Действительная влажность, %	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,5
Измеренная влажность, %	2,08	3,15	4,17	5,23	7,20	10,10
Относительная погрешность, %	4,0	5,0	4,2	4,6	4,0	3,9

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что предлагаемый способ измерения влажности древесной стружки позволяет значительно снизить относительную погрешность измерений по сравнению с диэлькометрическим способом, где погрешность составляет в среднем 20 %.

На предлагаемый способ непрерывного измерения влажности древесной стружки получено в 1984 г. авторское свидетельство Государственного Комитета СССР по делам изобретений и открытий [3].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 429324 (СССР). Способ определения влажности гигроскопических материалов/ И. А. Губский, П. Ф. Пикус.— Оpubл. в Б. И., 1974, № 19. [2]. А. с. 693204 (СССР). Способ измерения влажности сыпучих материалов/ А. Г. Волченко, А. В. Гвоздев, Е. С. Кричевский, Р. М. Проскуряков.— Оpubл. в Б. И., 1979, № 39. [3]. А. с. 1117514 (СССР). Способ непрерывного измерения влажности древесной стружки/ Ю. И. Меремьянин, В. А. Бушуев, В. И. Смирнов, В. В. Ларкин.— Оpubл. в Б. И., 1984, № 37. [4]. Познаев А. П. Измерение влажности древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1965, с. 17—18.

Поступила 25 января 1984 г.

УДК 669:674.05

АКУСТИКО-ЭМИССИОННАЯ ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Л. Д. КУЗНЕЦОВ, В. И. КРЮК, В. К. ПАШКОВ

Уральский лесотехнический институт

Требования оптимальности конструкции дереворежущего инструмента — высокие производительность и качество обработки, износостойкость и долговечность, безопасность в работе и другие — зависят, в основном, от его материала [5]. В связи с применением для изготовления инструмента более износостойких и твердых материалов, быстрорежущих сталей, литевых и металлокерамических твердых сплавов и повышением его стойкости предъявляются повышенные требования к сопротивлению усталости материала отдельных групп инструмента, например, пил.

Оценка сопротивления усталости по ГОСТу 2860—65 не учитывает влияния дефектов типа несплошностей, изменение структуры материала. Механические характеристики при стандартных испытаниях нечувствительны к наличию этих дефектов. Стандартные испытания может дополнить метод акустико-эмиссионной диагностики качества материала режущего инструмента.

Акустическая эмиссия (АЭ), или эмиссия волн напряжений, наблюдается в звуковом и ультразвуковом диапазоне частот. Основа физических механизмов АЭ — локальная динамическая перестройка внутренней структуры материала, сопровождаемая изменением напряженно-динамического состояния. Параметры АЭ (по ГОСТу 25002—80 это скорость счета \dot{N} , суммарное число импульсов N , амплитуда сигнала A) отражают энергетику и кинетические особенности зарождения и развития дефектов, которые в конечном итоге приводят к потере работоспособности изделия.

Как правило, регистрируют два типа сигналов АЭ.

К первому относится взрывная эмиссия (вспышки АЭ), представляющая собой сложный переходный затухающий процесс. Волны напряжений характеризуются большой амплитудой, которая может меняться в широком интервале. Этот тип АЭ наблюдается при образовании границ раздела при протекании процессов двойникования, мартенситного превращения или образования субмикротрещин, их продвижения, ветвления и смятия.

Второй тип представляет собой непрерывную АЭ с относительно небольшой амплитудой, меняющейся в нешироких пределах. Непрерывная эмиссия характерна для пластической деформации металлов и обусловлена, в основном, движением дислокаций в плоскостях скольжения. Принципиальная возможность регистрации отдельных акустических импульсов, вызванных движением локализованных дислокаций, определяет высокую чувствительность этого типа эмиссии к индикации ранних стадий пластической деформации, а сопоставление суммарного числа импульсов АЭ позволяет судить о способности различных материалов к пластическому течению [1, 2, 4, 7].

Взаимосвязь АЭ с процессами пластической деформации использована в настоящей работе для анализа качества двух типов ленточныхпил, отличающихся по материалам и условиям изготовления.

Пилы I типа изготовлены из никелевой (в среднем 1,2 % Ni) стали (фирма «Хитачи Коку Ко. Лтд»), II типа — из стали 9ХФ (Горьковский ОПМЗ). Сопоставление акустико-эмиссионных параметров выбранного инструмента представляет интерес и потому, что эксплуатационный срок службы, определяемый временем появления усталостных микротрещин на полотне, для пил I типа в среднем в 2 раза выше [8].

Эксперименты выполняли на нагружающей установке АЛА-ТОО на образцах, вырезанных электронскровым способом (без создания дополнительных напряжений) в виде двойных плоских лопаток сечением 3 мм².

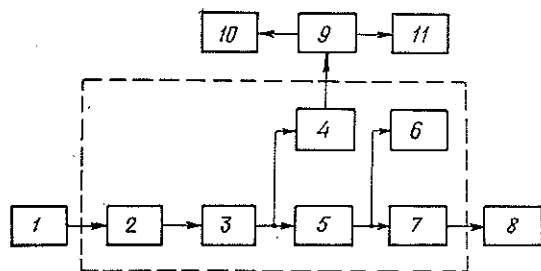


Рис. 1. Блок-схема экспериментального комплекса АЭ. (Пунктирной линией обозначена блок-схема прибора для акустико-эмиссионного контроля).

1 — пьезодатчик; 2 — предусилитель; 3 — селективный усилитель; 4 — формирователь; 5 — амплитудный дискриминатор; 6 — цифровой индикатор; 7 — интенсиметр; 8 — самописец Н 338-4П; 9 — амплитудный анализатор АИ-128; 10 — графопостроитель; 11 — цифропечатающее устройство.

Поверхность образцов подвергали шлифованию и электрополировке для удаления поверхностного нарушенного слоя (порядка 100 мкм). Образцы готовили сериями по 5 шт. из новых пил и пил в разной стадии износа. Твердость всех образцов для сталей обоих типов оказалась практически одинаковой в пределах 51—53 НРС.

С помощью специально разработанного малогабаритного прибора [9] (рис. 1) автоматически регистрировали \dot{N} , N и гистограмму распределения сигналов АЭ по амплитудам A . В качестве пьезодатчика использовали керамику ЦТС-19. Поскольку частотный спектр механических шумов оказался в области 0,300—10,000 кГц, а максимальный уровень полезного сигнала — в области 100—250 кГц, то селективный усилитель настроен на фиксирование резонансных частот 150 и 200 кГц с полосой пропускания на уровне 0,7 кГц. Максимальный коэффициент усиления равен 5000. Амплитудный дискриминатор обеспечивает регистрацию полезных сигналов, превышающих по амплитуде шумы аппаратуры.

Многоканальный амплитудный анализатор АИ-128 регистрирует амплитудные спектры акустической эмиссии, сигналы которой подаются на него в виде преобразованных импульсов прямоугольной формы через формирователь импульсов.

Нагружение образцов осуществляли одноосным растяжением со скоростью $5 \cdot 10^{-3}$ м/мин при одновременной регистрации АЭ записью растягивающего усилия p в функции времени t на многоканальном самописце Н 338-4П. По достижении p , равного 6 кН, образцы некоторое время оставались под постоянной нагрузкой. Воспроизводимость экспериментальных результатов для каждой серии образцов оказалась достаточно высокой с ошибкой (по скорости счета и амплитуде) не более 3 %.

На рис. 2 представлены сводные результаты экспериментов по регистрации скорости счета АЭ для пил обоих типов. Непрерывный характер регистрируемых сигналов во всех случаях показывает связь АЭ с пластической деформацией, об этом же свидетельствует отсутствие АЭ при повторном нагружении образцов [10]. Вместе с тем акустико-эмиссионные параметры образцов пил I и II типа существенно различаются.

Для инструмента типа I наблюдается четко выраженное увеличение амплитуды сигнала с ростом p и ее последующее уменьшение, ха-

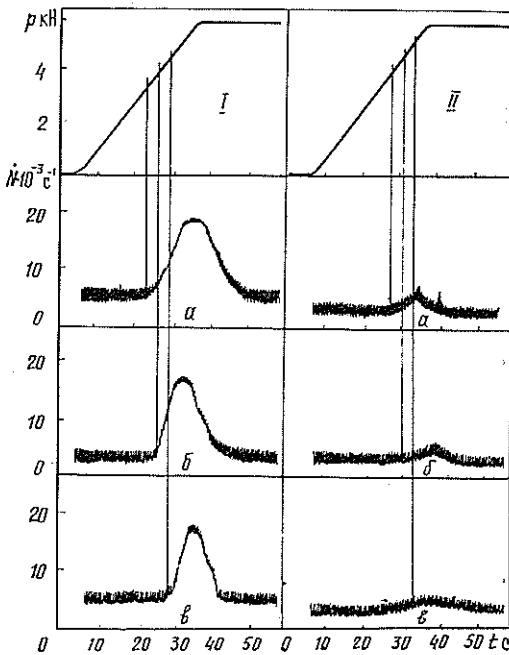


Рис. 2. Акустическая эмиссия при деформации образцов пил типа I и II.

a — новая пила; *b* — отработавшая половину срока; *в* — в критической стадии эксплуатации.

ракторное для АЭ после прохождения предела текучести. Наличие интенсивной АЭ свидетельствует, как отмечалось выше, о развитии процессов пластической деформации материала образцов I, причем следует отметить, что непосредственно из диаграммы $p(t)$ такой вывод сделать невозможно из-за отсутствия площадки текучести («скрытая площадка текучести»). Смещение пика скорости счета АЭ в сторону больших деформаций и уменьшение \dot{N} по мере увеличения времени эксплуатации пил отражает факт упрочнения с ростом степени наработки, хотя вплоть до момента, предшествующего появлению микротрещин, материал пил типа I сохраняет запас пластичности.

Если для образцов пил типа I энергия нагружения трансформируется в энергию пластического течения, связанную с перемещением дислокаций, даже на стадии эксплуатации, близкой к критической, то образцы из инструмента типа II обнаруживают низкую акустико-эмиссионную активность во всех случаях; это является показателем высокой степени упрочнения пил уже при их изготовлении в заводских условиях. Возможности пластической деформации материала здесь ограничены даже для нового инструмента, и в процессе нагружения пластическое течение реализуется незначительно.

Вывод о различной степени упрочнения материалов пил типа I и II и их различной способности к пластической деформации, сделанной на основе акустико-эмиссионных данных, был подтвержден результатами дополнительных экспериментов.

При возвратно-рекристаллизационном отжиге образцов по экзоэмиссионным измерениям для стали типа II отмечено большое выделение запасенной энергии деформации и смещение в область низких температур начала возвратно-рекристаллизационного процесса (200 °C для стали типа II по сравнению с 320 °C для стали типа I), что является показателем [3] значительного деформационного упрочнения материала пил типа II.

При этом следует иметь в виду, что в условиях контактного нагружения при резании и динамических (вибрационных) нагрузках на пилу, приводящих к явлениям усталости, на первый план выступает способность инструментальной стали к микропластическим деформациям прежде всего в поверхностных и приповерхностных объемах [6]. Различная способность материалов пил к локальным пластическим деформациям иллюстрируется также электронно-микроскопической фрактографией (использовали электронный растровый микроскоп ISM-U3). Сопоставление фрактограмм, полученных при различных увеличениях (от 60 до 3000), показывает, что образцы типа I разрушаются по вязкому механизму с наличием в изломе характерных ямок значительной глубины и малой протяженности. В то же время для образцов пил типа II разрушение происходит по хрупкому механизму, о чем свидетельствуют оконтуренные ямки, малые по глубине.

В заключение следует отметить, что метод АЭ перспективен для прогнозирования качества материала и самого дереворежущего инструмента как на стадии его изготовления, так и непосредственно в производственных условиях. В последнем случае неразрушающую акустико-эмиссионную диагностику можно применять при установке пил на шкивы или пыльные рамки. Аналогичным образом при непрерывной регистрации сигналов АЭ может осуществляться диагностика работоспособности отдельных деталей и узлов деревообрабатывающего оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Авербух И. И., Вайнберг В. Е. Излучение упругих волн развивающимся дефектом.— В кн.: Проблемы неразрушающего контроля.— Кишинев: Штинница, 1973.

с. 228—236. [2]. Акустическое излучение при термоупругой мартенситной реакции/ Р. И. Минц, В. П. Мелехин, И. Ю. Иевлев, В. В. Бухаленков.— Физика твердого тела, 1972, т. 14, вып. 5, с. 1582—1583. [3]. Возможности эмиссионной диагностики структурного состояния металлов и полупроводников/ В. Г. Мелехин, В. И. Крюк, И. И. Мильман, А. Т. Жданович.— Изв. АН СССР. Сер. физ., 1974, т. 38, № 2, с. 72. [4]. Грешников В. А., Дробат Ю. В., Константинов В. А. Волны напряжений при деформации материала на площадке текучести.— В кн.: Проблемы неразрушающего контроля. Кишинев: Штиинница, 1973, с. 215—216. [5]. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты.— М.: Лесн. пром-сть, 1971. [6]. Иванова В. С., Терентьев В. Ф. Природа усталости металлов.— М.: Металлургия, 1975, с. 11. [7]. Мелехин В. П., Минц Р. И., Куглер А. М. Влияние механизмов пластической деформации цинка на акустическую эмиссию.— Изв. высш. учеб. заведений. Цветная металлургия, 1971, № 3, с. 128—131. [8]. Швамм Л. Г. Исследование и разработка методов повышения долговечности ленточных пил для распиловки древесины: Дис. . . . канд. техн. наук.— Л., 1982.— 290 с. [9]. Экспериментальный комплекс акустической эмиссии/ Л. Д. Кузнецов, В. П. Мелехин, Ю. А. Дроздов и др.— Свердловск: ЦНТИ, 1982, № 65. [10]. Keiser I. Untersuchungen über das auftreten Gerausbeim Zugversuch. Ph. D. Tesis.— Technische Hochschule, München, 1950.

Поступила 30 июля 1984 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.816-41

**СОВМЕЩЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ
С ФЕНОЛОСПИРТАМИ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ**

В. П. ПАНТЮХОВ, А. А. ЭЛЬБЕРТ

Ленинградская лесотехническая академия

Литературные данные [2, 6, 7] свидетельствуют об интенсивных исследованиях в области утилизации лигносульфонатов, что связано в первую очередь с экологическими и экономическими соображениями. Ранее проведенные исследования показали, что товарные лигносульфонаты в условиях прессования древесных материалов не способны к самостоятельному отверждению, а древесные плиты на их основе полностью разрушаются после испытаний в холодной воде.

Клеящие свойства лигносульфонатов в значительной степени зависят от природы варочного основания (катиона) [6, 8]. В настоящей работе использован лигносульфонат на алюминиевом основании, полученный из товарного лигносульфоната путем ионообмена на катионите КУ-2-8 [3]. Выбор лигносульфоната алюминия (ЛСА) обусловлен его повышенной реакционной способностью [6, 8].

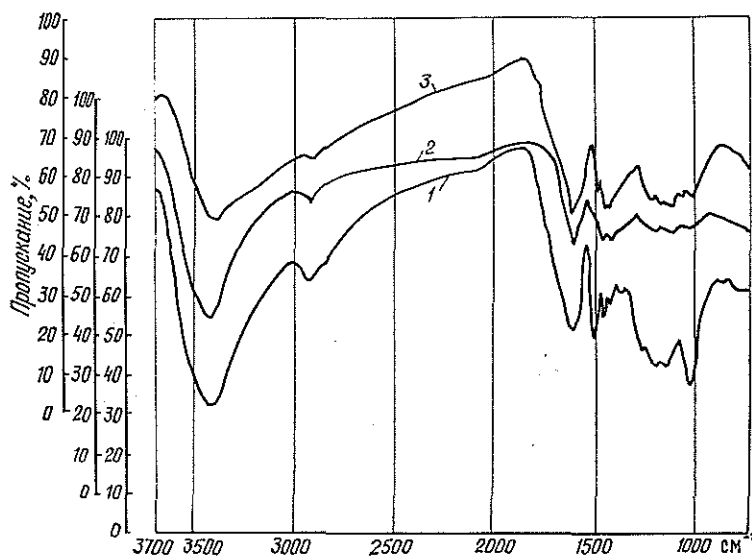
Установлено, что ЛСА по своей способности к отверждению приближается к лигносульфоновой кислоте [5], в то же время он имеет рН 3,15, что выше, чем для лигносульфоновой кислоты. Это обстоятельство дает возможность совмещать ЛСА с традиционными связующими, без преждевременного отверждения последних. Совмещение же лигносульфонатов с реакционноспособными связующими необходимо потому, что плиты на основе только модифицированных различным образом лигносульфонатов имеют низкие физико-механические показатели [8—10].

Таблица 1

**Влияние ЛСА на свойства связующих
(после термообработки при температуре 160 °С
и продолжительности 10 мин)**

Связующее и ЛСА	Прочность клеящего соединения, МПа	Количество водорастворимых веществ, %	Количество экстрагируемых ацетоном, %
СФЖ-3011	6,5	0,8	0,8
СФЖ-3011 и ЛСА	4,5	1,4	1,0
СФ-01	6,5	0,5	1,0
СФ-01 и ЛСА	5,0	4,5	1,0
СС	4,0	10,0	1,4
СС и ЛСА	5,0	9,8	1,0
Фенолоспирты	4,0	0,7	1,2
Фенолоспирты и ЛСА	6,5	0,5	0,8

В соответствии с этим была исследована возможность совмещения ЛСА с различными традиционными связующими, применяемыми в про-



ИК-спектры лигносульфоната алюминия, совмещенного со связующими.

1 — ЛСА; 2 — ФС и 25 % ЛСА; 3 — СС и 25 % ЛСА.

изготовлении древесных пластиков (табл. 1). При этом были рассмотрены следующие связующие: резольная фенолоформальдегидная смола СФЖ-3011, новолачная фенолоформальдегидная смола СФ-01, совмещенное связующее на основе новолачной и карбамидной смол — СС [1] и фенолоспирты марки Б (ТУ 6-05-1164-72). Массовая доля ЛСА равна 25 % к связующим.

На рисунке представлены ИК-спектры некоторых образцов ЛСА, совмещенного со связующими. Исследуемый материал предварительно подвергли термообработке в условиях прессования (температура 160 °С, продолжительность 10 мин). ИК-спектры снимали на спектрофотометре IR-75 Spereord.

Известно, что изменения интенсивности полос поглощения ИК-спектров на определенных длинах волн связаны с изменением концентраций функциональных групп, поглощающих в данном диапазоне [4]. Рассмотренные ИК-спектры свидетельствуют о том, что связующие вступают во взаимодействие с ЛСА, в результате чего в конечном продукте исчезает полоса поглощения первичных гидроксильных групп 1035 см⁻¹, что можно объяснить реакцией поликонденсации. При этом ЛСА не снижает степени отверждения совмещенного связующего и фенолоспиртов, на что указывают количества водорастворимых веществ и веществ, экстрагируемых ацетоном (табл. 1). Более того, данные термометрического анализа, полученные на дериватографе системы Паулик — Паулик — Эрдей, показывают, что энергия активации фенолоспиртов, совмещенных с ЛСА, на 12—15 % ниже, чем у исходных фенолоспиртов.

С целью выяснения эффективности взаимодействия ЛСА со связующими также определена прочность клеевых соединений (табл. 1). Оказалось, что добавление ЛСА к связующим наиболее эффективно в случаях совмещенного связующего и фенолоспиртов. Прочность клеевого соединения при этом увеличивается соответственно на 25 и 60 %.

Следовательно, данные спектрофотометрического, термогравиметрического и химического анализов свидетельствуют о наличии взаимодействия между ЛСА и связующими в условиях прессования.

Для дальнейшей работы были выбраны фенолоспирты как наиболее реакционноспособные соединения, обладающие при этом лучшими технологическими свойствами из всех рассмотренных связующих. На их основе изготовлены древесные пластики, показатели физико-механических свойств которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Значение показателя согласно ГОСТу 11368—79 для марки МДПК-В ₂	Значение показателя для опытного материала	Метод испытаний по ГОСТу
Общее содержание летучих веществ, %	7—10	7	5689—73
Плотность, кг/м ³	1300—1380	1380	15139—69
Водопоглощение в холодной воде, мг, не более	200	70	4650—73
Разрушающее напряжение при статическом изгибе, МПа, не менее	78	125	4648—71
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа, не менее	98	100	4651—82
Текучесть по Рашигу, мм, не менее	30	45	5689—73

При этом с целью оптимизации процесса прессования и на основании предварительных исследований выбраны интервалы варьирования и проведен многофакторный планируемый эксперимент, который позволил получить уравнение регрессии и выбрать на основании последнего следующие параметры прессования древесных пластиков: температура 150 °С, продолжительность 0,8 мин на 1 мм толщины готового изделия, массовое содержание ЛСА в композиции 25 %.

Таким образом, нами установлено (табл. 2), что древесные пластики на основе фенолоспиртов и ЛСА полностью отвечают требованиям ГОСТа 11368—79 по физико-механическим свойствам и имеют высокие прочностные характеристики. Так, показатель прочности при статическом изгибе почти в 1,5 раза превышает требования ГОСТа 11368—79. Кроме этого, использование ЛСА в качестве инградента связующего позволяет сократить расход дефицитного фенольного сырья и снизить общую себестоимость клеевой композиции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 810519 (СССР). Древесноклеевая композиция для изготовления формованных изделий/ И. А. Гамова, С. Д. Каменков, В. Н. Вихрева и др.—Опубл. в Б. И., 1981, № 9. [2]. А. с. 1006458 (СССР). Полимерная композиция/ А. А. Эльберт, П. А. Хотилевич, С. А. Сапотницкий и др.—Опубл. в Б. И., 1983, № 11. [3]. Иониты: Каталог.—Черкассы: Отд-ние НИИТЭХИМа, 1975. [4]. Карклинь В. Б., Эриньш П. П. Инфракрасная спектроскопия древесины и ее основных компонентов.—В кн.: Химия древесины, 7. Рига, 1971. [5]. Никитин В. М., Рубинов А. Ф. Я. Поликонденсация органических веществ сульфитных щелоков и барды при нагревании.—Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1971, № 3. [6]. Сапотницкий С. А. Использование сульфитных щелоков.—М.: Лесн. пром-сть, 1981. [7]. Сарканиен К. В., Людвиг К. Х. Лигнины.—М.: Лесн. пром-сть, 1975. [8]. Хотилевич 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. науч. тр. Свердловск, 1982,

вып. 9. [9]. Roffael E. Fortschritte in der Verwendung von Sulfitablaugen als Bindemittel und Zusatzmittel bei der Herstellung von Holzspanplatten.— Adhäsion, 1979. Heft 11. [10]. Roffael E., Rauch W. Ueber die Herstellung von Holzspanplatten auf Basis von Sulfitablaugen Holzforhung, 1971, N 5.

Поступила 18 июня 1984 г.

УДК 630*813.13

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ НЕБЕЛЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ РАСТВОРАМИ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ НА УДАЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Т. А. ТУМАНОВА, И. И. БУЙНИЦКАЯ, Е. И. МАЛЬКОВА,
В. А. ЧАСОВЕННАЯ, Г. В. РАЧКОВ

Ленинградская лесотехническая академия, ВНИИБ ВНПОбумпрома

Из опыта Котласского и Архангельского ЦБК известно, что в процессе отбеливания сульфатной лиственной целлюлозы содержащаяся в целлюлозной массе смола налипает на рабочие поверхности технологического оборудования.

Образование смоляных затруднений обычно связывают с наличием в лиственной (особенно березовой) древесине и небеленой целлюлозе, полученной из нее, специфических экстрактивных веществ. Считают, что на стадии хлорирования протекают реакции присоединения хлора по двойным связям в непредельных жирных и смоляных кислотах, которые являются составной частью экстрактивных веществ. Это способствует появлению смоляных отложений. На ряде предприятий с целью уменьшения смоляных отложений применяют схемы с включением стадии обработки окислителями до ступени хлорирования [3, 6].

Несмотря на многочисленные работы [1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 12] по вопросу смоляных затруднений в целлюлозно-бумажном производстве, задача исключения их в производстве белой целлюлозы остается актуальной. Объясняется это тем, что химическая природа экстрактивных веществ и их изменение при обработке небеленой целлюлозы различными реагентами до конца не выяснены. Для уточнения химической природы и физического состояния экстрактивных веществ необходимо тщательно изучить состав отработанных отбельных растворов.

При обработке небеленой сульфатной целлюлозы до стадии хлорирования на Котласском и Архангельском ЦБК в качестве реагента применяют гипохлорит натрия. Поэтому для изучения состава и свойств нами были выбраны, прежде всего, отбельные растворы гипохлорита натрия.

В качестве объекта исследования взята небеленая сульфатная целлюлоза из древесины березы и осины Архангельского ЦБК. Целлюлоза имела следующие характеристики: жесткость по перманганатному числу — 88,5 п. е. (ГОСТ 6845—54); белизна — 33,5 % белого; содержание смол и жиров (экстрактивные вещества) — 1,21 % (ГОСТ 5982—75); степень полимеризации (СП) — 1410 (по раствору целлюлозы в кадмий-этилендиаминовом комплексе).

Было изучено влияние температуры (40 и 70 °С), рН, концентрации растворов гипохлорита натрия на степень удаления смол и жиров в процессе обработки. При этом массовое содержание целлюлозы составляло 10 %, продолжительность обработки 60 мин.

Результаты опытов по удалению экстрактивных веществ при обработке небеленой сульфатной целлюлозы растворами гипохлорита (расход гипохлорита 2,5 % от массы абс. сухого волокна) приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, обработка небеленой целлюлозы растворами гипохлорита натрия оказывает окислительное действие на

Таблица 1

рН раствора гипохлорита	Содержание экстрактивных веществ, %, при температуре, °С		Степень обесмоливания (% удаления) при температуре, °С	
	40	70	40	70
7	1,08	1,01	10	17
9	1,04	0,96	14	21
10	0,98	0,74	19	39
11	0,86	0,72	27	41
12	0,74	0,66	39	46

экстрактивные вещества целлюлозы. При этом удаляется от 10 до 40 % этих веществ от общего содержания их в небеленой целлюлозе. Наибольшее удаление наблюдалось в случае обработки растворами с рН 11—12 при температуре 70 °С. Дальнейшие работы проводили при 70 °С и рН 11. Такие условия обработки растворами гипохлорита натрия обеспечивали получение целлюлозы с хорошими показателями качества (табл. 2).

Таблица 2

Условия обработки		Показатели качества		
Температура, °С	рН	Жесткость, п. е.	Белзна, %	СП
70	7	56,1	41,6	—
70	9	62,2	45,1	—
70	10	63,6	45,5	1070
70	11	62,6	44,9	1110
70	12	62,4	45,0	1199
40	7	73,2	40,4	—
40	9	76,0	43,0	—
40	10	77,5	44,4	—
40	11	76,0	43,2	—
40	12	76,5	42,9	—

Изменение содержания активного хлора (а. х.) в растворе гипохлорита (по расходу гипохлорита) показало, что на процесс удаления смолистых веществ расход гипохлорита оказывает существенное влияние (табл. 3). Повышение расхода гипохлорита при обработке приводит к лучшему обесмоливанию, но при этом снижаются показатели каче-

Таблица 3

Влияние расхода гипохлорита натрия на удаление экстрактивных веществ (температура 70 °С)

Условия обработки		Содержание смол и жиров, %	% удаления	Белзна, % от белого	Жесткость, п. е.	СП
Расход гипохлорита, %	рН					
0,5	10	0,97	20	39,8	70,6	1240
0,5	11	0,87	28	40,1	73,5	1220
0,5	12	0,74	39	42,4	77,0	1180
1,5	10	0,72	39	45,3	63,6	1070
1,5	11	0,71	41	44,9	62,2	1110
1,5	12	0,66	46	45,0	62,4	1100
3,0	10	0,66	48	50,1	40,6	955
3,0	11	0,56	54	55,9	49,0	1020
3,0	12	0,52	57	54,8	46,0	1030

ства целлюлозы, например по СП. Повышение расхода окислителя более 1,5 %, очевидно, следует предусматривать только при обработке «жесткой» целлюлозы.

Разделение органической части отработанного отбеленного раствора на отдельные группы проводили по схеме, приведенной в работе [10]. Были выделены следующие фракции: эфирорастворимая (группы — нейтральные, фенолы, кислоты, сульфатный лигнин) и эфиронерастворимая (группы — углеводы и оксикислоты). Данные по групповому химическому составу приведены в табл. 4.

Таблица 4

Групповой химический состав органической части отбеленного раствора после обработки целлюлозы и экстрактивных веществ растворами гипохлорита

Вещества	Содержание веществ в образце		
	небеленой сульфатной целлюлозы	небеленой сульфатной целлюлозы обессмоленной	экстрактивных веществ целлюлозы
Сульфатный лигнин	1,52	Нет	0,108
	41,00		10,00
Нейтральные вещества	0,62	0,18	0,40
	16,70	4,45	36,80
Кислоты	0,51	0,50	0,15
	13,70	12,25	13,90
Фенолы	0,75	0,35	0,05
	20,20	8,80	4,50
Углеводы	0,10	0,66	—
	2,65	16,20	—
Оксикислоты	0,21	0,24	—
	5,75	58,30	—
Сумма веществ	3,71	4,05	0,71

Примечание. В числителе — содержание веществ, г/100 г целлюлозы; в знаменателе — процент от общего содержания органических веществ.

С целью сравнения отбеленного раствора по групповому химическому составу обрабатывали растворами гипохлорита образцы небеленой сульфатной целлюлозы, из которых предварительно были удалены смолы и жиры путем многократной экстракции образцов в аппарате Сокслета этиловым спиртом, и образцы экстрактивных веществ, которые были получены из небеленой целлюлозы (табл. 4).

При обработке образцов небеленой сульфатной целлюлозы растворами гипохлорита происходит окисление всех компонентов целлюлозы (лигнина, экстрактивных веществ, углеводной части).

Если обрабатывается необессмоленная целлюлоза, то гипохлорит, главным образом, расходуется на лигнин, экстрактивные вещества. При этом разрушение углеводной части незначительное.

При такой обработке эфиронерастворимая фракция органических веществ отработанного отбеленного раствора гипохлорита составляет 7,5 % (она характеризует деструкцию целлюлозы и в некоторой степени окисление лигнина). Обработка обессмоленной целлюлозы растворами гипохлорита приводит к образованию эфиронерастворимой фракции в большем количестве (до 74,5 % от общего количества содержания всех органических веществ в растворе).

Это указывает на то, что углеводная часть обессмоленной целлюлозы подвергается большей деструкции при действии растворов гипохлорита. По-видимому, смолистые вещества в целлюлозе защищают углеводную часть от такого воздействия. При химической обработке целлюлозы этот факт следует учитывать. На это указывают и данные по общим химическим потерям в процессе обработки небеленой целлюлозы растворами гипохлорита. Эти потери составляют 3,71 г/100 г целлюлозы, из них на группу сульфатного лигнина приходится ~ 41 %.

Если смолистые вещества удалены из целлюлозы до обработки гипохлоритом, то все составные части целлюлозы претерпевают более глубокие изменения, о чем свидетельствует увеличение оксикислот и углеводов в отработанном отбелном растворе.

Экстрактивные вещества целлюлозы переходят в раствор при обработке гипохлоритом натрия, главным образом, в виде нейтральных веществ. Состав отработанного раствора гипохлорита натрия по органическим веществам зависит от условий обработки (рН растворов), особенно резко изменяется содержание кислот в отбелном растворе.

На основании экспериментальных данных можно сделать заключение, что источником группы нейтральных веществ являются не только экстрактивные вещества целлюлозы.

Анализ непосредственно спирторастворимой фракции после экстракции небеленой целлюлозы показал, что содержание нейтральных веществ составляет 48,2 %, из них связанных кислот — 20, неомыляемых — 28,2, свободных кислот — 51,8 %. В группе нейтральных веществ преобладают неомыляемые вещества. Считается, что за образование отложений эта группа наиболее ответственна.

При обработке целлюлозы и экстрактивных веществ хлорсодержащими реагентами по тому или иному механизму могут протекать различные процессы. Так, радикальный механизм может привести к образованию хлорпроизводных органических веществ за счет реакции замещения или присоединения хлора по двойным связям. Поэтому в отдельных группах органических веществ определяли связанный хлор [9]. Связанный хлор был обнаружен в больших или меньших количествах почти во всех органических группах. Этот факт указывает на протекание окислительных реакций в отбелном процессе по радикальному механизму.

Количество связанного хлора зависит от вида образца, который обрабатывали растворами гипохлорита (табл. 4). Так, в составе нейтральных веществ обнаружен 31 % (от массы вещества), а в группе фенолов — только 3,2 % связанного хлора (группы выделены из раствора гипохлорита после обработки небеленой целлюлозы). В других группах обнаружено связанного хлора: 42,6 — в оксикислотах, 21,2 % — в углеводах (группы выделены из раствора гипохлорита после обработки обессмоленной целлюлозы).

Таким образом, нами показано, что обработка целлюлозы растворами гипохлорита натрия до стадии хлорирования приводит к удалению части экстрактивных веществ (до 50 %). Оптимальные условия обработки: рН 11, температура 70 °С, продолжительность обработки 60 мин, расход гипохлорита 1,5 %. Источником нейтральных веществ являются экстрактивные вещества. Группа нейтральных содержит до 32 % и более соединений в виде хлорпроизводных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 990919 (СССР). Способ отбели целлюлозы/ А. В. Никитин, И. В. Кремлякова, Е. Д. Перминов.— Оpubл. 23.01.83. Д 21/С 9/10. [2]. А. с. 418628 (Швеция).— Оpubл. 15.06.81. Д 21С/908. [3]. Бирбровер Н. М., Косая Г. С. Получение сульфатной вискозной целлюлозы из древесины с низким содержанием смо-

лы.— Химия и технология целлюлозы: Межвуз. сб., 1978, вып. 5, с. 43—46. [4]. Васильева А. В., Горохова В. Г., Асива Н. И. Групповой химический состав черных щелоков промышленных стоков Байкальского целлюлозного завода.— Химия древесины, 1976, № 6, с. 81—85. [5]. Горячева И. М., Гелес И. С. Механический способ обессмоливания сульфитной целлюлозы.— Бум. пром-сть, 1976, № 3, с. 11—12. [6]. Иванов М. А., Нагородский И. А. Смоляные вещества целлюлозы и древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 296 с. [7]. Косая Г. С., Гугнин Ю. А., Прокопьева М. А. Влияние добавки диоксида хлора на первой ступени хлорирования на снижение смол и жиров в белой целлюлозе.— Бум. пром-сть, 1984, № 5, с. 9—12. [8]. Пат. 4056430 (США).— Оpubл. 01.11.77. Д. 21С 9/00. [9]. Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ.— М.: Химия.— 620 с. [10]. Слятская Е. И., Окладникова Т. Г. Снижение смол и жиров в сульфатной целлюлозе.— Бум. пром-сть, 1984, № 8, с. 13—14; 1984, № 9, с. 14—15. [11]. Степанов Ю. И. Изучение основных факторов, влияющих на образование вредной смолы при производстве целлюлозы для бумаги: Дис. ... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1972. [12]. Virkola N. Решение проблем связанных со смоляными затруднениями.— Pap. Trade J., 1980, V. 164, № 5, p. 25—27.

Поступила 22 марта 1984 г.

УДК 676.16.017

ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУЛЬФАТНОЙ НЕБЕЛЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В. И. КОМАРОВ, Т. Ф. ЛИЧУТИНА

Архангельский лесотехнический институт, п/о Соломбальский ЦБК

Многостадийность и многофакторность, характерные для технологии получения целлюлозных волокнистых материалов, природа данного класса материалов обуславливают их структурную неоднородность. Это определяет значительную изменчивость физико-механических свойств, которые во многих случаях изучают с проработкой только определенного аспекта проблемы, что не позволяет выявить общее в закономерностях формирования физико-механических свойств и оценке показателей при лабораторном контроле. В печати неоднократно отмечалось [8, 14, 15], что результаты испытаний не всегда позволяют правильно оценить качество продукции и ее соответствие назначению. В данной работе сделана попытка оценить влияние комплекса факторов лабораторного изготовления образцов целлюлозного материала, его подготовки к испытаниям и собственно испытаний на получаемые значения прочностных и деформационных показателей качества сульфатной небеленой целлюлозы.

При проведении эксперимента использовали целлюлозу марки НС-2 [1, 7]. Методы анализов или испытаний применяли стандартные или общепринятые: при изготовлении образцов [5], при подготовке образцов к испытаниям [2], при определении межволоконных сил связи $F_{св}$ [10], разрушающего усилия P , разрывной длины L , разрушающего напряжения σ_p [6], сопротивлений продавливанию Π [3] и раздиранию R [4], модуля упругости E_1 и деформации разрушения ϵ_p [12], жесткости при изгибе EI [11], модуля сдвига G_0 [9]. При статистической обработке результатов испытаний определяли среднее значение показателя \bar{X} и коэффициент вариации v .

В табл. 1 представлены результаты исследования изменения показателей физико-механических свойств целлюлозы во времени. Целлюлозу хранили при концентрации $\sim 20\%$ и температуре 20°C . Взаимодействие целлюлозы с водой в данных условиях продолжительностью свыше 48 ч приводит к снижению прочности на разрыв, сопротивления продавливанию и к увеличению сопротивления раздиранию. Наибольший разброс экспериментальных данных наблюдается у показателя разрушающего напряжения.

Модуль упругости имеет общую тенденцию к возрастанию с увеличением продолжительности взаимодействия целлюлозы с водой. Положительный экстремум данных кривых наблюдается при взаимодейст-

Таблица 1

Показатель	Степень помола, оШР	Численное значение показателя при продолжительности взаимодействия целлюлозы с водой, ч							
		24	48	72	96	120	192	240	
<i>P</i> Н	15 60	63 108	57 108	55 106	52 105	48 104	45 104	46 102	45 103
<i>L</i> м	15 60	5700 9700	5100 9550	4850 9350	4650 9350	4200 9200	4050 9150	4150 9150	4000 9100
<i>σ_p</i> МПа	15 60	30,2 101,5	29,6 91,7	28,8 94,2	30,7 102,4	29,0 88,4	26,5 89,8	26,2 92,5	23,5 95,0
<i>Π</i> кПа	15 60	230 560	210 520	200 510	180 490	170 490	180 480	170 480	180 470
<i>R</i> мН	15 60	1780 824	1890 850	1930 858	1970 866	2008 872	2016 870	2032 880	2080 892
<i>E₁</i> МПа	15 60	7008 11541	7070 15111	7052 15109	8788 16508	8411 17069	8038 14565	8787 15974	7887 14755
<i>EI</i> мН × × см ²	15 60	94,0 49,4	98,0 49,0	102,3 51,0	106,0 49,0	127,0 51,0	79,0 55,0	84,0 54,0	59,0 53,0

Таблица 2

Показатель проч-ности	Значение показателя для разных номеров стаканов (в числителе) и разных ЦРА (в знаменателе)							\bar{x}	v %
	I	2	3	4	5	6	VII		
<i>L</i> м	10 250 11 630	10 450 9950	10 400 9035	11 170 9080	10 100 9918	9825 8400	— 10 000	10 366 9716	4,4 10,7
<i>Π</i> кПа	514 540	510 510	521 370	527 —	534 —	524 420	— 620	522 616	1,7 43,3
<i>R</i> мН	813 880	794 900	843 920	862 1060	1029 900	921 850	— 900	877 916	9,8 7,3

вни целлюлозы с водой в течение 96—120 ч. Ход кривых, характеризующих изменение жесткости при изгибе образцов, зависит и от степени помола. Общей закономерности изменения показателей деформационных свойств нет, что хорошо можно объяснить различной физической природой данных показателей.

В лабораторной практике для размола используют центробежные размалывающие аппараты (ЦРА) и лабораторные роллы. В табл. 2 и на рис. 1 показано, что физическое состояние стаканов ЦРА оказывает неравнозначное воздействие на размалываемый образец целлюлозы. У разрывной длины размах составил 1300 м, а коэффициент вариации показателя сопротивления раздиранию — 9,8 %. При размоле одного и того же образца целлюлозы на ЦРА, работающих в 7 различных лабораториях, значения коэффициента вариации исследуемых показателей оказались выше допустимых.

В табл. 3 представлены данные, характеризующие влияние продолжительности размола на физико-механические свойства трех образцов: целлюлозы, которые отличались разной степенью делигнификации (образец 1 — 24,7; 2 — 28,6; 3 — 37,4 ед. Каппа) и разным фракционным составом по длине волокна (табл. 4).

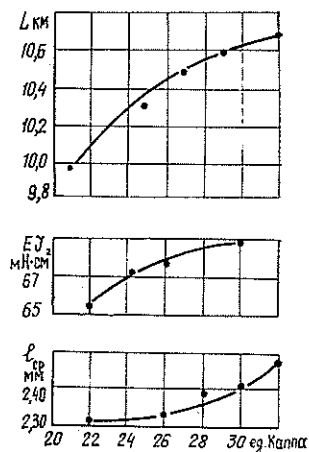
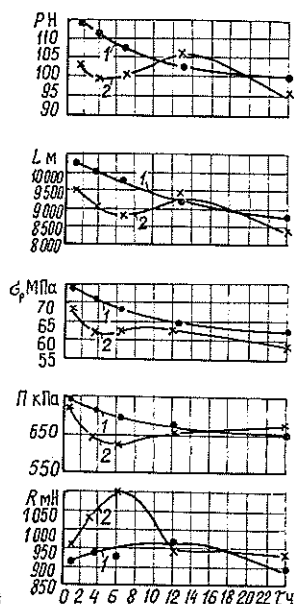
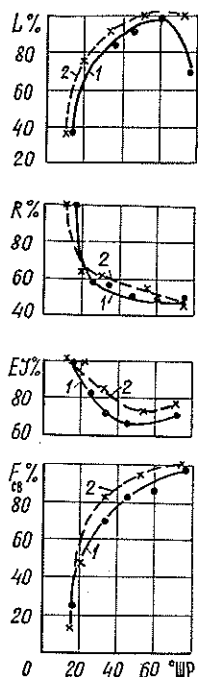


Рис. 1. Изменение физико-механических показателей образцов целлюлозы при размоле.

1 — в ЦРА; 2 — в лабораторном ролле.

Рис. 2. Изменение физико-механических показателей образцов целлюлозы в зависимости от продолжительности кондиционирования.

1 — при 50 % относительной влажности воздуха; 2 — при 65 %.

Рис. 3. Влияние степени деглинификации на физико-механические свойства целлюлозы.

Таблица 3

Номер образца	Продолжительность размола, мин	Степень помола, оШР	Показатели физико-механических свойств целлюлозы								
			γ г/см ³	$F_{св}$ МПа	P Н	L м	σ_p МПа	R мН	Π кПа	EJ МНх см ²	G_0 МПа
1	0	15	0,50	0,44	48,3	4300	22	1670	182	247	821
2	0	15	0,54	0,36	42,3	3700	18	1419	147	192	602
3	0	14	0,49	0,24	30,2	2700	13	1223	100	241	1227
1	15	16	0,60	1,17	86	7000	43	1011	372	238	2152
2	15	16	0,59	1,08	83	7200	43	1137	420	204	2521
3	15	15	0,65	1,12	88	7700	51	933	416	234	2904
1	30	19	0,63	1,48	92	9000	57	1152	514	206	2049
2	30	19	0,63	1,16	93	8200	52	862	437	213	3218
3	30	20	0,67	1,69	103	8900	60	862	502	206	3333
1	60	34	0,68	2,17	113	9800	68	878	554	203	3530
2	60	33	0,67	2,03	106	9500	64	862	505	183	3884
3	60	32	0,72	2,76	110	9800	71	846	475	186	3202
1	90	62	0,70	2,56	111	9900	70	737	491	170	4595
2	90	57	0,70	2,32	112	10 400	73	791	588	148	3226
3	90	52	0,68	2,58	115	10 500	72	815	560	169	2798
1	120	75	0,72	2,81	119	10 500	75	792	590	165	4857
2	120	79	0,71	2,49	114	10 300	73	674	580	165	3832
3	120	74	0,71	3,02	120	10 700	76	745	550	152	3523

Таблица 4

Изменение фракционного состава целлюлозы по длине волокна
в процессе размола

Но- мер об- раз- ца	Продол- житель- ность размола, мин	Степень помола, °ШР	Относительное содержание фракций, %, с длиной волокна, мм				Средняя длина волокна, мм
			0—1,0	>1,0— 2,0	>2,0— 3,0	>3,0— 6,0	
1	0	15	2,9	50,5	26,4	19,2	2,23
2	0	15	2,9	46,8	41,0	9,3	2,19
3	0	14	1,9	59,1	29,8	9,2	2,07
1	60	34	4,9	51,0	27,9	16,2	2,16
2	60	33	5,8	49,1	35,9	9,2	2,07
3	60	32	9,5	50,7	29,8	10,0	2,01
1	120	75	6,1	58,1	29,8	6,0	1,96
2	120	79	11,3	52,2	28,7	7,8	1,92
3	120	74	11,9	53,0	22,8	12,3	1,96

Жесткой закономерности изменения показателей прочности и деформативности в зависимости от продолжительности размола для исследуемых образцов целлюлозы выявить не удалось. При изготовлении лабораторных отливок появляются еще два фактора, определяющие неоднородность материала,— формование и сушка. В табл. 5 представлены результаты испытаний, в которых каждый испытуемый образец представлял отдельную отливку. Раскрой отливки на образцы проводили в соответствии с требованиями [5].

Таблица 5

Неоднородность показателей
физико-механических свойств у отливок,
изготовленных из одного образца
суспензии целлюлозы

Показа- тель	Степень помола, °ШР	\bar{X}	Размах	v %
P Н	15	48,3	17	6,8
	34	112,8	38	9,8
	62	111,1	28	7,1
L м	15	4322	1367	6,0
	34	9847	3062	8,9
	62	9944	2855	7,8
σ_p МПа	15	21,5	6,8	6,5
	34	67,5	21,3	9,4
	62	70,0	24,0	9,1
П кПа	15	182	40	9,0
	34	554	180	15,0
	62	496	220	17,7
R мН	15	1670	431	10,6
	34	878	157	6,8
	62	737	78	4,4
EI мН · см ²	15	74,1	34,5	14,5
	34	60,9	22,5	12,6
	62	51,0	13,1	9,2
E ₁ МПа	15	5912	2262	14,1
	35	13 547	3797	9,8
	60	14 453	5065	10,7
G ₀ МПа	15	821	890	34,1
	34	3530	1370	10,9
	62	4595	1040	8,4

Выяснено, что неоднородность материала изготавливаемых отливок достаточно высокая, причем показатели деформационных характеристик имеют большие коэффициенты вариации.

Обращает на себя внимание различный ход кривых, характеризующих прочность образцов при изменении относительной влажности воздуха при кондиционировании (рис. 2). Если при 50 % относительной влажности воздуха кривые, кроме случая сопротивления раздиранию, монотонно убывают с увеличением продолжительности кондиционирования, то при 65 % закономерность изменения показателей более сложная. Основные изменения прочности образцов при обеих относительных влажностях воздуха происходят в первые 6 ч кондиционирования.

Известно, что для полимерных материалов существует зависимость между скоростью приложения нагрузки и физико-механическими свойствами. В нашем случае, в общем, подтвердилось, что с увеличением скорости приложения нагрузки сопротивление разрыву, оцениваемое различными стандартными показателями, уменьшается, а относительное удлинение растет. Наименее чувствительным оказалось разрушающее напряжение (табл. 6), а значительное изменение наблюдалось у модуля упругости.

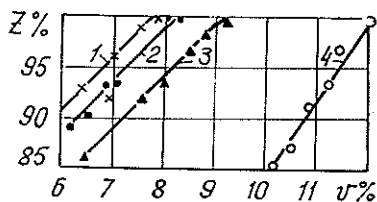
Таблица 6
Влияние скорости приложения нагрузки
на показатели физико-механических свойств целлюлозы

Скорость приложения нагрузки, мм/мин	P Н	L м	σ_p МПа	E_1 МПа	ϵ_p %
50	70	9950	69,7	13 198	1,9
75	68	10 000	78,7	9683	2,1
90	68	9450	68,2	9094	1,9
130	59	8350	67,2	7205	2,3

В пределах заданной технологии, как правило, происходят непрерывные колебания степени делигнификации и средней длины волокна. Данные о влиянии степени делигнификации на физико-механические свойства в конкретных производственных условиях представлены на рис. 3. Анализ 114 партий целлюлозы показал, что увеличение степени делигнификации в заданных стандартом пределах приводит к повышению на 6—7 % средней длины волокна, разрывной длины и жесткости при изгибе.

Рис. 4. Связь величин прочности и жесткости при изгибе целлюлозы с коэффициентом вариации.

Z — исследуемый показатель, %;
 v — коэффициент вариации; 1 — разрывная длина; 2 — разрушающее усилие; 3 — разрушающее напряжение; 4 — жесткость при изгибе.



Для оценки качества волокнистого целлюлозного материала особое значение имеет установленный факт, что с увеличением показателя прочности или деформативности этого материала возрастает разброс исследуемой характеристики [13]. На рис. 4 показано, что возрастание на 10—15 % показателей прочности на разрыв и жесткости при изгибе приводит к увеличению коэффициента вариации на 2—3 %. В случае определения деформационной характеристики коэффициент вариации оказался выше. Это, очевидно, вызвано тем, что неоднородность макроструктуры, обусловленная существующей технологией отлива и кон-

центрацией напряжений в материале при сушке и пр., может быть выше по сравнению с неоднородностью микроструктуры при достаточно высокой степени помола, равной 60 °ШР.

Результаты проведенной работы показали, что для заданного волокнистого целлюлозного материала, даже руководствуясь рекомендациями стандартов и используя однотипное проверенное оборудование, невозможно получить в различных лабораториях полностью тождественные результаты. Влияние оказывают как изготовление образцов и их подготовка к испытаниям, так и статистическая природа физико-механических свойств волокнистых целлюлозных материалов.

Для полной характеристики физико-механических свойств целлюлозных волокнистых материалов при статических нагрузках требуется структурно-феноменологический подход с привлечением вероятностных представлений с целью описания поведения этого материала до момента разрушения и оценки критического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 7004—78. Целлюлоза. Правила приемки. Методы отбора проб.— Введ. 01.09.84. [2]. ГОСТ 13523—78. Бумага и картон. Кондиционирование образцов при испытании. Введ. 01.10.78; Продлен до 01.01.89. [3]. ГОСТ 13525.8—78. Полуфабрикаты волокнистые и бумага: Метод определения сопротивления продавливанию.— Введ. 01.01.82; Срок действия до 01.01.87. [4]. ГОСТ 13525.3—78. Бумага. Метод определения сопротивления раздиранию.— Введ. 01.01.79; Срок действия до 01.01.84. [5]. ГОСТ 14363.4—79. Целлюлоза. Подготовка проб к физико-механическим испытаниям.— Введ. 01.01.80; Срок действия до 01.01.85. [6]. ГОСТ 13525.1—79. Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Методы определения прочности на разрыв и удлинение при растяжении.— Введ. 01.07.80; Срок действия до 01.07.85. [7]. ГОСТ 11208—82. Целлюлоза древесная (хвойная) сульфатная небеленая. Технические условия.— Введ. 01.01.83; Срок действия до 01.01.88. [8]. Гревцева Г. Г. Научно-технические основы метрологического обеспечения измерений.— В кн.: Комплексная система управления качеством продукции на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. М.: Лесн. пром-сть, 1980, с. 116—120. [9]. Ерыхов Б. П., Фляте Д. М. Применение метода крутильных колебаний для определения упругих характеристик бумаги.— В кн.: Вопросы долговечности документа. М.—Л.: Наука, 1973, с. 77—81. [10]. Иванов С. Н. Силы сцепления волокон в бумаге.— Бум. пром-сть, 1948, № 3, с. 8—17. [11]. Комаров В. И., Фляте Д. М. Определение жесткости бумаги при изгибе.— Целлюлоза, бумага и картон, 1971, № 30, с. 11—13. [12]. Комаров В. И., Хабаров Ю. Г. Обработка индикаторных диаграмм, полученных испытанием образцов бумаги на растяжение, при помощи ЭВМ.— В кн.: Химия и технология целлюлозы: Межвуз. сб. науч. тр. Л.: РИО ЛТА, 1979, вып. 6, с. 94—96. [13]. Комаров В. И. Применимость статистической теории прочности при испытании целлюлозных волокнистых материалов.— В кн.: Проблемы комплексного использования древесного сырья: Тез. докл. Всесоюз. конф. Рига, 1984, с. 123—124. [14]. Малышкина Н. К. Стандартизация как организационно-техническая основа повышения качества продукции.— В кн.: Комплексная система управления качеством продукции на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. М.: Лесн. пром-сть, 1980, с. 17—21. [15]. Фляте Д. М. Свойства бумаги.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 670 с.

Поступила 2 августа 1985 г.

УДК 676.224.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАФИНО-ЛАТЕКСНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКИ БУМАГИ

П. Ф. ВАЛЕНДО, Т. Н. БАЧИЛО, А. А. ШЕРШАВИНА

Белорусский технологический институт

Для покрытий по бумаге как у нас в стране, так и за рубежом используют, в основном, синтетические латексы, полученные сополимеризацией бутадиена со стиролом или акрилнитрилом. Однако достигаемый уровень прочностных свойств полимерных пленок этих латексов недостаточен, кроме того, они легко подвергаются окислительному и термическому старению.

Физико-механическая прочность пленок латексов и их устойчивость к действию растворителей повышаются либо предварительной

подвулканизацией сополимера в латексе, либо структурированием в процессе переработки за счет реакционноспособных функциональных групп [2].

В настоящей работе изучены гидрофобизирующие свойства составов, содержащих парафиновую дисперсию (ПД) и добавки латексов — пипериленинитрилкарбоксилатного (ПНК) и бутадиестиролнитрилкарбоксилатного (БСНК). Пленки этих латексов обладают высокой гибкостью, механической прочностью и устойчивостью к действию растворителей. Однако наличие гидрофильных карбоксилатных групп пленок предопределяет их низкую водостойкость. В сочетании с парафиновой дисперсией латекс способствует хорошему пленкообразованию и придает пластичность покрытию.

Исследования проводили применительно к мешочной бумаге М-78 Новолялинского целлюлозно-бумажного комбината. Качество опытных образцов оценивали согласно ГОСТу 2228—81. Парафино-латексную смесь наносили на поверхность бумаги на вертикальном лабораторном прессе при рабочей концентрации 15 %.

Физико-механические характеристики опытных образцов в сравнении с бумагой-основой и бумагой, проклеенной парафиновой дисперсией, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Массовое содержание проклеивающего состава, %		Привес, г/м ²	Сопротивление продавливанию, кПа	Воздухопроницаемость, мл/мин	Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м ²	Разрушающее усилие		Водонепроницаемость по методу коробочки, ч
ПД	Латекс					в машинном направлении, Н	в поперечном направлении, Н	
—	—	—	320	520	30	95	48	0,5
100	—	5,8	349	240	22	92	46	1,00
90	10	4,3	336	160	15,5	90	47	1,80
		3,2	345	160	12,2	90	46	1,90
80	20	3,9	327	160	14,2	97	46	2,20
		3,1	341	140	11,9	92	47	2,25
70	30	4,8	348	130	14,1	98	52	2,30
		3,8	371	124	10,7	92	47	2,50
60	40	3,6	333	130	14,1	92	48	1,90
		4,1	367	122	10,6	97	50	1,60
50	50	4,8	340	130	12,1	101	48	0,90
		3,8	336	107	10,6	104	48	1,50

Примечание. В числителе — показатели при введении латекса ПНК; в знаменателе — БСНК.

Из данных табл. 1 видно, что введение в проклеивающий состав латекса БСНК оказалось более эффективным по сравнению с латексом ПНК.

Так, например, с увеличением содержания латекса БСНК до 50 % от массы абс. сухого парафина значительно снижаются воздухопроницаемость бумаги (до 107 мл/мин) и впитываемость при одностороннем смачивании (до $10,6 \cdot 10^{-3}$ кг/м²).

Показатель водонепроницаемости возрастает до 2,5 ч при 30 %-ной добавке латекса БСНК. Однако с увеличением количества латекса до 50 % водонепроницаемость снижается до 1,5 ч. Это объясняется тем, что при достаточно большом количестве латекса значительно возрастает содержание полярных групп эмульгатора, вследствие активного взаи-

модействия которых с водой поверхностная пленка разрушается и возрастает проницаемость покрытия.

С целью упрочнения поверхностной пленки в композицию проклеивающего состава была введена мочевино-формальдегидная смола (МФС) [3]. Исследования проводили методом симплекс-решетчатого планирования эксперимента [1].

Для нахождения оптимального проклеивающего состава, обеспечивающего наилучшие физико-механические показатели мешочной бумаги, была построена совмещенная диаграмма состав — свойство (рис. 1). Пересечение линий равного выхода всех показателей определило область оптимальных составов (заштрихованная поверхность).

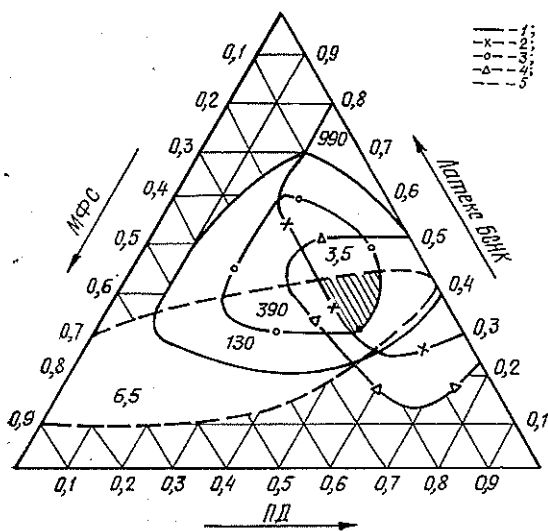


Рис. 1.

1 — воздухопроницаемость, мл/мин; 2 — сопротивление раздиранию, мН; 3 — сопротивление продавливанию, кПа; 4 — водонепроницаемость, ч; 5 — впитываемость при одностороннем смачивании, г/м².

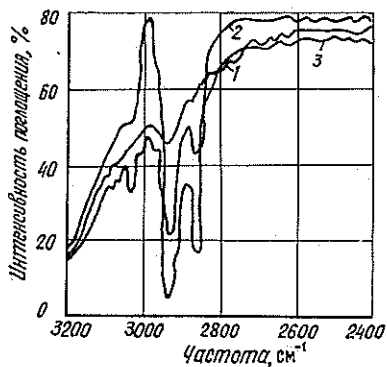


Рис. 2.

1 — МФС; 2 — БСНК; 3 — смесь МФС с латексом БСНК.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при введении МФС в парафино-латексную смесь повышаются физико-механические показатели бумаги.

Упрочнение поверхностной пленки обусловлено, с одной стороны, образованием пленки самой смолой, а с другой стороны, наличием межмолекулярного взаимодействия между компонентами проклеивающего состава.

На рис. 2 представлены ИК-спектры поглощения латекса БСНК, МФС и смеси проклеивающего состава.

Тщательный анализ спектров показал, что в ИК-спектре проклеивающего состава по сравнению со спектром латекса резко снижена интенсивность полосы поглощения 3030 см^{-1} , что соответствует ненасыщенным связям —C=C— . Очевидно, между МФС и латексом БСНК имеет место межмолекулярное взаимодействие по ненасыщенным связям. Комбинированное действие латекса БСНК и МФС позволило улучшить прочностные характеристики бумаги. Так, например, сопротивление продавливанию и разрушающее усилие, характеризующие эксплуатационные свойства мешочной бумаги, повышаются в среднем на 10—15 %, водонепроницаемость — на 30 % при массовом содержании в проклеивающем составе от 30 до 60 % латекса и от 10 до 40 % МФС.

С учетом функции стоимости был найден экономически выгодный и эффективный состав. Содержание проклеивающих компонентов в этом составе: ПД; латекс БСНК; МФС.

При поверхностной обработке мешочной бумаги оптимальным проклеивающим составом были получены опытные образцы с высокими защитными и прочностными свойствами (табл. 2).

Таблица 2

Физико-механические показатели
опытной мешочной бумаги

Показатель	Значение показателя	
	опыт-ное	по ГОСТу 2228-81
Сопротивление продавливанию, кПа	390	320
Воздухопроницаемость, мл/мин	130	150
Водонепроницаемость по методу корбочки, ч	3,5	2,5
Разрывной груз, Н:		
в машинном направлении	102	—
в поперечном »	56	—
Сопротивление раздиранию, мН:		
в машинном направлении	990	980
в поперечном »	850	—
Впитываемость при одностороннем смачивании, $\text{кг/м}^2 \cdot 10^{-3}$	6,5	—
Относительное удлинение в поперечном направлении, %	3,8	3,5

Указанный проклеивающий состав рекомендован для опытно-промышленных испытаний на Новолялинском ЦБК и может быть использован взамен битумно-масляной смеси в производстве водонепроницаемой бумаги.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Пен и Менчер. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 119 с. [2]. Синтетические и искусственные латексы. Получение и модификация: Материалы VI Всесоюз. латексной конф.— М.: ЦНИИТЭ-нефтехим, 1982.— 186 с. [3]. Стефанова И., Вълчев В., Верани Х. Использование полимерных смесей для поверхностного облагораживания бумаги и картона.— Целулоза и хартия, 1981, № 1, с. 21—27.

Поступила 28 ноября 1983 г.

УДК 541.18.025 : 676.017

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА НАЛИЧИЯ ТИКСОТРОПИИ У БУМАГИ

Б. П. ЕРЫХОВ, А. П. ПЛОТНИКОВ, Ю. П. СЫРНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Учитывая, что проблема интерпретации наблюдаемых тиксотропных эффектов в воздушно-сухих целлюлозно-бумажных материалах [2, 4, 5] имеет большой научный и практический интерес и что она непосредственно связана с физикой поведения их мобильной структуры, авторы предлагаемой статьи решили привести дополнительные аргументы в пользу тиксотропии у бумаги.

Проанализируем основные доводы воображаемых оппонентов, которые могли бы с критических позиций несколько иначе интерпретировать полученные нами результаты.

I. Поставленный ранее [4] опыт с «аркой», опертой на стеклянную пластину, может и не фиксировать релаксацию напряжений в бумаге, так как, на первый взгляд, образец не арретирован в зажимах, как это принято по классической стандартной методике.

При более внимательном рассмотрении используемой нестандартной методики этот тезис не соответствует действительности, так как в промежутках между краткими (1—2 мин) испытаниями на максимальное вертикальное усилие P , переводящее арку в плоское состояние, исследуемый образец всегда находится под прессом в плоском упругодеформированном состоянии, т. е. арретирован. При этом для образца тетрапака, выдержанного под давлением в плоском состоянии в течение двух месяцев, динамический модуль сдвига не изменялся [4, с. 88].

Кроме того, можно оценить время релаксации «замороженных» в рулоне напряжений не только по величине усилия P , а путем измерения геометрических параметров арки (ее радиуса R , расстояния между опорами h и ее длины l), так как именно напряжения в рулоне и определяют геометрию арки. Очевидно, при полной их релаксации $R \rightarrow \infty$, а $h/l \rightarrow 1$.

Таблица 1

Материал	Параметр арки	Изменение параметра по месяцам					
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Июнь	Август
Тетрапак	R см	53	100	—	105	—	147
	h/l	0,34	0,45	—	0,46	—	0,47
Миллиметровка	R см	46	65	67	—	72	—
	h/l	0,56	0,81	0,84	—	0,90	—

Как видно из данных табл. 1 (так же как и в работе [4]), для тетрапака и миллиметровки, пролежавших несколько лет в рулоне, релаксация напряжений происходит достаточно долго и несоизмеримо со временем тиксотропного восстановления структуры. Следует отметить, что при этом модуль сдвига либо остается постоянным, либо имеет тенденцию к незначительному снижению до 9 % за 8 мес.

Иными словами, никакой ощутимой переупаковки структуры, за счет релаксации замороженных в рулоне напряжений, не наблюдается, а возрастание модуля сдвига, всегда фиксируемое после его падения в результате механического воздействия, вообще не происходит.

II. Обнаруженный эффект самопроизвольного восстановления структуры можно бы объяснить без привлечения понятия тиксотропии, так как известно явление механического упрочнения и последствия в бумаге при циклических нагружениях и разгрузках [9].

Действительно, для упругопластического тела, каким является бумага, изменение структуры должно происходить и происходит за счет пластической деформации, а для металлов это явление названо специальным термином — наклепом, который снижает пластичность и ударную вязкость и увеличивает предел пропорциональности, предел текучести и твердость. Однако все эти явления не дают обратимого восстановления структуры, частично или полностью разрушенной механическим воздействием, что характерно для явления тиксотропии. Так, для типографской бумаги № 1 Сыктывкарского ЛПК модуль сдвига образца поперечного направления после механического воздействия снизился почти до нуля [2, с. 162].

Кроме того, в работе [9] кинетика изменения параметров структуры бумаги во времени не приведена, а большинство параметров изме-

рено по кривой усилие — деформация в пластической области работы образца, т. е. любое измерение параметров связано с частичным нарушением исследуемого образца, и об инвариантном структурном показателе при таком подходе говорить нельзя. Особо отметим, что все временные измерения проведены нами неразрушающими методами на одном и том же образце в упругой области его работы. По этой причине сами измерения не нарушают исследуемую структуру, а динамический модуль сдвига является инвариантной характеристикой недеформированного и разгруженного образца. Только при соблюдении этих условий можно обнаружить и изучать явление тиксотропии.

III. Этот довод вызван к жизни на основе анализа установившихся в специальной литературе воззрений на структуру бумаги до открытия тиксотропных эффектов.

Действительно, как это следует из книги Д. М. Фляте [8, с. 281, абзац 3], бумага и после сушки в какой-то степени сохраняет свойства коагуляционной структуры. Однако абзац 2 на той же странице заслуживает не меньшего внимания: «Высушенная бумага имеет уже нетиксотропную структуру, т. е. структуру, необратимо разрушающуюся под воздействием механической силы...».

Постараемся разобраться в этом кажущемся противоречии.

Можно только удивляться исключительной интуиции Д. М. Фляте, который не случайно поместил друг за другом два таких противоречивых абзаца. Экспериментальные факты, которыми располагал тогда Д. М. Фляте, дали путевку в жизнь первому абзацу, а научная интуиция — второму, начало которого здесь уместно еще раз привести: «Если прилагаемая к высушенной бумаге сила находится в пределах, которые не допускают необратимого разрушения, то...» — стоп! Так вот, как раз для обнаружения тиксотропного восстановления структуры высушенной бумаги и нужна ее пластическая деформация, вызывающая частичные нарушения контактов, а после этого происходит самопроизвольное восстановление, которое может быть зафиксировано только неразрушающими методами на одном и том же образце.

А теперь, обсудив возможную критику в наш адрес по поводу ранее опубликованных работ [2, 4, 5], приведем новые аргументы по проявлению тиксотропных эффектов в целлюлозно-бумажных материалах.

1. Описываемая в этом пункте серия опытов предпринята с целью притормозить самопроизвольный процесс тиксотропного упрочнения образца путем создания в нем растягивающего поля напряжений.

Для этого в образцах тетрапака продольного и поперечного направлений с помощью грузов создавалось нормальное напряжение $\sigma = 1,7$ МПа, составляющее приблизительно 1/16 от предельного, вызывающего разрушение образца. Естественно было предположить, что эти напряжения затрудняют процесс переупаковки структурных элементов в опытах на тиксотропию на низкочастотном крутильном маятнике по ОСТу 81—109—76. Результаты этого эксперимента приведены в табл. 2.

Анализируя представленные в табл. 2 данные, можно сделать однозначный вывод о том, что растягивающие напряжения действительно затрудняют перестройку структуры, и, как только эта помеха ликвидируется, структура целлюлозно-бумажного материала за счет тиксотропии снова восстанавливается практически до первоначальной за 2—3 сут.

В табл. 3 приведены результаты испытаний для типографской бумаги № 1.

Как видно из данных табл. 3, при воздействии нормальных напряжений без тормоза происходит упрочнение бумаги в продольном и поперечном направлениях спустя всего лишь 2 сут после ее протяжки че-

Таблица 2

Изменение низкочастотного модуля сдвига тетрапака во времени при воздействии растягивающих напряжений

Последовательность испытания образца тетрапака во времени	Модуль сдвига G_0 , ГПа	
	Продольное направление	Поперечное направление
До механического воздействия	1,0	1,45
Сразу же после пропуска через валик пишущей машинки	1,8	1,40
После второго пропуска через валик пишущей машинки	1,7	1,30
После протяжки под углом 90°	—	0,70
Через 4 ч под нагрузкой	1,7	0,70
» 1 сут » »	1,5	0,65
После снятия нагрузки:		
через 12 ч	1,5	1,00
» 24 »	1,6	1,40
» 2 сут	1,7	—
» 3 »	1,75	—

Таблица 3

Изменение низкочастотного модуля сдвига типографской бумаги № 1 во времени

Последовательность испытания образца типографской бумаги № 1 во времени	Модуль сдвига G_0 , ГПа		
	Продольное направление		Поперечное направление
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
До механического воздействия	0,75	1,0	0,4
После одного пропуска через валик пишущей машинки	0,75	—	—
После двух пропусков через валик пишущей машинки	—	0,85	0,4
Через 1 сут	0	0,80	0,45
» 2 »	0,85	—	—

рез валик пишущей машинки, т. е. для более тонкого материала переупаковка происходит интенсивнее и быстрее.

2. Как следует из приведенных выше данных, тиксотропный эффект и перестройка структуры зависят от интенсивности начального механического воздействия, которое ни в коем случае не должно превышать некоторого критического значения. В противном случае в образце могут возникнуть настолько значительные пластические деформации, после которых он уже не сможет вернуться к исходной структуре, а тем более упрочниться. В экстремальном случае образец вообще может разрушиться.

С другой стороны, увеличение подвижности структурных элементов облегчает их переупаковку и, следовательно, тиксотропное упрочнение. Пока авторы статьи не располагают количественным критерием уровня «размораживания» структурных элементов при первоначальном механическом воздействии, и они планируют экспериментальный подход при решении этой задачи. Именно по этим соображениям представляется интерес описываемый ниже эксперимент.

С целью увеличения уровня первоначального механического воздействия исходные образцы размером 150×15 мм с нормальными напряжениями (см. пункт 1) заставляли колебаться в прямом крутильном маятнике с начальной угловой амплитудой в 90° до полного зату-

хания (около 150 с), а после этого проводили испытания на тиксотропию.

В табл. 4 приведены результаты испытаний для тетрапака и карандашной кальки.

Таблица 4

Изменение низкочастотного модуля сдвига тетрапака и кальки во времени при нелинейных крутильных колебаниях

Последовательность испытания образца во времени	Модуль сдвига G_0 , ГПа			
	Тетрапак		Калька	
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
До механического воздействия	1,55	0,90	0,95	1,1
	0,40	0,50	—	1,0
После механического воздействия: через 30 мин	1,55	0,90	0,85	0,75
	0,30	0,90	—	0,95
» 1 сут	1,65	1,0	1,1	1,75
	0,55	0,55	—	1,65

Примечание. В числителе — данные для продольного направления; в знаменателе — для поперечного направления. В этом опыте механическое воздействие включало в себя одноосное растяжение и нелинейные крутильные колебания с первоначальной угловой амплитудой в 90° .

Из данных табл. 4 видно, что с увеличением степеней свободы при нелинейных крутильных колебаниях образцов сразу после механических воздействий падение модуля сдвига значительнее, но зато и перестройка структурных элементов происходит эффективнее и быстрее и особенно для образцов поперечного направления (сравн. с результатами табл. 2).

Объяснение приведенных в табл. 4 результатов с позиций релаксации напряжений сдвига или последствия при нелинейных крутильных колебаниях образца неправомочно, так как при знакопеременных напряжениях сдвига и их снижении до нуля (полной остановки маятника) эти «бывшие» напряжения в конце колебаний практически отсутствовали. Эти напряжения помогли только «расшевелить» структурные элементы, которые затем в результате тиксотропного упрочнения создали более плотную структуру.

Уместно отметить, что пластические деформации для первоначального механического воздействия путем протяжки образца под углом 90° или через валик пишущей машинки сначала с одной стороны листа, а затем с другой также практически ликвидируют напряжения в образце, так как после этой операции образец оказывается снова в плоском состоянии.

3. Особого внимания заслуживает эксперимент, который вообще исключает наличие каких-либо напряжений в образце; и тем не менее, тиксотропные явления явно наблюдаются.

С помощью установки для резонансного определения модуля сдвига типа УРОМС [1, 3, 7] к кольцевому плоскому образцу, защемленному по внешнему контуру, со стороны внутреннего кольца прикладывали существенный закручивающий момент, изменяющийся по синусоидальному закону и создающий в образце знакопеременные напряжения сдвига. После определенной экспозиции для расшатывания структуры амплитуда закручивающего момента постепенно уменьшалась до нуля, что устраняло остаточные напряжения в образце; затем в упругой области работы материала снимали зависимость модуля сдвига во времени.

Оказалось, что при такой жесткой схеме закрепления плоского образца на установке типа УРОМС [3] в условиях чистого сдвига, т. е. без деформации объема, удалось раскочегорить структуру только особо слабых целлюлозно-бумажных материалов типа санитарно-гигиенических, модуль сдвига которых по сравнению, например, с типографской бумагой отличается на один-два порядка. Однако несмотря на особую заземленность структурных элементов в этом опыте и незначительное первоначальное механическое воздействие, тиксотропные эффекты надежно воспроизводились, хотя падение модуля сдвига после динамического воздействия и было незначительным (0,5—1,5 %)*. В течение 1—4 ч модуль сдвига восстанавливался до исходного значения.

Следовательно, пробуждение структурных элементов целлюлозно-бумажных материалов и отклик на их переупаковку в соответствии со вторым началом термодинамики выступают в виде классического тиксотропного эффекта, наблюдаемого на одном и том же образце с помощью чувствительных неразрушающих методов по зависимости модуля сдвига от времени. Нетрудно предположить, что если удастся пробудить эти структурные зерна каким-то другим способом, то и в этом случае вначале произойдет падение модуля сдвига, а потом его возрастание до оптимального значения. Исходя из этой концепции, необходимо по-новому вымыслить результаты работы [6], в которой зависимость $G(t)$ при выдерживании в воде целлюлозных отливок различной степени помола вначале проходит через минимум (3—4 мин), а спустя 7—10 мин наблюдается упрочнение структуры от 10 до 100 % с ростом степени фибрирования волокна. В этом случае о тиксотропии, в классическом понимании этого явления, говорить не приходится, но самопроизвольная переупаковка за счет замены более сильных водородных связей водяными мостиками налицо. К этому эксперименту можно относиться и как к модельному, в котором удалось в сильной степени ослабить меж- и внутриволоконные связи в структуре бумаги без использования слабого механического воздействия.

В заключение отметим, что наблюдаемое явление тиксотропии в целлюлозно-бумажных материалах качественно отличается от известных тиксотропных эффектов в объеме классических коагуляционных структур. Именно благодаря анизотропии бумажного листа и его малой толщине становится возможной переупаковка его структурных элементов после слабого механического воздействия. С увеличением толщины образца все эти эффекты действительно проявляются менее рельефно. Поэтому применительно к целлюлозно-бумажным материалам с их анизотропией и мозаикой микро- и макродефектов в объеме следует, на наш взгляд, ввести новый термин и назвать эту тиксотропию анизотропной.

Авторы работы надеются, что приведенных аргументов вполне достаточно, чтобы рассеять сомнения специалистов в наличии явления тиксотропии у целлюлозно-бумажных материалов в воздушно-сухом состоянии. Любые предложения и замечания читателей будут приняты авторами с глубокой признательностью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1027581 (СССР). Установка для определения вязко-упругих свойств листовых материалов/ Б. П. Ерыхов, В. А. Макаров, Ю. А. Махов, А. Н. Наумов.— Оpubл. в Б. И., 1983, № 25. [2]. Ерыхов Б. П., Плотников А. П., Сырников Ю. П. О некоторых проявлениях тиксотропии у бумаги.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 5, с. 160—162. [3]. Ерыхов Б. П., Наумов А. Н.,

* Относительная погрешность определения модуля сдвига с помощью установки УРОМС для фиксированного в приборе кольцевого образца составляет не менее 0,1—0,2 %.

Раппопорт Р. М. Резонансный метод определения модуля сдвига целлюлозно-бумажных материалов.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 94—98. [4]. Ерыхов Б. П., Плотников А. П. Исследования явлений тиксотропии и релаксации напряжений в целлюлозно-бумажных материалах.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 6, с. 84—89. [5]. Ерыхов Б. П., Фляте Д. М. Исследование тиксотропии в целлюлозно-бумажных материалах высокочастотным крутильным маятником.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 1, с. 64—68. [6]. Использование резонансного метода для изучения кинетики разупрочнения целлюлозных материалов в воде/ Б. П. Ерыхов, А. Н. Наумов, А. С. Зияев, Ш. М. Миркамилов.—Химия древесины, 1982, № 4, с. 69—72. [7]. ОСТ 13—163—83. Полуфабрикаты целлюлозно-бумажного производства. Бумага. Картон. Резонансный метод определения модуля сдвига и добротности.—Введ. с 01.01.84. [8]. Фляте Д. М. Свойства бумаги.—М.: Лесн. пром-сть, 1976, с. 281. [9]. Шустов А. Д. Процессы деформации бумажного полотна.—М.: Лесн. пром-сть, 1969, с. 20—22, 40—46.

Поступила 20 февраля 1984 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*79

АНАЛИЗ СИТУАЦИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ВАРИАНТОВ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ
В ПРОЦЕССЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСПРОМХОЗОВ

Т. С. ЛОБОВИКОВ, Л. В. МУРАШКИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Общезвестно, что объем производства многих лесозаготовительных предприятий (ЛЗП), действующих в основных районах лесозаготовок, больше того, который мог бы быть обеспечен ресурсами спелого и приспевающего леса на неопределенно долгий срок. Перед этими предприятиями неотвратимо стоит перспектива сокращения объема лесозаготовок. Выбор оптимальных сроков и масштабов такого сокращения возможен с помощью динамической модели Лобовикова — Смирновой*. Но в этой модели приняты во внимание лишь те экономические параметры и показатели, которые связаны с изменением объемов только лесозаготовок, и не учтено влияние изменений в объемах переработки древесины.

Однако многие лесозаготовительные предприятия перерабатывают древесину, и определение возможных и целесообразных изменений в объемах переработки, необходимо вытекающих из перспективы изменения объемов лесозаготовок, представляет немаловажное экономическое значение.

При решении этой задачи необходимо учитывать ряд факторов, в их числе:

- 1) изменение массы сырья для переработки (кондиционного и некондиционного) в результате изменения объемов рубок;
- 2) наличие подлежащих удовлетворению местных потребностей в продуктах переработки древесины;
- 3) наличие производственных мощностей по переработке древесины;
- 4) необходимость обеспечения поставок продукции переработки народному хозяйству в том или ином обоснованном объеме;
- 5) возможность удовлетворения местных потребностей поставками продуктов переработки из внерайонных источников с учетом затрат, связанных с этими поставками;
- 6) возможность целесообразного «кустования» переработки древесины в некоторой системе близко расположенных лесозаготовительных предприятий.

В качестве первого шага необходимо проанализировать ситуации, вытекающие из различных соотношений величин:

- 1) объема сырья для переработки, который в данной постановке задачи является некоторым императивом, строго вытекающим из перспективы снижения объемов лесозаготовок;
- 2) объема подлежащих удовлетворению местных потребностей в продуктах переработки; мы подчеркиваем здесь учет не всех возмож-

* Смирнова Л. Н. Оптимизация процессов развития лесных предприятий: Дис. . . . канд. экон. наук.— Л.: ЛТА, 1983.—264 с.

ных потребностей, а подлежащих удовлетворению без ущемления народнохозяйственных потребностей. Объем таких местных потребностей также выступает в качестве императива;

3) величины имеющихся мощностей и достигнутых объемов производства.

Остальные из названных шести условий складываются под воздействием соотношения указанных трех величин. Намеченным путем представляется возможным все многообразие конкретных случаев свести к ограниченному числу типических ситуаций (в нашей задаче к шести).

В леспромхозах вовлекается в переработку древесина как кондиционная, так и некондиционная; в массе некондиционной можно выделить транспортабельную и нетранспортабельную. В отношении последней рассматриваемая проблема не стоит, так как очевидна целесообразность полного использования в леспромхозах всей этой массы. Поставленная проблема относится, прежде всего, к некондиционной транспортабельной и кондиционной древесине. Такую древесину используют ЛЗП почти исключительно как сырье для продольного пиления (лесо- и шпалопиление, производство тары). На данном этапе исследования ограничим поиск решения применительно к одному виду использования — лесопилению.

Для каждой типической ситуации производства и потребления пиломатериалов в леспромхозе можно построить экономико-математические модели затрат, потерь и эффектов по одному-трем вариантам и затем найти предположительно лучший из вариантов.

Обозначим: $РП$ — ресурсы пиловочника в сырьевой базе ЛЗП после трансформации; для сопоставления с другими показателями берутся в пересчете на пиломатериалы, $м^3$;

$МП$ — местные потребности в пиломатериалах, $м^3$;

$ОП$ — объем производства существующего лесопильного цеха (завода) в ЛЗП, $м^3$.

Соотношения этих трех величин определяют сущность различных ситуаций. Каждая из них имеет несколько вариантов решений, для которых приняты следующие обозначения:

2 — снижение объема лесопиления до нуля, свертывание производства;

1 — снижение объема лесопиления до уровня местных потребностей;

0 — сохранение существующего уровня лесопиления;

3 — расширение производства продукции лесопиления до уровня местных потребностей;

4 — расширение производства продукции лесопиления до размеров, обеспечиваемых ресурсами собственного пиловочника.

При осуществлении этих вариантов имеют место затраты, которые можно обозначить следующим образом:

z_c — цена 1 $м^3$ пиловочника франко-станция отправления, р.;

s — скидка с цены 1 $м^3$ пиловочника при переработке его в местах заготовки, р.;

t_c — удельные транспортные затраты по доставке в лесопильный цех 1 $м^3$ пиловочного сырья из других близрасположенных ЛЗП, р.;

$t_{пм}$ — удельные транспортные затраты при реализации 1 $м^3$ пиломатериалов за пределы предприятия (района), р.;

y — себестоимость производства 1 $м^3$ пиломатериалов за вычетом затрат на сырье, р.;

$z_{пм}$ — цена 1 $м^3$ пиломатериалов франко-станция отправления, р.;

$T_{пм}$ — удельные транспортные затраты при доставке 1 $м^3$ готовых

пиломатериалов для удовлетворения местных потребностей, в случае отсутствия собственного лесопиления или недостаточной его мощности, р.;

F — необходимые дополнительные капитальные вложения для реализации вариантов, предусматривающих расширение лесопиления в ЛЗП, р.;

Q — возможные потери от сокращения объемов производства, р.

В данном случае имеются в виду только потери, носящие капитальный характер и вызываемые свертыванием производства: неполная амортизация оборудования, зданий и т. д. Потери, вызываемые частичным сокращением производства и проявляющиеся в неполном использовании имеющегося оборудования, должны найти отражение в изменении затрат на обработку при производстве 1 м³ пиломатериалов (y).

Характеристика возможных экономических ситуаций

Ситуация	Возможные решения	$z_c - s$	$z_c + t_c$	y	$t_{пм}$	$z_{пм} + T_{пм}$	Q	F
ОП > РП > МП	1	+		+	+		+	
	0	+	+	+	+			
РП > ОП > МП	0	+		+	+			
	4	+		+	+			+
РП > МП > ОП	0	+		+		+		
	3	+		+				+
	4	+		+	+			+
РП < ОП < МП	2		+	+		+	+	
	0	+	+	+		+		
	3	+	+	+				+
РП < МП < ОП	2		+	+		+	+	
	1	+	+	+			+	
	0	+	+	+	+			
ОП < РП < МП	0	+		+		+		
	3	+	+	+				+
	4	+		+		+		+

В таблице приведено шесть типических ситуаций. Поскольку они определяются различным соотношением трех величин (ОП, РП и МП), то число ситуаций равно числу размещений из трех по три, т. е. шести. В число решений для каждой ситуации были включены только имеющие смысл в реальной действительности.

Знаком плюс помечены показатели тех затрат и потерь, которые объективно связаны с осуществлением того или иного решения.

Исходя из приведенной таблицы, можно написать и общий вид модели затрат и потерь, присущий всем вариантам. Поскольку для осуществления некоторых вариантов необходимы дополнительные капитальные вложения, модель строится в виде приведенных затрат Z_{ij} (р./м³ пиломатериалов):

$$Z_{ij} = \frac{(z_c - s) n V_1 + (z_c + t_c) V_2 + y (V_1 + V_2) + t_{пм} V_3 + (z_{пм} + T_{пм}) V_4 + Q + E_n F}{V},$$

где $V = V_1 + V_2$, если $V_1 + V_2 > МП$;

$V = МП$, если $V_1 + V_2 < МП$;

V_1, V_2 — объем пиломатериалов, производимых соответственно из собственного и привозного сырья, м³;

V_3 — объем пиломатериалов, реализуемых за пределы ЛЗП (района), м³;

- V_4 — объем пиломатериалов, необходимых для удовлетворения местных нужд ЛЗП, в случае недостаточно развитого собственного лесопиления, м^3 ;
 i — номер ситуации; $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;
 j — возможные решения; $j = 0, 1, 2, 3, 4$;
 E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений; $E_n = 0,12$;
 n — норма расхода пиловочного сырья на производство 1 м^3 пиломатериалов.

Например,

$$\mathcal{Z}_{24} = \frac{(z_c - s) V_1 n + y V_1 + t_{\text{пм}} (V_1 - \text{МП}) + E_n F}{V_1},$$

где $V_1 = \text{ПП}$;

$$\mathcal{Z}_{51} = \frac{(z_c - s) V_1 n + (z_c + t_c) V_2 n + y (V_1 + V_2) + Q}{V},$$

где $V = \text{МП}$; $V_1 = \text{ПП}$; $V_2 = \text{МП} - \text{ПП}$.

В рамках одной ситуации удельные затраты для различных вариантов можно сравнить между собой и выбрать лучший. Однако таким образом построенные показатели затрат безотносительны к качеству продукции и поэтому характеризуют эффективность выбранного варианта не полностью. Целесообразно определять отношение затрат, моделированных по формуле, к стоимости товарной продукции лесопиления, рассчитанной в ценах прейскуранта 07—03 франко-пункт назначения. Окончательный выбор вариантов надлежит сделать по совокупности обоих показателей.

Поступила 21 марта 1985 г.

УДК 630*6

ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ ПО КОМПЛЕКСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И ВОСПРОИЗВОДСТВУ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

А. П. ПЕТРОВ, В. М. НОСОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Среди мер по улучшению управления народным хозяйством важное место занимает разработка целевых комплексных научно-технических, экономических и социальных программ, а также программ развития отдельных регионов и территориально-производственных комплексов.

Практической реализацией этих принципов является разработанная по инициативе Ленинградской областной партийной организации и одобренная ЦК КПСС территориально-отраслевая программа «Интенсификация-90», предусматривающая пропорциональное и динамическое развитие всех отраслей народного хозяйства Ленинграда и области. Программа войдет составной частью в государственный план экономического и социального развития страны на двенадцатую пятилетку. Ее цель — ускорение научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства, в первую очередь, на основе широкого применения вычислительной техники.

Необходимость интенсификации производства в полной мере относится к отраслям лесного комплекса, занятым лесовыращиванием, заготовкой и переработкой древесины на территории Ленинградской области. Область располагает значительным лесным потенциалом с общим запасом древесины 673 млн. м³. Расчетная лесосека равна 9,8 млн. м³, в том числе по главному пользованию 7,2 млн. м³. В области всеми видами рубок заготавливается около 6,0 млн. м³ древесины, или с 1 га лесной площади снимается 1,3 м³. Таким образом, расчетная лесосека используется лишь на 62 %. Соотношение главного и промежуточного пользования составляет 4 : 1, что свидетельствует о довольно высокой для многолесных районов степени интенсивности использования лесных ресурсов.

На территории области лесозаготовками занимаются 45 предприятий многих министерств и ведомств, в том числе 15 — объединения Ленлес (объем лесозаготовок около 4 млн. м³), 19 — лесохозяйственного объединения (1160 тыс. м³) и 11 — управления топливной промышленности (760 тыс. м³). В совхозных лесах объем лесозаготовок составляет 300—350 тыс. м³ в год. Таким образом, на одно предприятие приходится в среднем 140 тыс. м³ круглого леса. В ряде районов области одновременно ведут лесозаготовки три названные организации и другие мелкие заготовители, что приводит к «распылению» капитальных вложений, ухудшает использование лесных ресурсов.

Деревообрабатывающие предприятия Ленинграда и области производят 570 тыс. т целлюлозы, 405 тыс. т бумаги и картона, 880 тыс. м³ пиломатериалов, 85 тыс. м³ фанеры, 156 тыс. м³ древесностружечных плит, 9,0 млн. м² древесноволокнистых плит, мебели и товаров культурно-бытового назначения на сумму около 160 млн. р. Концентрация деревообрабатывающего производства в области остается низкой. Так, в объединении Ленлес на одно предприятие вырабатывается 20,4 тыс. м³ пиломатериалов, 9,2 тыс. м³ деревянной тары. В лесохозяйственном объединении соответствующие показатели составили 3,6 и 1,3 тыс. м³.

В области мало вырабатывается древесных плит, что затрудняет использование лиственной и низкосортной древесины и отходов. Целлюлозное производство ориентировано в основном на использование высококачественной хвойной (еловой) древесины и представлено предприятиями по выработке сульфитной целлюлозы. В ряде районов области деревообработка осуществляется «параллельно» на предприятиях различных министерств и ведомств, в результате снижается эффективность использования сырьевых ресурсов.

При наличии значительных резервов лесозаготовок по величине расчетной лесосеки в область ежегодно завозится около 2,5 млн. м³ древесины, или 30 % к общему объему потребления (особенно хвойных балансов и пиловочника).

Химическая и химико-механическая переработка древесины составляет только 26 %, что свидетельствует о нерациональной структуре перерабатывающих производств. В плитном и гидролизном производствах перерабатывается только около 7 % ресурсов древесного сырья.

Слабо реализуются вторичные материальные ресурсы, в частности отходы деревообработки и лесозаготовок. Из общего объема ресурсов отходов 1650 тыс. м³ на технологические цели расходуется только 25 %, на топливные и хозяйственные нужды — 46 %.

Нерациональное использование лесных ресурсов снижает возможность их эффективного воспроизводства; на корню остаются большие площади перестойных насаждений, производительность лесов снижается, сокращается доля хвойных пород, ухудшаются условия для искусственного возобновления, в том числе плантационного лесовыращивания.

вания, рассчитанного на перспективное обеспечение сырьем целлюлозно-бумажных предприятий.

Требуется неотложного решения задача повышения технического уровня производства в отраслях лесного комплекса, где весь комплекс производств механизирован только на 58 %. Особенно низок он на лесозаготовках. Так, в объединении Ленлес процент машинной валки составляет 3,7, бесчокерной трелевки — 24,5, машинной обрезки сучьев — 19,5; эти цифры в целом по Минлесбумпрому равны соответственно 25; 37,5 и 24 %.

В лесохозяйственном объединении механизация и автоматизация труда на лесозаготовках практически отсутствуют.

Для преодоления недостатков в программе «Интенсификация-90» существенное место уделено проблеме повышения эффективности комплексного использования и воспроизводства лесных ресурсов в Ленинградской области, пути решения которой определяет подпрограмма «Лесной комплекс». Эта подпрограмма включает следующие основные этапы:

оценка существующего уровня использования лесных ресурсов, количественное выражение «начальных» параметров территориального лесопромышленного комплекса;

выявление резервов расширения сырьевой базы за счет местных лесных ресурсов;

определение величины, производственных ресурсов на освоение резервов расширения сырьевой базы;

обоснование оптимальной структуры и размещения перерабатывающих производств в районе;

установление потребности в производственных ресурсах на развитие деревообрабатывающих производств;

обоснование сроков ввода в действие дополнительных мощностей на лесозаготовках и в деревопереработке;

оценка эффективности создания территориального лесопромышленного комплекса на базе региональной целевой программы по комплексному использованию лесных ресурсов.

Общая цель подпрограммы — максимально возможное удовлетворение потребностей ленинградского региона (и страны в целом) в древесине и продуктах ее переработки за счет использования местных сырьевых ресурсов. Для реализации поставленной задачи в подпрограмме определены следующие основные направления:

разработка мероприятий по повышению продуктивности лесных ресурсов, обоснование нормативов лесопользования;

интенсификация лесохозяйственного производства и организация многоцелевого использования лесных ресурсов;

комплексное рациональное использование лесосечного фонда и древесного сырья;

создание и внедрение безотходных, ресурсосберегающих технологий, снижение потерь в производстве и транспорте;

комплексная механизация и автоматизация производства, внедрение ГАП, робототехники и вычислительной техники;

повышение производительности труда за счет технического прогресса, внедрение современных технологий и проведение организационных мероприятий;

повышение качества продукции;

совершенствование форм организации производства на базе его концентрации, комбинирования, специализации и кооперирования;

совершенствование хозяйственного механизма управления производством и хозяйственного расчета;

подготовка кадров рабочих и инженеров;

развитие социально-бытовой инфраструктуры;
охрана окружающей среды.

Основные направления включают в себя в общей сложности 165 заданий, 47 из них приходится на повышение производительности труда, комплексную механизацию и автоматизацию производства, техническое перевооружение, внедрение средств вычислительной техники. В 25 заданиях предусмотрено создание и внедрение безотходных, ресурсосберегающих технологий, снижение потерь в производстве и транспорте.

В настоящее время задания доведены до исполнителей, где согласуются возможности их выполнения с учетом выделяемых отраслевыми министерствами финансовых ресурсов.

Предварительные расчеты показывают, что отрасли лесного комплекса области к 1990 г. имеют возможность при реализации запланированных мероприятий: достигнуть роста товарной продукции на 40 %, повысить производительность труда на 35 %, использование всех видов отходов — на 10 %, в том числе на технологические нужды в 2 раза, уровень механизации труда — на 5 %, автоматизации в деревообработке — в 2 раза, долю продукции высшей категории качества — с 21,2 до 30,3 %, значительно улучшить социальные условия труда и быта, обеспечить более эффективные меры по охране окружающей среды.

За счет комплексного и рационального использования лесных ресурсов и увеличения объемов лесопользования существенно возрастет загрузка действующих мощностей, снизится потребление привозного сырья.

Заметно улучшится структура капитальных вложений, выделенных на двенадцатую пятилетку, где 70 % ресурсов предполагается направить на реконструкцию и модернизацию, около 10 % — на развитие социально-бытовой инфраструктуры и охрану окружающей среды.

Основной эффект в достижении конечных результатов предполагается получить за счет проведения организационных мероприятий, увеличения концентрации производства, развития межотраслевых связей, совершенствования форм организации труда, создания в области комплексных лесных предприятий.

Создание комплексных лесных предприятий, как показывают расчеты, только за счет экономии накладных расходов и совершенствования структуры управления и лесоснабжения даст эффект около 5,0 млн. р. при одновременном высвобождении работников.

Внедрение безотходных и ресурсосберегающих технологий, полное использование вторичных материальных ресурсов позволит увеличить выпуск древесностружечных плит до 200—250 тыс. м³ и древесноволокнистых плит до 18—20 млн. м² на базе существующих и запланированных новых мощностей. Срок окупаемости затрат на реализацию данных мероприятий с учетом сокращения транспортных расходов составит 5—6 лет, при этом в области будет решена проблема использования вторичных материальных ресурсов, включая древесину, получаемую при проведении мелиоративных работ.

При разработке мероприятий по полному использованию вторичных материальных ресурсов широко использован опыт работы объединений Югмебель, Центромебель и Киевдрев, отмеченный Постановлением ЦК КПСС от 18 февраля 1985 г. В программе также учтен опыт работы по безотходной технологии в Ивано-Франковской области и Эстонской ССР, где выход товарной продукции с 1 га лесной площади составляет соответственно 360 и 250 р.

УДК 658.155.001.57

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО РАСЧЕТА КОМПЛЕКСНЫХ ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. С. КОЛОСОВ, Н. И. КОЖУХОВ

Московский лесотехнический институт

В настоящее время развитие комплексного лесного хозяйства сдерживается отсутствием хозрасчетных отношений между цехами за исключением некоторых передовых предприятий и объединений страны. Поэтому выявление условий широкого внедрения внутрихозяйственного расчета с помощью экономико-математических моделей имеет важное практическое значение.

Рассмотрим предприятие, состоящее из цехов лесовыращивания (ЛВ), лесозаготовок (ЛЗ) и деревообработки (ДО). нас будет интересовать экономический аспект прохождения по цепочке цехов ЛВ — ЛЗ — ДО получаемой из лесного сырья обезличенной продукции (в дальнейшем — продукции).

Введем следующие показатели:

- k_i — коэффициент переработки, определяющий количество единиц продукции i -того цеха, необходимое для производства единицы продукции следующим цехом;
 Z_i, S_i, Π_i, C_i — затраты, себестоимость, прибыль и цена единицы продукции i -того цеха;
 p_i — процент прибыли к себестоимости, выраженный в долях единицы.

Цена продукции складывается из ее себестоимости и прибыли

$$C_i = S_i + \Pi_i. \quad (1)$$

Себестоимость также имеет две составляющие — стоимость сырья и производственные затраты. В рассматриваемом случае сырье является продукцией предшествующего цеха и потому его стоимость определяется ценой продукции цеха-поставщика. Цех ЛВ занимает особое, изначальное положение, и для него стоимость сырья равна нулю. Для производства единицы продукции цеху ЛЗ требуется k_1 единиц продукции цеха ЛВ, а цеху ДО — k_2 единиц продукции цеха ЛЗ. Отсюда получаем формулы для расчета себестоимости единицы продукции

$$S_1 = Z_1; \quad S_2 = k_1 C_1 + Z_2; \quad S_3 = k_2 C_2 + Z_3. \quad (2)$$

Поскольку по определению процента прибыли

$$\Pi_i = p_i C_i, \quad (3)$$

в итоге имеем

$$C_1 = Z_1 + p_1 C_1; \quad C_2 = k_1 C_1 + Z_2 + p_2 C_2; \quad C_3 = k_2 C_2 + Z_3 + p_3 C_3. \quad (4)$$

В системе внутрихозяйственного расчета цены C_1 и C_2 по существу условные в отличие от цены конечной продукции C_3 , которая в дальнейшем полагается неизменной и заданной величиной. На первом этапе условные цены будем считать также заданными.

Для производства единицы конечной продукции цех ДО должен получить k_2 единиц продукции от цеха ЛЗ. В свою очередь, для производства k_2 единиц продукции цеху ЛЗ необходимо $k_1 k_2$ единиц продукции цеха ЛВ. Отсюда следует, что в расчете на единицу продукции прибыль предприятия составляет:

$$\Pi = C_3 - k_1 k_2 Z_1 - k_2 Z_2 - Z_3. \quad (5)$$

Из этой общей суммы средств на долю цехов ЛВ, ЛЗ и ДО приходится

$$D_1 = k_1 k_2 \Pi_1 / \Pi; \quad D_2 = k_2 \Pi_2 / \Pi; \quad D_3 = \Pi_3 / \Pi. \quad (6)$$

Данный показатель определяет вклад каждого цеха в создание прибыли всего предприятия через ее долевое распределение между всеми цехами. Поэтому его практическое применение может стимулировать внедрение внутривозвратного расчета [1].

Вводя в рассмотрение производственные затраты (ПЗ), нельзя оставить в стороне такие мощные факторы, как производительность труда (ПТ) и техническая оснащенность (ТО).

Обозначим:

T_i и M_i — уровень ПТ и ТО i -того цеха;

$t_i = (T_i - T_i^0) / T_i^0$ — относительное повышение ПТ i -того цеха до уровня T_i по сравнению с фактическим уровнем T_i^0 ;

$m_i = (M_i - M_i^0) / M_i^0$ — аналогичный показатель для ТО;

q_i и r_i — относительные сокращения ПЗ при увеличении t_i и m_i на 1 %;

f_i — повышение показателя t_i , отвечающее увеличению m_i на 1 % (вторая составляющая);

u_i и v_i — затраты i -того цеха на повышение ПТ и ТО на 1 % в расчете на единицу продукции;

Φ — фонд развития производства в пересчете на единицу продукции предприятия.

Используя введенные показатели, можно записать:

$$(Z_i - Z_i^0) / Z_i^0 = -q_i(t_i + f_i m_i) - r_i m_i + u_i t_i + v_i m_i, \quad (7)$$

где Z_i^0 — фактические ПЗ i -того цеха в настоящий момент.

Здесь первые два члена определяют сокращение ПЗ при повышении ПТ и ТО. Причем второе слагаемое в скобках характеризует рост ПТ, обусловленный повышением уровня ТО. Два последних члена выражают стоимость мероприятий по повышению ПТ и ТО. При достаточно малых t_i и m_i , а на практике они именно таковы, соотношение (7) можно рассматривать как линейную аппроксимацию нелинейной зависимости.

Поскольку возможности цехов относительно повышения ПТ и ТО ограничены, как и фонд развития производства, то равенство (7) следует дополнить условиями:

$$0 \leq t_i \leq a_i; \quad 0 \leq m_i \leq b_i; \quad i = 1, 2, 3; \quad (8)$$

$$k_1 k_2 (u_1 t_1 + v_1 m_1) + k_2 (u_2 t_2 + v_2 m_2) + u_3 t_3 + v_3 m_3 \leq \Phi. \quad (9)$$

Неотрицательность показателей t_i и m_i обусловлена естественным требованием, не допускающим понижения расчетных уровней ПТ и ТО по сравнению с их фактическими уровнями. Фонд развития производства можно представить в виде двух компонент, одна из которых представляет отчисления от прибыли:

$$\Phi = \Phi_0 + \omega \Pi,$$

где ω — коэффициент отчисления.

С учетом (3) и (6)

$$\Phi = \Phi_0 + w(k_1 k_2 p_1 C_1 + k_2 p_2 C_2 + p_3 C_3). \quad (10)$$

Такой подход позволяет моделировать замкнутую систему функционирования предприятия — его финансирования и развития за счет собственных средств.

В настоящее время все три сферы деятельности предприятий лесного хозяйства различаются по уровню развития, вследствие чего эффективность производства в цехах ЛВ, ЛЗ и ДО заметно различается. В то же время имеется ряд веских оснований утверждать, что признаком оптимальности функционирования промышленного объекта является одинаковая эффективность работы его подразделений. В частности, в [2] показано, что при определенных условиях оптимальный план производства товарной продукции предприятиями областного управления этим свойством обладает.

Эффективность производства будем измерять величиной

$$\mathcal{E}_i = \Pi_i / S_i. \quad (11)$$

Используя (1) и (3), нетрудно показать, что:

$$\mathcal{E}_i = p_{il}(1 - p_i). \quad (12)$$

Назовем цены сбалансированными, если имеет место равенство или по крайней мере достаточная близость значений показателя эффективности производства для всех цехов. Согласно выражению (12), этому условно эквивалентно равенство или близость процента прибыли.

Обобщением признака сбалансированности цен является требование максимальной совокупной близости процента прибыли для всех цехов

$$|p_1 - p_2| + |p_1 - p_3| + |p_2 - p_3| \rightarrow \min. \quad (13)$$

Нетрудно показать, что данное выражение по сути дела — линейный критерий оптимальности. Введем переменные x_{ij} и y_{ij} , означающие, насколько p_i соответственно меньше и больше p_j . Тогда критерий (13) эквивалентен следующей системе соотношений:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=i+1}^3 (x_{ij} + y_{ij}) \rightarrow \min;$$

$$p_i - p_j + x_{ij} - y_{ij} = 0; \quad i = 1, 2; \quad j = i + 1, 3;$$

$$x_{ij} \geq 0; \quad y_{ij} \geq 0; \quad i = 1, 2; \quad j = i + 1, 3.$$

Условия (4, 7—10, 13) при фиксированных ценах образуют модель линейного программирования, которая помогает проанализировать настоящее положение дел и оценить возможность выравнивания уровней развития цехов, оперируя только составляющими фонда развития производства.

Предположим теперь, что в результате расчетов по данной модели процент прибыли для всех цехов оказался одинаковым. Тогда следующий этап совершенствования системы внутривладельческого расчета заключается в следующем. Поскольку развитие цехов осуществляется в значительной мере за счет отчислений от прибыли, то естественно потребовать, чтобы процент прибыли был не только единым для всех цехов, но и максимальным в сложившихся условиях. Полагая в системе ограничений (4, 7—10) $p_1 = p_2 = p_3 = p$ и дополняя ее критерием оптимальности

$$p \rightarrow \max, \quad (14)$$

получаем линейную модель максимизации процента прибыли.

Структура рассмотренных моделей такова, что, используя равенства (4), можно исключить неизвестные z_i из остальных ограничений. Поэтому управляющими параметрами по существу являются относительные приросты t_i и m_i . Отсюда следует, что модели указывают оптимальные приросты $ПТ$ и $ТО$ цехов, обеспечивающие максимальную близость процента прибыли либо максимум его величины.

Все предыдущие построения были основаны на предположении заданности и неизменности не только реальных, но и условных цен. Если же поставить цель — установить сбалансированные условные цены, то простой механизм их расчета дает использование соотношений (4) с единым для всех цехов процентом прибыли совместно с требованием максимальности последнего. Выразив из первого равенства условную цену C_1 и подставив ее в последующие соотношения и проделав аналогичную процедуру с ценой C_2 , получаем уравнение третьей степени относительно процента прибыли:

$$F(p) = C_3(1-p)^3 - Z_3(1-p)^2 - k_2 Z_2(1-p) - k_1 k_2 Z_1 = 0. \quad (15)$$

Поскольку степень этого уравнения нечетна, то оно имеет по крайней мере один действительный корень. Выберем максимальный из них

$$p = \max \{p_i : F(p_i) = 0\}. \quad (16)$$

Если $p > 0$, то задача решена, поскольку в соответствии с (4):

$$C_1 = Z_1/(1-p); \quad C_2 = (k_1 C_1 + Z_2)/(1-p). \quad (17)$$

Противное означает, что существующие условия не допускают установления единого процента прибыли.

Модель (15—17) имеет самостоятельное значение. Вместе с тем она органично увязывается в комплекс с моделью (4, 7—10, 14). При

Показатель	Цех		
	ЛВ	ЛЗ	ДО
Z_i^0	9,0	17,0	19,0
C_i^0	12,0	40,0	110,0
∂_i^0	33,3	12,7	36,5
p_i^0	25,0	11,3	26,7
q_i	4,0	2,5	1,5
r_i	0,8	1,4	2,7
f_i	1,0	1,4	1,6

этом первая модель дает сбалансированные цены, использование которых во второй модели позволяет максимизировать процент прибыли с более точным учетом имеющихся возможностей.

По рассмотренным моделям были проведены экспериментальные расчеты. Представленные в таблице исходные данные являются ориентировочными оценками средних величин, установленными экспертным путем. Денежные средства выражены в рублях, а относительные величины — в процентах. Затраты на повышение $ПТ$ и $ТО$ приняты равными

нулю для усиления роли ограничений (8) и более яркого проявления потребностей цехов, не стесненных условием (9) и отвечающих оптимальности предприятия в целом. Ограничения возможностей цехов полагаются одинаковыми $a_i \equiv b_i \equiv 3\%$. Равными считаются также коэффициенты переработки $k_1 = k_2 = 1,54$.

Уже первый взгляд на таблицу исходных данных обнаруживает, что фактический процент прибыли цеха ЛЗ заметно ниже, чем у других цехов. Данный факт указывает на значительный дисбаланс заданных цен, а также на то, что причиной этому является цех ЛЗ как наиболее слабое звено в производственной цепочке ЛВ — ЛЗ — ДО, находящееся в экономически наименее выгодных условиях (вследствие несоответствия «закупочных» и «отпускных» цен).

Попытка построить взаимоотношения цехов на базе единого процента прибыли при заданных ценах с помощью модели (4, 7—10, 13) успеха не имела, поскольку при этом оказалось, что $p_1 = 25,0\%$, $p_2 = 20,7\%$, $p_3 = 26,7\%$.

Поэтому следующим шагом было применение модели (15—17) с целью пересмотра условных цен. В нашем случае уравнение (15) имеет единственный положительный корень $p = 21,2\%$. Соответствующие ему сбалансированные цены таковы: $C_1 = 11,42$; $C_2 = 43,89$. Теперь картина совершенно иная — условия экономической зависимости цехов выравнены и $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 = 26,9\%$. Интересный результат дает использование показателя (6): $D_1 = 13,2\%$; $D_2 = 33,0\%$; $D_3 = 53,8\%$. Таким образом, равенство фондоотдачи цехов, как и следовало ожидать, отнюдь не означает равенства их вклада в создание прибыли предприятия в целом.

Расчеты по модели (4, 7—10, 14) выявили возможность увеличения процента прибыли до $24,7\%$ за счет повышения $ПТ$ в цехе $ДО$ на 3% и уровня $ТО$ в цехах $ЛВ$, $ЛЗ$ и $ДО$ соответственно на $0,9$; $1,9$ и 3% . Отсюда следует вывод, что в целях повышения эффективности производства в отношении $ПТ$ основное внимание должно быть уделено цеху $ДО$, а в плане $ТО$ — в первую очередь цеху $ДО$, затем цеху $ЛЗ$ и уже только потом цеху $ЛВ$. Данный пример показывает, что определение характера и размера потребностей цехов способствует выявлению слабых сторон хозяйственного механизма предприятия и выработке рекомендаций по его совершенствованию.

Содержательный анализ результатов экспериментальных расчетов позволяет сделать следующее заключение. Использование предложенных моделей для конкретного предприятия помогает с позиций системного подхода определить размеры усилий по повышению $ПТ$ и $ТО$, обеспечивающие максимум народнохозяйственного эффекта в плане выравнивания уровней развития цехов, сбалансировать условные цены на базе единого и максимального процента прибыли, оценить возможность и перспективы внедрения внутрихозяйственного расчета.

Рассмотренные модели могут быть применены для решения аналогичных задач на более высоком уровне, например, для производственного объединения. Эти модели, разумеется, не исчерпывают, а скорее иллюстрируют возможности экономико-математического моделирования в области внутрихозяйственного расчета.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кожухов Н. И. Внутрихозяйственный расчет на предприятиях лесного хозяйства.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 168 с. [2]. Кожухов Н. И., Колосов В. С. Динамическая модель оптимизации распределения денежных средств на производство товарной продукции в лесном хозяйстве.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 4, с. 107—114.

Поступила 11 февраля 1985 г.

УДК [630*86 + 676].003.1

ПОТРЕБНОСТИ В ДРЕВЕСНОМ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОДУКЦИИ КОНЕЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ)

В. С. СОМИНСКИЙ, Г. А. БАБИНСКИЙ

Ленинградский технологический институт ЦБП

Для того чтобы научно обосновать потребности в древесине и в объеме ее заготовок, необходимо исходить из конечного потребления и потребности самой лесной промышленности. Конечное потребление древесины имеет различные формы. Это мебель, древесноволокнистые

и древесностружечные плиты, фанера, детали и узлы, используемые в капитальном строительстве, спички, карандаши, тара. Применительно к целлюлозно-бумажной продукции это книги, журналы, газеты и другие печатные издания, а также писчая бумага, санитарно-гигиенические изделия, обои, упаковочная бумага, тарный и коробочный картон и др.

Печатные издания — одна из наиболее важных форм удовлетворения социальных потребностей. В СССР издается ежегодно около 2 млрд. экземпляров книг и брошюр, более 3 млрд. экземпляров журналов и других периодических изданий, более 40 млрд. экземпляров газет [2, с. 488]. Наш народ заслуженно считается самым читающим в мире. Тем не менее, потребности советских людей в книгах, газетах и журналах удовлетворены далеко не полностью. Для перспективного планирования и прогнозирования развития целлюлозно-бумажной промышленности, обеспечивающей полиграфию печатной бумагой, и, соответственно, определения потребности в древесине, необходимо установить потребности в предмете конечного потребления, в нашем случае — в полиграфической продукции. Тогда можно определить количество бумаги, необходимое для ее производства, и поставки древесины для изготовления этой бумаги.

Потребность в печатной продукции определяется растущим уровнем культуры населения СССР. Но приведенные выше цифры характеризуют, конечно, не потребности, а потребление. Для того чтобы установить степень соответствия этих двух социально-экономических категорий, необходимо выразить потребности количественно. По мнению большинства советских экономистов, потребности членов социалистического общества подразделяются на действительные и абсолютные. Действительные потребности складываются под воздействием достигнутого на данный момент уровня производства, абсолютные (их называют также перспективными) соответствуют последним достижениям научно-технического прогресса. Абсолютные потребности подлежат удовлетворению в более или менее отдаленном будущем. Применительно к полиграфической продукции можно принять, что потребности, сложившиеся на основе существующих изданий (их объема, тематического характера, иллюстративности, красочности и пр.) и есть действительные.

Их прогнозирование может быть осуществлено на основе нормативного метода. Прогнозирование же абсолютных потребностей должно учитывать, наряду с достижением определенной количественной обеспеченности печатной продукцией, также и повышение ее качественных характеристик: увеличение числа страниц в газетах, рост тематического разнообразия периодических изданий, красочности иллюстраций и пр.

Несомненно, принятые допущения в достаточной мере условны, однако они необходимы для дальнейших рассуждений и примеров. Воспользуемся нормативным методом для установления количественного уровня потребности в газетах.

В 1979 г. средний размер семьи в СССР составил 3,5 чел. [1, с. 101]. Поскольку этот показатель изменяется очень медленно, то с большой долей вероятности можно принять, что и в 1983 г. он сохранился на том же уровне. Тогда, исходя из численности населения в СССР в 1983 г. — 272,5 млн. чел. [2, с. 6], получим ориентировочное число семей в СССР — 78 млн.

Каждая семья может выписывать центральную, местную, специальную (профессиональную) и детскую (молодежную) газету. Получается четыре газеты на семью. Учитывая, что этот набор выпишет не каждая семья, примем норму потребления три газеты на семью. Тогда годовой тираж газет для одной семьи, при среднем их выпуске 6 раз в неделю, составит $6 \cdot 52 \cdot 3 = 936$ газет. Для 78 млн. семей потребуется $78 \cdot 936 = 73$ млрд. газет в год.

Таким образом, современный годовой тираж удовлетворяет действительные потребности в газетах на 55 %. С учетом потребности библиотек (а их в стране около 330 тыс.), предприятий, организаций и зарубежных подписчиков степень удовлетворения потребности несколько меньше.

Рассмотрим потребность в журналах. В настоящее время в СССР издаются журналы и другие периодические издания более чем пяти тысяч наименований. Однако значительное их число носит узковедомственный характер и удовлетворяет скорее производственные, чем личные потребности. С другой стороны, многие специальные издания представляют интерес и для широкого читателя, их читают не только профессионалы, но и многие любители. Это, например, журналы «Охота и охотничье хозяйство», «Коневодство и конный спорт» и др. По результатам предпринятого нами статистического обследования, число периодических изданий, которые можно отнести к массовым, удовлетворяющим личные нужды населения, составляет около 100 (наименований), выходящих в среднем 12 раз в год. Разовый тираж одного журнала равен в среднем 0,7 млн. экз.

Если принять, что одна из двух семей выписывает общественно-политический, литературно-художественный, научно-популярный, спортивный или молодежный журнал, то получится по 1,5 периодического издания на семью. Добавим еще 0,5 журнала с учетом таких распространенных интересов, как филателия, фотография, туризм, эстрадная музыка (издание журналов «Филателия», «Советский туризм», «Советская эстрада» и пр.). Тогда получим норму 2 журнала или иных периодических издания на семью в год. В этом случае необходимый тираж (потребности в тираже журналов и иных периодических изданий): $78 \text{ млн.} \cdot 12 \cdot 2 = 1,9 \text{ млрд. экз./год.}$

Таким образом, действительные потребности в журналах удовлетворяются тиражом наиболее массовых журналов менее чем на 50 %, в то же время общий тираж журналов и других периодических изданий превышает действительные потребности в 1,8 раза.

Нормативный метод дает возможность установить количество первичных ресурсов, необходимых для удовлетворения конечных потребностей. Покажем это на примере потребности в газетах. Как уже указывалось, в 1982 г. в СССР было издано около 40 млрд. газет. При этом потребление газетной бумаги составило около 1,2 млн. т в год. Расчет потребностей в газетах показал, что годовой их тираж должен быть равен 73 млрд. Принимая расход газетной бумаги на 1 млрд. газет на уровне 1982 г. (т. е. не предусматривая увеличения формата газетных изданий и числа страниц в них), рассчитаем потребность в хвойной древесине для их производства. Примем норму потребления волокнистых полуфабрикатов на производство газетной бумаги на современном уровне. По отчету на 1984 г., передовое предприятие по выпуску газетной бумаги — Кондопожский ЦБК израсходовало на 1 т газетной бумаги 1060 кг волокна, из них 80 % — дефибрерной древесной массы и 20 % — целлюлозы. На производство 1 т древесной массы расходуется 2,6 м³ еловых балансов. Таким образом, мы располагаем системой взаимосвязанных нормативов, позволяющих рассчитать количество еловых балансов, необходимых для удовлетворения потребностей в газетах при существующей технологии производства газетной бумаги. Это количество будет равно: $73 \cdot 30 \cdot 1,060 \cdot 0,80 \cdot 2,6 = 4,8 \text{ млн. м}^3$.

Если же учесть необходимость сохранения экспорта газетной бумаги на современном уровне, то потребление древесины на производство древесной массы для газетной бумаги значительно превысит 5 млн. м³. По данным на 1985 г., потребность в елово-пихтовых балансах для

нужд ЦБП составит 18,8 млн. м³, в том числе на производство древесной массы — 5,7 млн. м³, сульфитной целлюлозы — 13,1 млн. м³. Около 60 % древесины, потребляемой на производство древесной массы, направляется на изготовление газетной бумаги. Если ориентироваться на полное удовлетворение потребностей в газетах, придется израсходовать на газетную бумагу почти всю эту древесину.

В условиях дефицитности еловой древесины приведенный расчет наглядно выявляет необходимость переориентации производства газетной бумаги на иные виды волокнистых полуфабрикатов и, следовательно, на иные виды древесного сырья.

Таким образом, оценка наличных ресурсов сырья с точки зрения конечного потребления позволяет не только выявить необходимое количество ресурсов, но и установить направления развития технологии их переработки. Прогнозирование уровня конечных потребностей особенно важно для лесоперерабатывающих подотраслей с точки зрения как комплексной переработки древесины, так и удовлетворения взаимосвязанных потребностей.

Чтобы оценить рациональность лесопотребления со стороны конечных потребностей, нужна система взаимосвязанных нормативов. Так, для установления количественного уровня и действительных, и абсолютных потребностей в печатной продукции нужны прежде всего научно обоснованные нормативы потребления газет и журналов на семью или на душу населения. Для оценки потребности таким методом должна быть проделана большая работа по социологическому обследованию различных возрастных и социальных групп населения, а также по исследованию спроса на полиграфическую продукцию. Не менее сложно правильно интерпретировать собранные статистические данные. Для верификации потребности, полученной на основе использования нормативов, могут служить корреляционные зависимости между выпуском полиграфической продукции и такими показателями, как денежные доходы населения, фонд свободного времени, число лиц с высшим и средним образованием и т. п.

Иное содержание расчетов, но принципиально такая же их схема применимы для определения потребности в древесине для изготовления мебели, обоев, древесноволокнистых плит, строительных деталей и узлов и т. п.

Определение действительных потребностей должно базироваться на их социологическом изучении.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Киселева Г. П., Кваша А. Я. О чем рассказывают переписи населения.— М.: Финансы и статистика, 1983. [2]. Народное хозяйство СССР в 1982 г.: Статистический ежегодник.— М.: Финансы и статистика, 1983.

Поступила 11 марта 1985 г.

УДК 676 : 658.012.011.56

АПРОБАЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦБП

Т. А. КОКОРЕВА

Ленинградский технологический институт ЦБП

С точки зрения кибернетики процесс принятия управленческих решений представляет собой процесс, состоящий из ряда этапов. В данной статье отражены вопросы анализа руководителем исходной информации и диагностики состояния объекта управления — предприятия целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП).

Современное предприятие, в том числе и в ЦБП, может быть описано различными характеристиками, отражающими все стороны его деятельности.

К характеристикам, играющим наиболее значительную роль в процессе принятия решений, можно отнести технико-экономические показатели (ТЭП), например рентабельность, прибыль, себестоимость, затраты на 1 р. товарной продукции, материалоемкость, нормативная чистая продукция, рост производительности труда и др.

Проведенные исследования позволили выявить ряд особенностей технико-экономических показателей деятельности предприятий ЦБП, открывающих возможность создания метода апробации управленческих решений с применением электронно-вычислительной техники. Эти особенности следующие:

деление всех технико-экономических показателей на исходные, промежуточные и результирующие;

возможность структуризации технико-экономических показателей на основе алгоритма их расчета;

свойство совокупности исходных показателей образовывать оптимальную базу для расчетов определенного состава результирующих показателей, являющуюся единой для различных уровней управления;

наличие информационной связи между всеми технико-экономическими показателями;

возможность рассмотрения технико-экономических показателей как взаимосвязанных элементов системы.

Теперь сформулируем основные положения метода апробации управленческих решений на ЭВМ:

так как любой технико-экономический показатель имеет числовое значение, то он может быть рассмотрен как координата, определяющая положение системы в n -мерном пространстве;

любое управленческое решение, влияя хотя бы на один показатель, в конечном итоге влияет на положение системы в n -мерном пространстве технико-экономических показателей;

диагностика состояния системы становится возможной в результате анализа информации руководителем и точного определения места объекта управления в n -мерном пространстве, описанном технико-экономическими показателями;

перемещение системы в запланированную точку пространства, соответствующую плановым значениям показателей.

Технико-экономические показатели могут быть оптимизированы по многим критериям. Для разработки этих критериев необходимо сформулировать общую цель оптимизации. Последнее положение метода апробации и является целью управленческого решения, которая достигается изменением значений ТЭП.

Для реализации этого метода на ЭВМ необходимо, в первую очередь, исследовать структуру всех технико-экономических показателей, а точнее, их алгоритмическую структуру. В качестве примера рассмотрим алгоритмическую структуру показателя материалоемкости (в стоимостном выражении) продукции целлюлозно-бумажной промышленности, представленную на рис. 1.

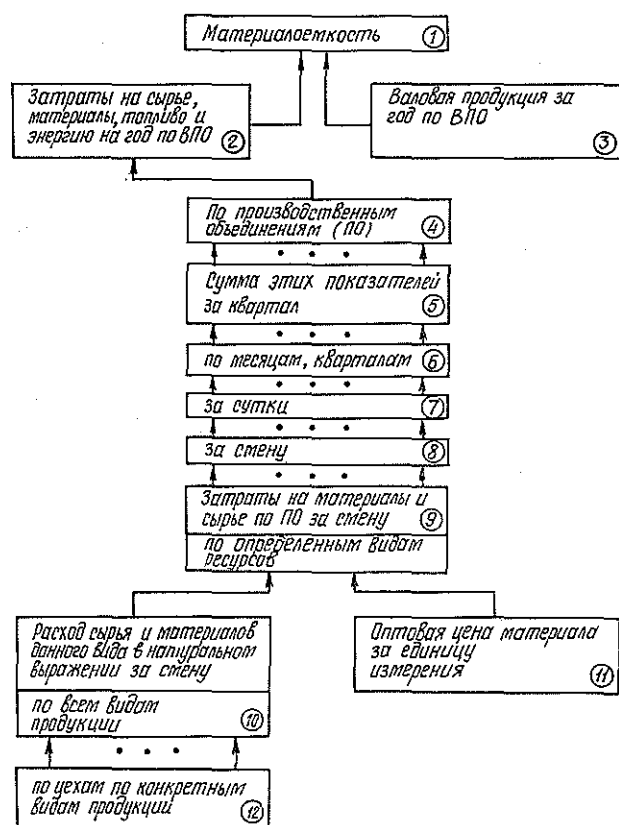


Рис. 1.

Приведенная алгоритмическая структура позволяет выявить результирующий показатель 1, промежуточные показатели 2, 4—10, исходные показатели 3, 11, 12. Исходя из алгоритмической структуры, показатель материалоемкости изменяется в зависимости от значения показателя 12, который имеет наибольшую частоту возникновения, т. е. меняется ежемесячно. Так как показатели 3 и 11 имеют свою сложную алгоритмическую структуру, возникает возможность сосредоточить внимание при управлении материалоемкостью только на показателе 12, что приведет к значительному сокращению информации, которая подлежит анализу и обработке при принятии управленческого решения.

В настоящее время в практике работы промышленности показатель 12 не используется, хотя именно для него известны функции распределения и соответствующие параметры, которые позволяют сформулировать и решить две основные задачи метода апробации управленческих решений на ЭВМ.

Первая задача состоит в изменении значения показателя 12, чтобы показатель 1 достиг заданной величины. Таким образом, управленческое решение, направленное на снижение показателя материалоемкости, должно затрагивать только показатель 12.

Вторая задача состоит в том, чтобы выяснить, как будут меняться результирующие показатели, если функция показателя меняется заданным образом. Для решения этой задачи, кроме алгоритмической структуры результирующего показателя, необходимо знать статистические характеристики исходных технико-экономических показателей. Исходя из положений метода апробации, можно формализовать процесс управляющего воздействия следующим образом.

Конечная цель любого управляющего воздействия применительно к производственной единице заключается в том, чтобы положительно изменить состояние этого предприятия как объекта управления. Состояние объекта может быть задано набором взаимно независимых параметров, описывающих его. Значения этих параметров позволяют определить положение объекта в пространстве как точки, координаты которой соответствуют числовым значениям параметров. Совокупность N независимых параметров образует n -мерное пространство, положение предприятия в котором характеризуется координатами точки, т. е. значениями параметров.

Например, для параметра — оптовая цена сульфитной целлюлозы марки Ж-1 (л) и ее себестоимости на Светогорском ЦБК координаты точки будут соответственно равны 310 р. за 1 т I сорта и 227 р. График состояния управляемого объекта представлен на рис. 2.

Предположим, что состояние предприятия (его производственно-хозяйственной деятельности), описанное двумя параметрами, не соответствует желаемому, которое на рис. 2 обозначено как X_1 . Для совмещения точки X_0 с точкой X_1 необходимо приложить управляющее воздействие, представленное на рис. 2 вектором $\overline{X_0X_1}$. Проблема состоит в выборе из многообразия управленческих решений такого, которое точно соответствует вектору $\overline{X_0X_1}$.

Поскольку все технико-экономические показатели представляют собой тесно связанные элементы системы, в практических условиях предприятий без использования «моделей» и ЭВМ трудно предсказать последствия влияния управляющего воздействия на целый ряд технико-экономических показателей. В практической деятельности такой анализ протекает в реальном времени, отчего возникают ошибки управления, приводящие к значительным потерям.

Таким образом, метод апробации позволяет оптимизировать управленческие решения, сократить потери от реализации нерациональных решений.

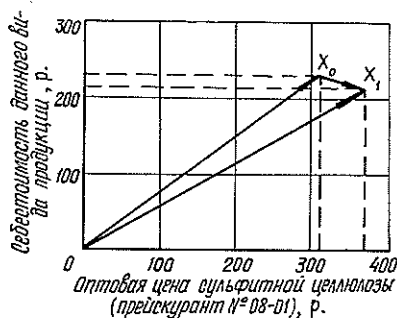


Рис. 2.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*181.51 : 581.192.7

**СТИМУЛЯЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ
ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ
С ПОМОЩЬЮ РОСТОВОЙ ПУДРЫ И ПЧЕЛИНОГО МЕДА**

В. К. БАЛАБУШКА

Центральный республиканский ботанический сад АН УССР

Применение стимуляторов роста для обработки черенков позволяет ускорить корнеобразовательный процесс, улучшить развитие корневой и надземной систем и увеличить выход укорененных черенков [1, 3—5].

В опытах за 1977—1980 гг. по вегетативному размножению древесных интродуцентов летними черенками мы использовали ростовую пудру (100 г талька на 100 мг гетероауксина) и пчелиный мед.

Цель и задачи наших исследований: выявить наиболее перспективные стимуляторы роста, разработать оптимальные способы размножения древесных растений, изучить сроки черенкования.

Черенки обмакивали в порошок ростовой пудры и мед, слегка прикасая нижний срез каждого в отдельности черенка к стимулятору.

Укореняли черенки в парниках холодного типа, заполненных двухслойным субстратом: нижний — 10 см разложившегося торфа, верхний — 3—5 см песка. Во всех опытах использовали 2—15-сантиметровые черенки трудно- и среднеукореняемых пород. В одном варианте испытывали по 15—100 черенков. По 15 черенков брали лишь с калины Карльса, чтобы не допустить истощения единичных экземпляров, со всех остальных видов — по 100 черенков для каждого варианта опыта. Черенки поливали 2—3 раза в день из расчета 10 л воды на 1 м² парника. Температура воздуха в парниках колебалась от 25 до 35 °С, почвы — от 20 до 25 °С. Повторность вариантов в

Порода	Год	Дата заготовки и посадки черенков	Укореняемость черенков, %		
			Контроль	под влиянием стимуляторов	
				Ростовая пудра	Пчелиный мед
Калина Карльса	1977	1 июня	12,0 ± 1,4	0	60,0 ± 2,6
		15 »	6,7 ± 0,6	46,7 ± 2,4	13,3 ± 0,8
	1978	12 »	0	15,0 ± 1,0	27,6 ± 1,2
		30 »	1,5 ± 0,2	15,0 ± 0,8	15,0 ± 1,5
	1979	13 »	0	28,0 ± 2,0	4,0 ± 0,1
		16 июля	12,0 ± 0,5	44,0 ± 3,5	36,0 ± 2,8
1980	22 »	1,0 ± 0,1	25,0 ± 1,6	10,0 ± 0,5	
Гребенщик четырехтычинчатый	1977	1 июня	17,8 ± 1,0	90,0 ± 5,0	20,0 ± 2,1
Сибирка алтайская	1977	14 »	52,0 ± 2,7	64,0 ± 3,5	78,0 ± 2,8
Рододендрон даурский	1977	27 »	0	0	3,3 ± 0,5
	1978	14 »	0	28,4 ± 2,8	8,9 ± 0,5
	1979	14 »	4,0 ± 0,5	4,0 ± 0,2	12,0 ± 0,4
	1977	27 »	78,0 ± 3,6	80,2 ± 3,9	100
Самшит вечнозеленый	1978	22 »	0	0	2,6 ± 0,2
Экзохорда крупноцветная	1978	28 »	25,9 ± 2,0	65,0 ± 3,5	55,0 ± 2,5
Гинкго двухлопастной	1978	30 »	24,3 ± 1,5	47,7 ± 2,4	45,3 ± 2,8
Облепиха крушиновая сорт витаминная	1979	13 »	0	28,0 ± 1,5	18,0 ± 1,0
	1979	13 »	16,0 ± 0,5	44,0 ± 2,0	36,0 ± 1,6
Кольквиция прелестная	1980	21 июля	19,8 ± 1,2	33,0 ± 1,5	23,1 ± 1,0
	1979	14 июня	0	48,0 ± 2,0	44,0 ± 1,6
Миндаль трехлопастной	1980	23 июля	0	6,6 ± 0,4	3,3 ± 0,3
	1979	15 июня	3,0 ± 0,2	32,0 ± 1,6	8,0 ± 0,5
Слива растопыренная пурпурная	1979	15 июня	3,0 ± 0,2	32,0 ± 1,6	8,0 ± 0,5
Розовик керриевидный	1980	23 июля	0	20,0 ± 1,0	12,0 ± 0,8
Магония падуболистная	1980	28 »	36,0 ± 2,0	56,0 ± 3,5	64,0 ± 4,0

каждом опыте трехкратная. Результаты опытов обрабатывали методами вариационной статистики [2].

Анализируя данные таблицы, видим, что при использовании ростовой пудры и пчелиного меда в качестве стимуляторов роста процент укореняемости черенков значительно выше, чем у необработанных (в контроле), а именно: с применением ростовой пудры разница в укореняемости черенков существенна ($t > 2$) в 18 опытах, пчелиного меда — в 22 опытах из 24.

Несущественной оказалась разница ($t < 2$) в случае применения ростовой пудры при черенковании калины Карльса (1 июня 1977 г.), сибирки алтайской (14 июня 1977 г.), рододендрона даурского (27 июня 1977 г. и 14 июня 1979 г.), самшита вечнозеленого (27 июня 1977 г.), экзохорды крупноцветной (22 июня 1978 г.), пчелиного меда — для гребенчика четырехтычиночного (1 июня 1977 г.) и кольквиции прелестной (21 июля 1980 г.).

Оптимальные сроки для укоренения испытываемых видов черенкования древесных интродуцентов — июнь — июль (см. табл.).

Большие колебания в укореняемости черенков калины Карльса, рододендрона даурского, облепихи крушиной сорт витаминная, кольквиции прелестной, миндаля трехлопастного в разные годы вызваны резким изменением среднесуточных температур воздуха. В июне 1977—1979 гг. она изменялась от 11 до 31,7 °С, в июле 1980 г. — от 15,1 до 23,4 °С.

Таким образом, испытанные нами как стимуляторы роста ростовая пудра и пчелиный мед могут быть использованы в практике зеленого строительства для вегетативного размножения древесных растений черенками.

Оптимальные сроки черенкования древесных растений — июнь — июль.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 874011 (СССР). Стимулятор корнеобразования древесно-кустарниковых растений/ В. К. Балабушка.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 39. [2]. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований).— М.: Колос, 1968.— 336 с. [3]. Комиссаров Д. А. Биологические основы размножения древесных растений черенками.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 292 с. [4]. Тарасенко М. Т. Размножение растений зелеными черенками.— М.: Колос, 1967.— 352 с. [5]. Турецкая Р. X. Инструкция по применению стимуляторов при вегетативном размножении растений.— М.: АН СССР, 1962.— 72 с.

УДК 630*28

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОБОЧНЫХ ПОЛЬЗОВАНИЙ И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Б. БЕЛОВАШ, П. Н. ЛЬВОВ

Архангельский лесотехнический институт

Заготовка грибов, ягод и других лесных растений — древний промысел сельских жителей. Организация этой работы на промышленной основе в нашей стране широко развернулась во второй половине текущего столетия главным образом на Украине, в Белоруссии, средней полосе России. В Архангельской области она началась с 1968 г., когда при Управлении лесного хозяйства была создана производственно-заготовительная база.

Сырье, прежде всего грибы и ягоды, собирает в основном население и сдает на временные приемные пункты, организуемые в лесничествах. В десяти лесхозах имеются стационарные приемно-грибоварочно-заготовительные пункты, обеспеченные необходимым оборудованием (сушилки ЦС-215, грибоварочные котлы ГК-1 и ЦСК-39).

Центральным предприятием по переработке дикорастущей продукции служит цех Плесецкого лесхоза, построенный в 1973 г. Проектная мощность его 200 тыс. условных банок в год. Цех располагает тремя полуавтоматическими поточными линиями по производству грибов, ягод, соков. В нем применяется безотходная технология переработки клюквы, брусники, черноплодной рябины и других ягод.

Ассортимент побочной продукции леса, заготовку и переработку которой осуществляют лесхозы области, довольно широк. Прежде всего, это заготовка и переработка грибов и ягод, подсочка и переработка березового сока, сбор лекарственного сырья, получение меда, сенокосение. В одиннадцатой пятилетке работники лесного хозяйства начали заниматься и ловлей рыбы. Правда, эта продукция не относится к лесным промыслам, но ловля рыбы ведется на лесных водоемах силами работников лесхозов.

Из грибов в основном заготавливают белые, подосиновки, подберезовики, рыжики, грузди, волнушки, сыроежки и некоторые другие. Из ягод на первом месте стоит

клюква, затем брусника, черника, морошка, рябина и в меньшем количестве другие виды. В последние годы закладываются плантации черноплодной рябины и смородины.

Березовый сок добывается в Плесецком лесхозе, где имеется цех для его переработки. Заготовку лекарственного и другого недревесного сырья в основном ведет население, а приемку выполняют все лесничества (в Архангельском управлении лесного хозяйства их 198). Пчеловодством занимаются Коношский, Каргопольский и Красноборский лесхозы.

Сенокосение ведут практически все лесничества. Используют обычно естественные угодья, которые отличаются низкой производительностью. В последние годы проводят работы по улучшению лугов, расчищая от кустарников, а в ряде случаев и подсевая культурные травы. Ловля рыбы налажена в пяти лесхозах: Лешуконском, Мезенском, Верхнетоемском, Пуксоозерском и Емецком, которые располагают необходимыми орудиями лова и плавсредствами.

Конечная продукция побочных пользований — соленые и маринованные грибы, клюква в сахарной пудре, ягоды брусники, черники, черноплодной рябины и других видов, протертые с сахаром, березовый сок с сахаром, соки и сиропы шиповника и других ягод, а также напитки. Из плодово-ягодного сырья готовят девять видов продукции.

Перед началом заготовительного сезона производственно-заготовительная база через лесхозы устанавливает перспективные площади для заготовки сырья, организует приемные пункты, обеспечивает их тарой и транспортными средствами.

Урожайность грибов и ягод колеблется в значительных пределах и зависит от условий места обитания. Урожай брусники, например, может быть в 10 раз больше на вырубке, чем под пологом сомкнутого сосняка брусничного. Черники заметно больше родится в малосомкнутом древостое, чем на вырубке. Грибов бывает в 5—6 раз больше в березово-осиновых молодняках, чем в спелых ельниках и т. д. Вместе с тем, урожайность связана с погодными условиями. Влажное теплое лето с морозящими дождями благоприятно для развития грибов и менее полезно для ягод. В жаркое сухое лето грибы почти не рождаются. Ягоды больше встречаются на избыточно увлажненных почвах (долгомощные и близкие к ним типы леса).

Обильные урожаи грибов и ягод не имеют строгой периодичности. Более или менее урожайные годы для них наблюдаются через один-два года. В год с обильным урожаем грибов ягод родится обычно меньше. И, наоборот, в ягодные годы грибов бывает мало. Большой урожай и грибов, и ягод в один год — явление очень редкое.

Сравнение урожайности грибов и ягод на Украине [4] и в нашей области [1, 2] указывает, что на юге их родится в 2—5 раз больше, чем в северных условиях. Другая особенность побочных пользований на севере — обширность территории при малой населенности и слабо развитой дорожной сети. Эти показатели очень усложняют работу по развитию побочных пользований. Считается, что наиболее доступны для сбора грибов и ягод площади по 5 км слева и справа от дороги. Поэтому огромные угодья глубинок по-прежнему не будут осваиваться еще длительное время.

Следует обратить внимание на неупорядоченность проведения побочных пользований. Лес открыт для всех. Вот и заготавливают грибы и ягоды заготбазы управления лесного хозяйства, потребкооперация, орсы, Минпищепром, Министерство торговли. Заготовку лекарственного сырья ведет лесное хозяйство, потребкооперация и аптекоуправления. Работа выполняется грубо, без должного контроля. По этой причине на доступных площадях в ряде мест иссякли грибные и ягодные угодья, вырождаются лекарственные травы.

Непосредственно в лесхозах нет специалистов и лиц по организации побочных пользований. Этим вопросом занимаются и без того перегруженные главные лесничества лесхозов. Отсутствие службы прогноза урожая затрудняет эффективный сбор дикорастущих растений. А между тем Архангельский институт леса и лесохимии разработал конкретные рекомендации по этому вопросу [3].

Вследствие отмеченных упущений объемы заготовки побочных продуктов планируются произвольно, без учета их фактической урожайности. В 1979 г., например, планировалось заготовить 200 т ягод, а фактически их заготовлено 0,47 т, в 1983 г. соответственно 130 и 5,4 т, а в 1984 г. получилось наоборот, при плане 130 т фактически было собрано 185 т. Аналогичная картина наблюдается и для грибов. В 1980 г. планировалось заготовить 165 т, а собрали только 1 т, в 1982 г. — 130 т, а получили 17,5 т. Зато в 1983 г. при плане 130 т было получено 160 т продукции.

В результате несоответствия плана с фактической урожайностью заготовка ягод в десятой пятилетке оказалась выполненной лишь на 22,5 %, а грибов — на 29,0 %. В одиннадцатой пятилетке положение с этой продукцией заметно улучшилось. За четыре года план по заготовке ягод выполнен на 65,1 %, а грибов — на 51,4 %.

Не сходясь с планом и получение меда. Вместо запланированных в десятой пятилетке 380 ц фактически получено 182,6 ц (47,4 % к плану), а за 4 года одиннадцатой пятилетки соответственно 103 и 51,8 ц, или 50,3 % плана. Погодные условия сказываются не только на получении взятка, но и на здоровье насекомых.

Для остальной продукции, слабо связанной с характером погоды (лекарственное и техническое сырье, подсочка березового сока), план и фактическая заготовка оказались близкими.

Дальнейшее расширение заготовок побочной продукции леса в данном регионе, на наш взгляд, может быть обеспечено при условии более совершенной организации работ и, прежде всего, путем четкой постановки службы урожая (прогнозирования) дикорастущих растений леса и гибкого планирования объемов заготовок разных видов продукции в связи с ее урожайностью.

В разработанном нами проекте предусматривается введение семи штатных единиц межрайонных специалистов по побочным пользованиям с базовыми центрами в Архангельске, Мезени, Онеге, Вельске, Котласе, Плесецке и Карпогорах. На них возлагается выявление доступных для заготовки грибных и ягодных угодий, организация фенологических наблюдений и прогнозирование урожая. Такая работа позволит поставить побочное пользование на научную основу, значительно повысить заготовку ценного сырья.

Наряду с этим, предусматривается увеличение числа пчелосемей, окультуривание сенокосов, механизация сенокосения. Эти меры быстро окупят затраты и дадут возможность в двенадцатой пятилетке довести валовой выпуск продукции побочных пользований до 4,8 млн. р., что на 47 % больше, чем в предшествующей пятилетке. Таким образом, заметно возрастает вклад лесного хозяйства Архангельской области в увеличение продовольственных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Нормативы затрат на заготовку недревесной продукции леса (грибов и ягод)/ Гослесхоз СССР.— Архангельск, 1983.— 16 с. [2]. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Вологодской области/ Гослесхоз СССР.— Вологда, 1974.— 214 с. [3]. Рекомендации по учету, прогнозированию и сбору недревесной продукции леса/ Арханг. ин-т леса и лесохимии.— Архангельск, 1977.— 42 с. [4]. Телешевский Д. А. Сокровища леса.— Львов: Вища школа, 1974.— 487 с.

УДК 621.87 : 621.86.063.2

К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ БАШЕННОГО КРАНА ПРИ ВЫГРУЗКЕ БРЕВЕН ИЗ ГРЕЙФЕРА

З. Д. ВТЮРИНА

Архангельский лесотехнический институт

В настоящее время на приречных нижних складах лесозаготовительных предприятий Европейского Севера эксплуатируются 50 кранов БКСМ-14ПМ2, оснащенных грейфером ВМГ-5. Ими ежегодно штабелюют и затем сбрасывают на воду в сплав 1 млн. м³ круглых лесоматериалов.

Большинство кранов сбрасывают бревна на воду по передвижному гравитационному лотку. Имеются склады с малым заложением откоса берега (до 3 м) и склады с затопляемыми участками штабелевки бревен, где возможна сброска без применения лотка. В этих случаях сокращение цикла работы крана и повышение его сменной выработки могут быть достигнуты за счет раскрытия груженого грейфера на весу, на высоте 5—15 м над водой (в зависимости от глубины реки на участке сброски).

Ранее краны БКСМ-14ПМ2 с грейфером в промышленности не применяли, поэтому вопрос о таком режиме работы «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» [1] не рассматривали. Для выявления влияния выгрузки бревен из грейфера на весу на динамические нагрузки на крюке и под колесами башенного крана автором проведены исследования при работе крана БКСМ-14ПМ2 с грейфером ВМГ-5 на штабелевке и сброске круглых лесоматериалов на воду в сплав. Момент выгрузки бревен из грейфера в процессе исследования показан на рис. 1.

Для сравнительной оценки динамики крана при выгрузке бревен из грейфера рассматривали следующие варианты разгрузки крюка крана:

- раскрытие грейфера с пачкой бревен на весу;
- выгрузка пачки бревен из грейфера в штабель (рабочий режим);
- выгрузка пачки бревен из стропов в плотный штабель;
- отрыв подвешенной к грейферу увязанной пачки бревен, что равнозначно обрыву замыкающего каната груженого грейфера.

Исследования проведены в производственных условиях приречных нижних складов и лесоперевалочных баз объединения Архангельсклеспром. Изменение нагрузок на крюке и под колесами крана в процессе выгрузки пачки бревен записывали на пленку осциллографа МПО-2 с использованием системы тензодатчиков, усилителя УТЧ-1 и отметчика времени П-104.

Для записи нагрузок на рельсы под колесами крана применяли устройство, представляющее собой тормозной бабмак, в прорезь основания (подошвы) которого установлен упругий элемент с наклеенными на него тензоэлементами. Устройство устанавли-

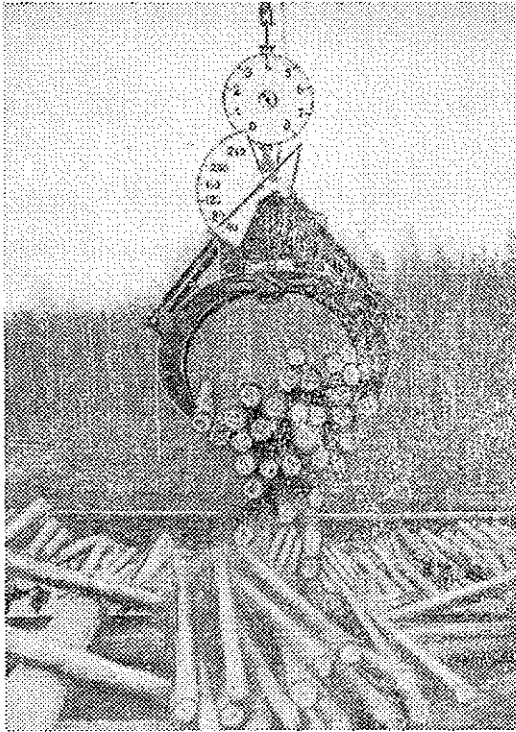
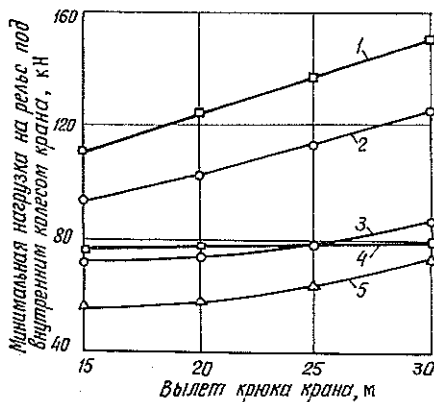


Рис. 1. Рабочий момент выгрузки бревен из грейфера на весу.

мгновенном отрыве пачки бревен от грейфера (рис. 2, кривая 5), что равносильно аварийной ситуации — обрыву замыкающего каната грейфера ВМГ-5. Однако и в этом случае обеспечивается устойчивость крана. Технологически возможный режим — раскрытие челюстей грейфера на весу со скоростью 0,20 м/с. При этом динамическая нагрузка на рельс под внутренним колесом, характеризующая устойчивость крана, незначительно (на 9—12 % при увеличении вылета крюка от 15 до 30 м соответственно) отличается от статической при полном снятии нагрузки с крюка (рис. 2, кривые 3, 4). Положительное влияние на устойчивость крана при выгрузке на весу оказывает наличие на его крюке грейфера весом 15,9 кН (32 % номинальной грузоподъемности крана) и продолжительность выгрузки 2,8—0,8 с для бревен диаметром 8—48 см соответственно.

При выгрузке бревен из грейфера в штабель минимальная нагрузка на рельс под внутренним колесом (кривая 2) на 14—15 %, при увеличении вылета крюка от 15 до 30 м соответственно, ниже статической при номинальной нагрузке на крюке (кривая 1).



ливали на рельс, кран наезжал колесом на устройство таким образом, чтобы линия контакта колеса с датчиком размещалась на середине последнего; точность установки колеса на датчике достигалась с помощью отвеса, нить которого закрепляли в центре торца колеса, и риски на устройстве, соответствующей центральной линии датчика. Кроме того, точность установки колеса на датчике контролировали (при статическом положении груза) отклонением светового пятна на экране осциллографа. Жесткое фиксирование положения колеса на датчике достигалось путем дополнительного зажатия вручную пружины тормоза ходового колеса.

Исследование проводили на прямолинейном горизонтальном участке пути (угол наклона в продольном и поперечном направлениях равен нулю).

В результате исследований установлены динамические нагрузки под колесами крана в зависимости от вылета крюка, вида грузозахватного органа и способа разгрузки. Устойчивость крана характеризуется минимальной нагрузкой на рельс под колесами крана. Установлено, что она возникает под внутренними (ближними к грузовому крюку) колесами крана. Численные значения этих нагрузок приведены на графике (рис. 2).

Из графика видно, что минимальные динамические нагрузки под внутренними колесами имеют место при выгрузке на весу (кривая 5), что равносильно аварийной ситуации — обрыву замыкающего каната грейфера ВМГ-5. Однако и в этом случае обеспечивается устойчивость крана. Технологически возможный режим — раскрытие челюстей грейфера на весу со скоростью 0,20 м/с. При этом динамическая нагрузка на рельс под внутренним колесом, характеризующая устойчивость крана, незначительно (на 9—12 % при увеличении вылета крюка от 15 до 30 м соответственно) отличается от статической при полном снятии нагрузки с крюка (рис. 2, кривые 3, 4). Положительное влияние на устойчивость крана при выгрузке на весу оказывает наличие на его крюке грейфера весом 15,9 кН (32 % номинальной грузоподъемности крана) и продолжительность выгрузки 2,8—0,8 с для бревен диаметром 8—48 см соответственно.

При выгрузке бревен из грейфера в штабель минимальная нагрузка на рельс под внутренним колесом (кривая 2) на 14—15 %, при увеличении вылета крюка от 15 до 30 м соответственно, ниже статической при номинальной нагрузке на крюке (кривая 1).

Рис. 2. Минимальная нагрузка на рельс под ближним к грузовому крюку (внутренним) колесом крана БКСМ-14ПМ2 при исследованных вариантах освобождения крюка от груза в зависимости от вылета крюка.

1, 4 — статическая при нагрузке на крюке соответственно 49 и 0 кН; 2, 3 — при выгрузке бревен из грейфера в штабель и на весу; 5 — при отрыве пачки бревен весом 33,3 кН.

Статистическая обработка приведенных на рис. 2 зависимостей показала вполне удовлетворительную точность результатов исследований: ошибка не превышает 3,71 %, а корреляционная связь между минимальной нагрузкой на рельс под ближним к грузу колесом и вылетом крюка даже в случае экстремальной разгрузки грейфера характеризуется корреляционным отношением 0,911 с ошибкой 0,039 при достоверности 23,4.

Коэффициент грузовой устойчивости крана с грейфером (2,52) выше, чем при работе со стропным комплектом (2,03), так как масса груза (бревен) в грейфере меньше массы бревен в стропах (3,4 против 5,0 т). Коэффициенты собственной устойчивости при работе с грейфером также выше, чем со стропами (3,07 против 2,65). Динамический коэффициент устойчивости от опрокидывания в сторону стрелы при выгрузке из грейфера в штабель (2,54) меньше, чем при выгрузке в штабель из стропов (4,29), однако вполне отвечает требованиям [1]. Коэффициенты динамической устойчивости от опрокидывания в сторону противовеса при всех вариантах работы крана с грейфером также находятся в допустимых пределах (1,97—3,07) и выше, чем при выгрузке из стропов в штабель (1,45 в случае использования чокерного кольца из стали диаметром 20 мм на концах стропов, выдерживаемых из-под пачки бревен).

Результаты исследований позволили сделать вывод, что оснащение крана БКСМ-14ПМ2 грейфером ВМГ-5 не увеличивает динамических показателей по сравнению со стропным комплектом. Во всех случаях работы крана с грейфером, в том числе и при разгрузке грейфера на весу, устойчивость крана находится в допустимых пределах.

Итак, разгрузка грейфера на весу может быть применена в условиях приречных складов (с заложением берегового откоса не более 3 м).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Госгортехнадзор СССР. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.— М.: Металлургия, 1970.— 191 с.

УДК 331.87 : 662.53

О СОИЗМЕРЕНИИ ОБЪЕМОВ СПИЧЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО ТРУДОЕМКОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

А. И. ЖАБКОВА, Г. А. ПЕРМИНОВА

Московский лесотехнический институт

На спичечных предприятиях Минлесбумпрома СССР помимо стоимостного метода исчисления производительности труда применяют условно-натуральный метод, при котором выработка на одного рабочего характеризуется объемом производимой продукции в условных ящиках спичек. Этот метод позволяет наглядно сопоставлять эффективность работы предприятий и выявлять резервы повышения производительности труда с учетом опыта и достижений лучших предприятий и передовых коллективов отрасли. Но наряду с преимуществами этому способу присущи и определенные недостатки, связанные с приведением конкретных видов спичечной продукции к условно-натуральному выражению.

Предприятия Минлесбумпрома СССР выпускают различные виды спичечной продукции, определяемые особенностями исполнения, форматом коробка и его наполнением, а также технологией изготовления. Наряду с применением традиционной технологии изготовления спичечных коробков из шпона, на многих предприятиях отрасли осуществляется переход на изготовление коробков из картона, что позволяет значительно снизить затраты живого труда.

Приведение объемов различной спичечной продукции в условные единицы осуществляется только по одному признаку — по количеству зажигательных единиц, т. е. по наполнению коробка спичками. Условный ящик спичек содержит, согласно ГОСТу, 50 тыс. шт. зажигательных единиц или 1000 коробков по 50 шт. спичек в каждом. Для пересчета объемов спичечной продукции в условные единицы используют коэффициенты приведения, определяемые отношением данного значения наполнения к условному. Например, при наполнении коробка 60 шт. коэффициент приведения равен 1,2. По нашему мнению, условно-натуральное выражение объема спичечной продукции должно учитывать не только признак наполнения, но и другие характеристики: формат, технологию изготовления коробка и исполнения спичек (на экспорт или на внутренний рынок). Критерием сравнения различных видов продукции должен служить единственно объективный измеритель — затраты живого труда.

В качестве сопоставимого измерителя величины затрат труда в производстве выступает удельная нормированная технологическая трудоемкость (НТТ), выражаемая в

нормо-часах. Путем сравнения НТТ одного ящика спичек конкретного вида и одного условного ящика определяются коэффициенты приведения для перевода спичечной продукции в условную.

За условную принимают продукцию, изготовление которой занимает наибольшую долю в трудоемкости выпуска продукции в данной группе. При этом должна быть обеспечена наибольшая возможность сопоставления уровня производительности труда на различных предприятиях. Следуя этим принципам, в качестве условной единицы предпочтительнее принять 1 ящик спичек, формат коробка 3/4 комбинированного изготовления (наружный — из шпона, внутренний — из картона), исполнение — на внутренний рынок (наполнение — 50 шт., 1000 коробков в ящике).

Для обоснованного определения коэффициентов приведения следует также учитывать особенности формирования трудовых затрат по переделам спичечного производства и изменение их в зависимости от применяемой технологии и вида спичечной продукции.

В технологическом процессе производства спичек выделяют отдельные этапы или технологические переделы. Передел включает совокупность операций, после выполнения которых предмет труда принимает вид полуфабриката, пригодного к переработке на следующей стадии технологического процесса, или законченного изделия.

Процесс производства спичек состоит из следующих переделов:

- ПС — подготовка сырья;
- СИ — производство сырой спичечной соломки;
- СИ — производство сухой спичечной соломки;
- СА — изготовление спичек на автомате;
- КН — изготовление наружной коробки;
- КВ — изготовление внутренней коробки;
- КС — изготовление коробка со спичками;
- У — укладка коробков со спичками в пачки и ящики.

Результаты расчетов нормированной технологической трудоемкости спичечной продукции по переделам на деревообрабатывающем комбинате «Балтия», представлены в табл. 1.

Таблица 1

Передел спичечного производства	Нормированная технологическая трудоемкость 100 ящиков спичек, норма-час продукции				
	Формат 3/4	Формат 7/8 (линия «Аренко»)			
		при наполнении, шт.			
	50	60	50	40	30
ПС	5,35	7,51	6,26	5,01	3,76
	5,35	—	6,26	5,01	3,76
СИ	6,81	5,93	4,94	3,95	2,96
	6,81	—	4,94	3,95	2,96
СИ	1,39	2,62	2,18	1,74	1,31
	1,39	—	2,18	1,74	1,31
СА	20,00	11,52	9,60	7,68	5,76
	22,22	—	10,00	8,00	6,00
КН	24,13	22,58	22,58	22,58	22,58
	24,13	—	23,10	23,10	23,10
КВ	4,00	3,20	3,20	3,20	3,20
	4,44	—	3,33	3,30	3,30
КС	32,00	38,40	32,00	25,60	19,20
	32,00	—	33,33	26,66	20,00
У	16,00	25,60	25,60	25,60	25,60
	17,76	—	26,67	26,67	26,67
Итого	109,68	117,36	106,36	95,36	84,37
	114,10	—	109,81	98,43	87,10

Примечание. В числителе — данные для продукции на внутренний рынок; в знаменателе — на экспорт.

На этом комбинате, производящем спички двух форматов коробков, освоена технология выпуска спичек в комбинированных коробках. В качестве условной

здесь принята спичечная продукция формата 3/4, наполнение по 50 шт., на внутренний рынок.

Коэффициенты технологической трудоемкости по остальным видам продукции $K_{НТТ}$ можно определить по формуле

$$K_{НТТ} = НТТ_i / НТТ_y,$$

где $НТТ_i$ — нормированная технологическая трудоемкость спичечной продукции i -того вида;

$НТТ_y$ — нормированная технологическая трудоемкость условной спичечной продукции.

Коэффициенты перевода продукции в условную по ДОКу «Балтия» приведены в табл. 2. Рассчитанные по НТТ коэффициенты перевода, достоверно отражая формирование трудовых затрат на производство выпускаемой продукции, нацеливают предприятие на выпуск экспортной продукции.

Спичечное производство комбината «Балтия» специализировано на выпуске экспортной продукции, браковка которой идет на внутренний рынок. Заказы на экспорт поступают на продукцию низкого наполнения коробка — по 28, 30, 35 и 40 шт. спичек в коробке. При существующей системе пересчета выпуск экспортной продукции низкого наполнения требует больших трудозатрат при низких коэффициентах пересчета. Особенно это относится к продукции наполнения 30 шт. в коробке, для которой размер трудозатрат на 133,3 % выше действующего коэффициента пересчета ($0,80 : 0,6 \times 100$). Поэтому предприятию выгоднее выпускать продукцию более высокого наполнения (60 шт. спичек в коробке), которая идет на внутренний рынок, хотя из-за этого снижается выполнение плана по экспортной продукции. Увеличивая выпуск продукции наполнения 60 шт., предприятие имеет возможность выполнить план по объему продукции с меньшими трудозатратами, так как действующий коэффициент пересчета 1,2 выше действительного соотношения трудозатрат для наполнения 60 шт. в коробке, равного 1,07.

Таблица 2

Наполнение коробка спичками, шт.	Коэффициент перевода спичечной продукции в условную, рассчитанный по нормируемым трудозатратам,		
	Действующий	при формате коробка	
		3/4	7/8
60	1,2	—	$\frac{1,07}{—}$
50	1,0	$\frac{1,00}{1,04}$	$\frac{0,97}{1,00}$
40	0,8	—	$\frac{0,87}{0,90}$
30	0,6	—	$\frac{0,77}{0,80}$

Примечание. В числителе — данные для продукции на внутренний рынок; в знаменателе — на экспорт.

УДК 684.453.001.2

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

А. Х. ААРЕЛАЙД

Таллинское научно-производственное мебельное объединение «Стандарт»

Для более полного удовлетворения спроса населения в изделиях корпусной мебели высокого качества нужно более тщательно выбирать проектные решения.

Данную задачу оптимизации можно рассматривать как многокритериальную, в которой должны удовлетворяться, с одной стороны, экономические критерии (материалоемкость, оптимальный раскрой материалов и др.), с другой, критерии эксплуатации изделий (функциональность, эстетичность и др.).

В настоящее время эту задачу решают комбинационными методами, учитывая требования отраслевой системы унификации (ОСУ) «Мебель корпусная». При проектировании изделий невозможно оперативно следить за важными экономическими показателями проектных решений, обеспечивая при этом большую вариантность изделий. Применение вычислительной техники позволяет устранить эти недостатки. Общая информация о возможностях использования этих средств приведена в работах [1, 2].

Для разработки проектных решений корпусной мебели составлен специальный алгоритм, блок-схема которого приведена на рис. 1. Алгоритм позволяет получить изометрические и двухмерные изображения изделий, контролировать правильность и корректировать конструкцию проекта, генерировать новые проектные решения; позволяет разработать виды интерьера, состоящие из нескольких предметов мебели.

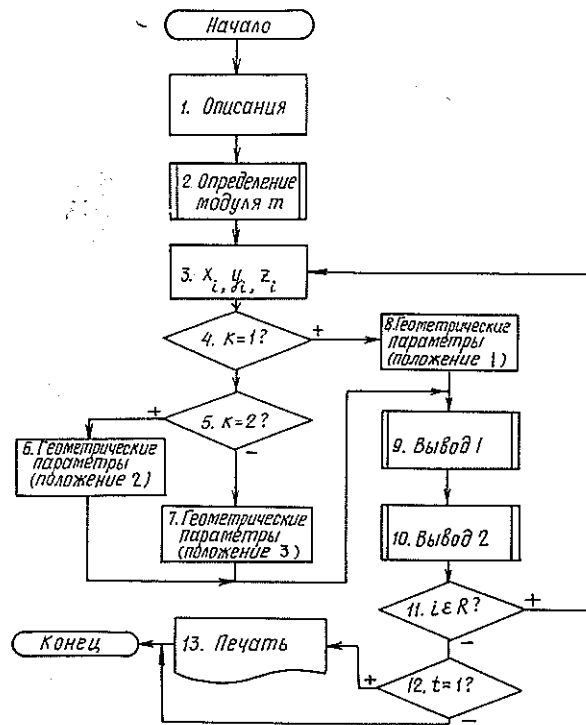


Рис. 1.

1 — начальная корректировка переменных, выделение памяти; 2 — подпрограмма определения модуля рисования t для помещения изображения на экране компьютера; 3 — определение координат местонахождения детали x_i, y_i, z_i ; 4 — имеется ли деталь в первом положении (например: в положении «полка»)? 5 — имеется ли деталь во втором положении (например: в положении «дверь»)? 6—8 — расчет геометрических параметров рисования (двухмерные координаты) в данном расположении деталей, учитывая режим рисования: двухмерный или изометрический вид, вид сбоку или с фасада и др.; 9 — изображение контура детали (например: на дисплее ЭВМ); 10 — изображение дополнительных элементов, связанных с деталью (направлением волокон текстуры и т. д.); 11 — имеется ли новая деталь для рисования? 12 — надо ли печатать изображение на печатающем устройстве? 13 — печать изображения.

Как видно из рис. 1, изображение формируется последовательно по деталям. Параметры деталей находят в два этапа. На первом этапе (блок 3) определяют место-

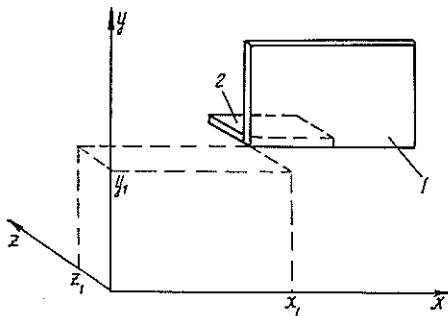


Рис. 2.

1 — деталь в положении «дверь»; 2 — деталь в положении «полка»; x_1, y_1, z_1 — координаты местонахождения детали.

нахождение конкретного пункта в пространстве, на втором (блоки 6—8) рассчитывают геометрические параметры, исходя из данного пункта расположения детали. При этом геометрические размеры деталей хранят в памяти ЭВМ отдельно от данных расположения, что в значительной мере облегчает обработку результатов при расчете материалоемкости, полезного выхода раскройных карт древесностружечных плит (ДСП) и других показателей. Схема расположения плитных деталей в памяти ЭВМ показана на рис. 2.

Построение проектов с помощью ЭВМ по данному способу позволяет моделировать корпусную мебель достаточно точно. Расположение и форма деталей строго определены, соответствующие линейные размеры

в принципе можно дать с любой точностью. Имеются возможности изображать разные декоративные и соединительные детали, фурнитуру и пр., учесть направления волокон текстуры, что необходимо при проектировании изделий из ламинированной плиты.

Приведенный алгоритм позволяет генерировать новые проектные решения на базе имеющегося модульного проекта. Под модульным понимаем проектное решение, на базе которого разрабатывают другие похожие, изменяя соответственно размеры отдельных или конструктивной группы сборных деталей. В принципе модульным может быть любой реальный проект. При генерировании новых проектных решений легко следить за изменением материалоемкости и других показателей. На каждом шаге генерирования разработчик может визуально контролировать общий вид изделия в изометрии.

Генерирование можно разделить на два этапа. На первом изменяют такие размеры деталей, которые не связаны между собой конструктивными ограничениями (например, ширина некоторых полок), на втором этапе корректируют все размеры или группу размеров, которые связаны между собой. Группы определяют согласно конкретной конструкции изделий. Соответствующие размеры меняют пропорционально, что не приведет к резкому изменению внешнего вида изделия или гарнитуры. Как правило, изделие сохраняет свой общий вид, но форма его изменяется: оно удлиняется или уменьшается по определенному направлению (по ширине, высоте, глубине). Выбирая при этом соответствующий шаг изменения, можно получить изделие с любыми реальными размерами.

Для контроля используют следующий способ: путем машинных расчетов отмечают пересечение деталей между собой в пространстве. Для этого проверяют пересечение деталей на двухмерной проекции A (см. рис. 3), на которую все детали проектируются в виде прямоугольников. Если у какой-то пары деталей имеется пересечение, то его проверяют на другой двухмерной проекции. Если теперь тоже имеется пересечение, то в данной ситуации геометрия деталей испорчена, и они пересекают друг друга. В этой ситуации корректируют конструкцию каркаса. Данный метод можно использовать для плитных конструкций, у которых все края плит находятся перпендикулярно осям определенной системы координат.

Алгоритм построения проектных решений корпусной мебели реализован на микро-ЭВМ фирмы «Дава» в диалоговом режиме и экспериментально проверен при разработке проекта шкафа для одежды.

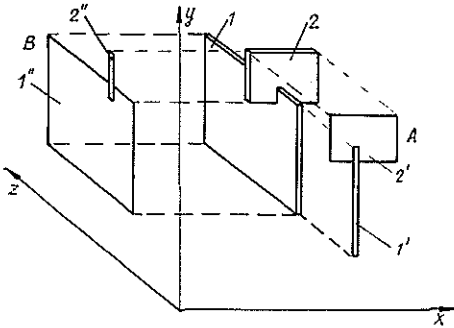


Рис. 3. Расположение плитных деталей при перекресте.

1 — деталь в положении «стенка боковая»; 2 — деталь в положении «дверь»; 1', 2', 1'', 2'' — соответствующие проекции деталей на экране.

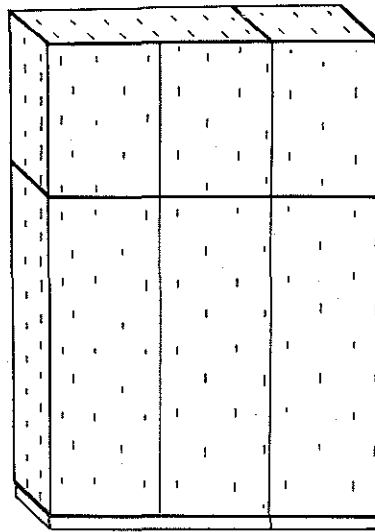


Рис. 4. Изометрический вид каркаса изделия корпусной мебели, разработанный с помощью ЭВМ.

В результате можно получить различные проектные решения, вид изделий хорошо наблюдается на экране микрокомпьютера (см. рис. 4).

Качественные изображения получаются двухмерными и в изометрии (вид с боку, с фасада). Видно, что в модели учтено направление волокон текстуры. Поочередное построение изображения по описанному алгоритму позволяет легко избежать рисования невидимых контуров, правильно выбирая последовательность изображения деталей. Последние определяют на основе конструкционного анализа изделия. На экране компьютера получены цветные изображения.

Применение приведенных алгоритмов при разработке проектов корпусной мебели позволит повысить эффективность проектирования и потребительские качества проектов. С расширением возможностей проектировщика повышается эстетичность и достигается большая вариантность изделий.

Используя описанный алгоритм, с помощью соответствующей системы программ можно автоматизировать процесс проектирования, создавая этим основу для автоматизации всего производственного цикла — от проектирования до изготовления и продажи.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Любомир Немец, Штефан Кертес. Графические устройства ввода-вывода для вычислительной машины — помощник в выполнении задач мебельной промышленности. — Древо (ЧССР), 1981, вып. 36, 9, с. 252—255. [2]. Ремников Л. В., Котов Ю. В. Каталогно-автоматизированный метод проектирования корпусной мебели. — М.: Деревообаб. пром-сть, 1984, № 1, с. 27—29.

УДК 630*813.11

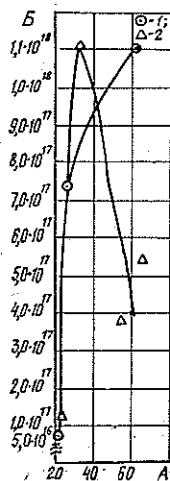
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ И СТАБИЛЬНОСТЬ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ

С. А. САПОТНИЦКИЙ, Г. В. ПАЛЪЯНОВА, Б. Г. ЕРШОВ

Ленинградская лесотехническая академия
Институт физической химии АН СССР

Значительное количество химических и биохимических реакций, в которых участвуют органические соединения, протекает по радикальному механизму. К таким соединениям относятся лигнин [3] и лигносульфонаты [1, 6]. В настоящей статье приведены предварительные результаты исследования взаимосвязи между условиями концентрирования растворов лигносульфонатов и накоплением радикалов.

Сульфитно-дрожжевую бражку Приозерского ЦЗ, содержащую лигносульфонат кальция, ступенчато упаривали на лабораторной установке при температурах 115 и 140 °С до 65 % сухих веществ. Далее препараты высушивали на воздухе до остаточной влажности 10 %. Спектры электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) снимали на радиоспектрометре «Сибирь» при температуре жидкого азота в ампулах из стекла СК-4Б. Абсолютную концентрацию радикалов определяли калибровочным образцом ультрамарина при наличии постоянного бокового стандартного эталона CuCl_2 . Измерения осуществляли в условиях, исключающих насыщение парамагнитной восприимчивости от уровня мощности сверхвысокой частоты (СВЧ).



A — концентрация сухих веществ, %; B — концентрация свободных радикалов в 1 г сухих веществ; I — температура упаривания 115; 2 — 140 °С.

В процессе упаривания лигносульфонатов обнаружены радикалы, спектр ЭПР которых представляет собой достаточно симметричный синглетный сигнал. При этом условия упаривания существенно влияли на интенсивность сигнала, т. е. изменяли концентрацию радикалов, не отражаясь, однако, на его форме. Последнее указывает на то, что сигнал ЭПР обусловлен радикалом одной природы.

На рисунке показано изменение концентрации радикалов в процессе упаривания растворов лигносульфонатов. При этом следует учитывать, что зона концентраций лигносульфонатов, лежащая в пределах 30—35 %, является пороговой. При ее превышении в растворе уже практически нет свободной воды, и по мере дальнейшего обезвоживания удаляется коллоидносвязан-

ная вода, вследствие чего создаются условия для образования более сложных агрегатов [4].

При температуре 115 °С увеличение содержания веществ с 20 до 65 % сопровождается постепенным нарастанием концентрации радикалов от $5 \cdot 10^{16}$ до $1,1 \cdot 10^{18} \text{ г}^{-1}$. Для 140 °С процесс нарастания наблюдается с большей интенсивностью в зоне содержания сухих веществ 20—30 %. При более глубоком упаривании в этих температурных условиях имеет место резкое снижение концентрации радикалов, достигающее до $4 \cdot 10^{17} \text{ г}^{-1}$ при содержании 60 % сухих веществ в упаренном растворе.

В мягких температурных условиях образование более крупных полимерных коллоидных частиц создает благоприятные условия для стабилизации радикалов. В то же время в жестких температурных условиях упаривания по мере удаления коллоидно-связанной воды возрастает роль термической фрагментации и деструкции лигносульфонатов [2, 7] с образованием низкомолекулярных веществ, в том числе летучих [5], что облегчает рекомбинацию радикалов.

Следовательно, условия и степень упаривания растворов лигносульфонатов оказывают определенное влияние на концентрацию стабилизируемых радикалов. Именно этим обстоятельством можно объяснить противоречие в удельном содержании радикалов в товарных концентратах сульфитно-дрожжевой бражки $3 \cdot 10^{19}$ и $8,4 \cdot 10^{16}$ радикалов/г сухих веществ, приведенных в работах [1, 6] соответственно.

Предварительные результаты указывают на важную роль реакций с участием этих частиц в процессах концентрирования растворов лигносульфонатов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жерновой А. И. Оценка количества свободных радикалов в сульфитных щелоках и сульфитно-бардяных концентратах.— Реф. инф. Хим. перераб. древесины, 1967, 19, с. 12. [2]. Исследование лигносульфоновых кислот, выделенных из щелоков лабораторных и заводских варок/ Л. А. Можейко, В. Н. Сергеева, Л. А. Гринева, Ф. Ю. Балцере.— Химия древесины, 1972, № 11, с. 77—85. [3]. Йокел И., Павликова М., Любке Г. Воздействие влажности на парамагнитные центры древесины и ее компонентов (на русск. яз.).— III Internationales Symposium Grundlagenforschung zur komplexen Holznutzung. Vorträge. Grillenburg (DDR), 1980. Bd 2, S. 133—141. [4]. Сапотницкий С. А. Факторы, влияющие на состав и свойства концентрата сульфитно-дрожжевой бражки в процессе его получения.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1972, № 8, с. 26—27. [5]. Сапотницкий С. А., Пальянов Г. В. Зависимость ХПК конденсатов соковых паров от условий выпаривания сульфитно-дрожжевой бражки.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1979, № 2, с. 19—20. [6]. Чудаков М. И., Мальцев В. И., Броневский В. Е. Свободные радикалы в конденсированных препаратах лигнина.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1966, № 4, с. 13—14. [7]. Arai K. H., Kochi S., Teraskiwa N. Dependence the chemical consepition of oxygen of liquor steam and conditions of prepar of sulfite liquor.— J. Japan Wood Res. Soc., 1977, N 7, p. 348—352.

УДК 658.152

СРАВНЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМ РАБОТ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПЕРИОДА В ОТРАСЛЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Н. С. БАРОНЕНКО

Московский лесотехнический институт

Одно из возможных направлений сокращения продолжительности инвестиционного периода — параллельное выполнение ряда работ. Сущность этой схемы работ рассмотрим в сравнении с установившейся, последовательной, когда выполнение каждой последующей работы начинается лишь после окончания предыдущей (рис. 1). Так, на базе серийно изготавливаемого оборудования проектируется технология производства, после утверждения проектов начинаются строительно-монтажные работы, а после ввода в действие предприятия или его части — освоение проектных мощностей. С учетом установившейся последовательной схемы функционируют действующие нормативы по определению продолжительности освоения проектных показателей*. Нормой продолжительности освоения проектной мощности принято считать минимально необхо-

* Нормы продолжительности освоения проектных мощностей вводимых в действие промышленных предприятий и объектов.— М.: Экономика, 1979.

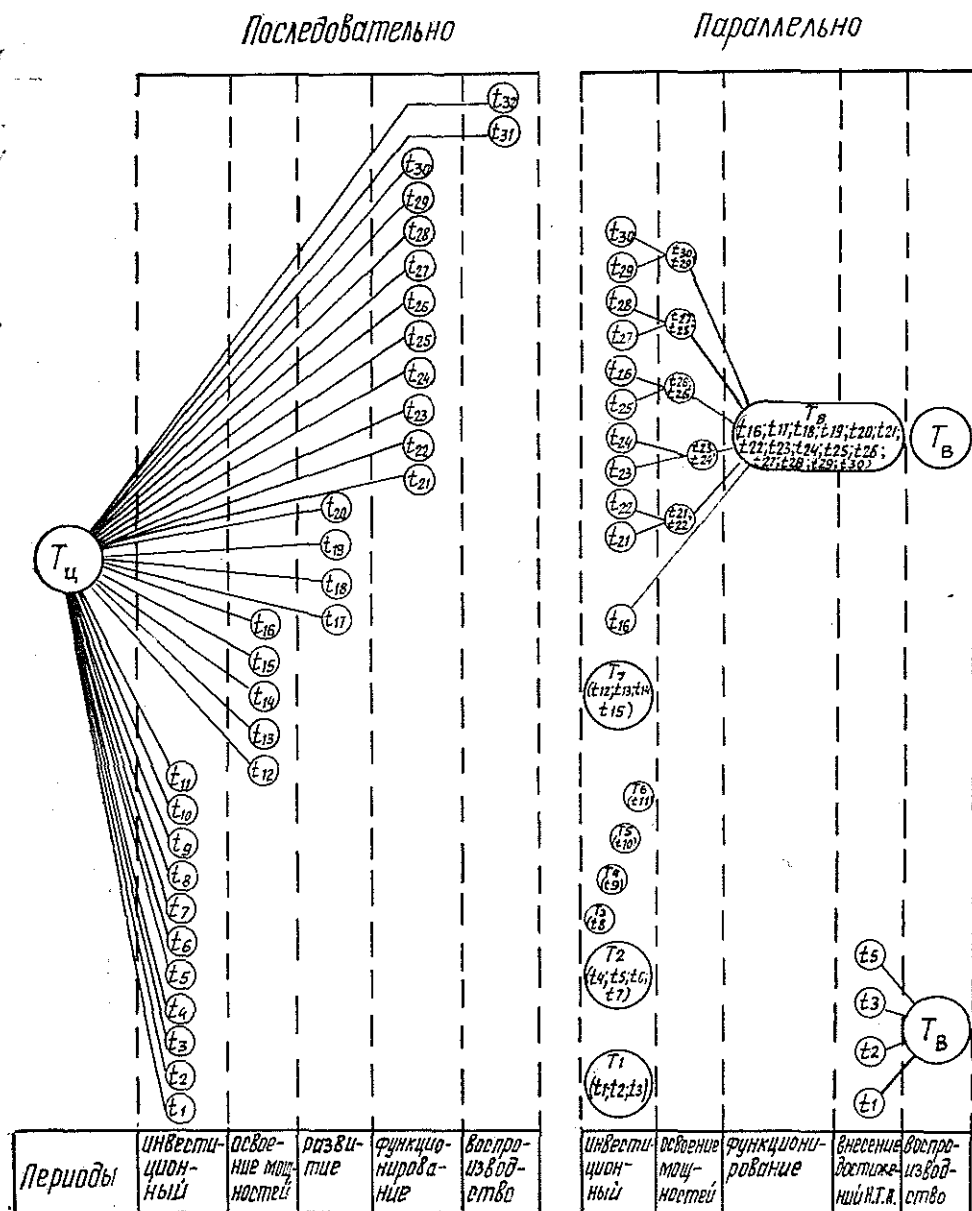


График организации выполнения работ цикла.

димое время со дня подписания акта о приемке предприятия в эксплуатацию, в соответствии со строительными нормами и правилами, до устойчивого выпуска продукции на уровне среднемесячной проектной мощности. Исходя из этого, длительность работ по выпуску продукции для предприятий лесного комплекса установлена от 9 до 27 мес.

Затраты времени для выполнения работ по созданию предприятия можно определить по формуле, где полный период при действующей последовательной схеме работ T_d равен сумме отрезков времени на выполнение каждой работы:

$$T_d = t_0 + t_n + t_{смр} + t_{оп},$$

где t_n — время проектирования и создания оборудования;

t_0 — период проектирования объекта;
 $t_{\text{смп}}$ — длительность выполнения строительных и монтажных работ;
 $t_{\text{оп}}$ — период освоения проектных мощностей.

В основу параллельной схемы работ инвестиционного периода предлагаем положить модульный принцип проектирования. Смысл его заключается в одновременном выполнении ряда работ. На базе типовых проектов зданий и их конструкций, гамм оборудования отечественного производства подбирают промышленные здания, типовые для того или иного вида лесного комплекса. Их строительство с использованием типовых оболочных модулей можно начать одновременно с подбором гамм и модулей серийно изготавливаемого оборудования. Проектирование, изыскания и согласования при этом проводят одновременно.

При параллельном выполнении части работ длительность инвестиционного периода сокращается в той мере, в какой можно выполнять работы одновременно. Тогда полный цикл инвестиционного периода определится по формуле

$$T_{\text{п}} = \left(T_{\text{д}} - \frac{t_0 + t_{\text{п}} + t_{\text{смп}} + t_{\text{оп}}}{H_0} \right) k,$$

где $T_{\text{п}}$ — длительность инвестиционного периода при параллельном выполнении работ;
 H_0 — количество одновременно выполняемых работ;
 k — коэффициент неучтенных потерь времени.

Аналогичным образом можно рассчитать другие экономические показатели, в том числе сокращение трудозатрат при организации параллельно выполняемых работ, которые соответственно сократятся.

Фактор времени, по которому можно сравнить параллельную и последовательную схемы выполнения работ инвестиционного периода, приведен потому, что во многих случаях выигрыш во времени определяет наиболее эффективный вариант, благодаря которому ускоряются сроки освоения проектных показателей.

Продолжительность работ, предшествующих процессу освоения для совокупности объектов лесного комплекса, можно вычислить через среднюю арифметическую простую, среднюю продолжительность процесса освоения по группе однородных производств различной проектной мощности — через среднюю взвешенную по мощности. При этом следует учесть, что сокращение длительности работ инвестиционного периода претворяет моральное старение оборудования.

Возможное совмещение ряда работ инвестиционного периода при последовательном и параллельном их выполнении приведено на рисунке. Выход границ работ инвестиционного периода в процесс освоения и последующие стадии развития предприятий в лесных комплексах наблюдается не только потому, что период инвестиционных работ часто превышает нормативные сроки, но и в связи с очередностью ввода в действие дополнительных мощностей. Выполняемые в разные периоды функционирования предприятий работы по обновлению или расширению его основных фондов диктуют необходимость проводить их не только быстрее, а и по возможности не останавливая деятельности предприятий, по примеру Подрезковского комплекса. Направляется путь для ускорения выполнения инвестиционных работ — совмещение их и сокращение излишних, как проведено в практике ВАЗа.

Обоснованию параллельной схемы организации инвестиционных работ предшествовало обследование представительной группы предприятий лесного комплекса, всесторонний анализ хода освоения проектных мощностей и установление причин срыва сроков. Оказалось, что на 328 предприятиях, где допущен срыв своевременного освоения, более чем 75 % причин зависели от решений инвестиционного периода.

Устранить причины, возникающие в инвестиционном периоде и ухудшающие ход освоения производственных мощностей, можно, в частности, сокращая длительность этого периода.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. С. Романов.</i> Захватывающая перспектива созидания	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>В. А. Куделя, А. З. Швиденко.</i> Обоснование оптимальных параметров выборочной таксации листовидных древостоев Якутии	5
<i>Е. И. Цурик.</i> Математико-статистическая интерпретация формул таксации запаса древостоев	10
<i>Г. Н. Некрасова, О. И. Полубояринов, А. И. Фурин.</i> Изменение плотности древесины ели по высоте ствола в связи с ветровой нагрузкой	14
<i>В. Н. Коновалов, А. А. Листов.</i> Динамика содержания пластидных пигментов у сосны в связи с внесением удобрений в северотаежных лишайниковых борах	18
<i>Ю. Е. Колесников.</i> Водный режим и рост культур сосны на осушенных мелких торфяниках	22
<i>Б. М. Скрынников.</i> К вопросу об очистке лесных семян воздушным потоком	26

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Н. И. Библиок, А. А. Бойко, И. Л. Мирецкий, О. А. Стиранивский.</i> О динамических характеристиках пакета хлыстов как предмета транспортирования	31
<i>А. В. Дуров, П. А. Пустошный, Ю. Н. Красильников, О. Д. Орленко.</i> О топливной экономичности тепловоза ТГМ23Б при поездной работе	35
<i>В. П. Мигляченко.</i> Возведение земляного полотна лесовозных дорог в зимних условиях	38
<i>Н. Л. Васильев, Н. В. Лившиц, Б. Е. Меньшиков, Г. А. Повод.</i> О применении синтетических материалов для молевого лесосплава	41
<i>Ю. П. Кононов.</i> К оптимизации надежности обеспечения лесозаготовительных машин запасными частями	44
<i>А. М. Кулижников.</i> Расчет дорожных конструкций с древесными слоями по упругому прогибу	48
<i>Н. А. Гуцелюк, С. Ф. Козьмин, В. М. Троязыков, В. В. Сенников.</i> К определению нагрузки в узлах машины для разделки деревьев в положении, близком к вертикальному	52

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>В. В. Амалицкий, В. А. Пирогов.</i> Исследование безотказности линии формирования и прессования древесностружечных плит цеха СП-25	56
<i>В. С. Жуков, В. В. Карягин, В. П. Иванов, К. Х. Каримов.</i> Математическая модель переноса при термовакуумном методе влагометрии древесной стружки	59
<i>П. В. Ласточкин, С. Б. Якимович.</i> Определение области эффективных значений некоторых параметров манипулятора при сортировке и пакетировании круглых лесоматериалов	63
<i>Е. Н. Рыков.</i> Вопросы оптимизации транспортно-загрузочных операций и процессов	66
<i>Ю. И. Меремьянин.</i> Новый способ непрерывного измерения влажности древесной стружки	71
<i>Л. Д. Кузнецов, В. И. Крюк, В. К. Пашков.</i> Акустико-эмиссионная диагностика качества материала дереворежущего инструмента	73

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. П. Пантюхов, А. А. Эльберт.</i> Совмещение модифицированных лигносульфонатов с фенолоспиртами для получения древесных пластиков	78
---	----

Т. А. Туманова, И. И. Буйницкая, Е. И. Малькова, В. А. Часовенная, Г. В. Рачков. Влияние обработки небеленой сульфатной целлюлозы растворами гипохлорита натрия на удаление экстрактивных веществ	81
В. И. Комаров, Т. Ф. Личутина. Лабораторная оценка физико-механических свойств сульфатной небеленой целлюлозы	85
П. Ф. Валендо, Т. Н. Бачило, А. А. Шершавина. Использование парафино-латексной смеси для поверхностной проклейки бумаги	90
Б. П. Ерыхов, А. П. Плотников, Ю. П. Сырников. Дополнительные доказательства наличия тиксотропии у бумаги	93

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Т. С. Лобовиков, Л. В. Мурашкина. Анализ ситуаций и моделирования экономических показателей для оценки вариантов развития переработки древесины в процессе трансформации леспромхозов	100
А. П. Петров, В. М. Носов. Опыт формирования региональных целевых программ по комплексному использованию и воспроизводству лесных ресурсов (на примере Ленинградской области)	103
В. С. Колосов, Н. И. Кожухов. Экономико-математическое моделирование в сфере внутрихозяйственного расчета комплексных лесных предприятий	107
В. С. Соминский, Г. А. Бабинский. Потребности в древесном сырье для продукции конечного потребления (на примере полиграфической продукции)	111
Т. А. Кокорева. Аprobация управленческих решений на основе алгоритмизации технико-экономических показателей работы предприятий ЦБП	115

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. К. Балабушка. Стимуляция вегетативного размножения древесных интродуцентов с помощью ростовой пудры и пчелиного меда	118
О. Б. Беловац, П. Н. Львов. Организация побочных пользований и пути их совершенствования в Архангельской области	119
З. Д. Втюрина. К вопросу об устойчивости башенного крана при выгрузке бревен из грейфера	121
А. И. Жабкова, Г. А. Перминова. О соизмерении объемов спичечного производства по трудоемкости при определении производительности труда	123
А. Х. Аарелайд. Алгоритм разработки проектных решений корпусной мебели	125
С. А. Сапогницкий, Г. В. Пальянова, Б. Г. Ершов. Влияние условий концентрирования лигносульфонатов на образование и стабильность свободных радикалов	128
Н. С. Бароненко. Сравнение последовательной и параллельной схем работ инвестиционного периода в отраслях лесного комплекса	129
Рефераты	136

CONTENTS

- E. S. Romanov.* Greatest prospects of creative work 3

FORESTRY

- V. A. Kudelya, A. Z. Shvidenko.* Substantiation of optimal parameters of Yakutia hardwoods sampling 5
- E. I. Tsurik.* Mathematico-statistical interpretation of growing stock estimation 10
- G. N. Nekrasova, O. I. Poluboyarinov, A. I. Furin.* Longitudinal variation of basic density in stems of norway spruce in connection with the wind stress 14
- V. N. Konovalov, A. A. Listov.* Dynamics of pine layer pigment content in connection with applying fertilizers in the North taiga lichen pine forests 18
- Yu. E. Kolesnikov.* Water regime and growth of pine cultures in the drained shallow peat-logs 22
- B. M. Skrynnikov.* On the problem of purifying the forest seeds by air flow 26

FOREST EXPLOITATION

- N. I. Biblyuk, A. A. Boiko, I. L. Miretsky, O. A. Stiranivsky.* On dynamic characteristics of tree-length logs bunch as the subject of transportation 31
- A. V. Durov, P. A. Pustoshnyi, Yu. N. Krasitnikov, O. D. Orlenko.* On fuel economy of diesel locomotive TGM23B in train work 35
- V. P. Miglyachenko.* Building the ground bed of logging roads in winter conditions 38
- N. L. Vasiliev, N. V. Livshits, B. E. Menshikov, G. A. Povod.* Synthetic materials used for drift floating 41
- Yu. P. Kononov.* On reliability of guaranteeing spare parts for logging machinery 44
- A. M. Kulizhnikov.* Calculation of road densitied wood laminated structures along elastic deflection 48
- N. A. Gutselyuk, S. F. Kozmin, V. M. Troyazykov, V. V. Sennikov.* On determination of load in machine units for sawing trees in the position close to vertical 52

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

- V. V. Amalitsky, V. A. Pirogov.* Studying the reliability of forming and pressing particleboards in CP-25 shop 56
- V. S. Zhukov, V. V. Karyagin, V. P. Ivanov, K. H. Karimov.* Transportation mathematical model at thermovacuum method of wood particles hydro-metry 59
- P. V. Lastochkin, S. B. Yakimovich.* Determination of efficient value of some manipulator parameters when sorting and bunching round wood 63
- E. N. Rykov.* On the problems of optimisation of transporting and loading operations 66
- Yu. I. Meremyanin.* New method of continuous measurement of wood particles moisture content 71
- L. D. Kuznetsov, V. I. Kryuk, V. K. Pashkov.* Acoustics-and-emission diagnosis of woodcutting tool material quality 73

CHEMICAL WOODWORKING

- V. P. Pantyukhov, A. A. Elbert.* Combining modified lignosulphonates with phenolic alcohols for developing wood plastics 78
- T. A. Tumanova, I. I. Buinitzkaya, E. I. Malkova, V. A. Chasovennaya, G. V. Rachkov.* Influence of sodium hypochlorite solutions treatment of unbleached pulp on extractives removal 81

<i>V. I. Komarov, T. F. Lichutina.</i> Laboratory estimation of physicomechanical properties of unbleached sulphate pulp	85
<i>P. F. Valendo, T. N. Bachilo, A. A. Shershavina.</i> The usage of paraffin-latex mixture for surface sizing of paper	90
<i>B. P. Erykhov, A. P. Plotnikov, Yu. P. Syrnikov.</i> Additional arguments for existence of paper thixotropy	93

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>T. S. Lobovikov, L. V. Murashkina.</i> The analysis of situations and modelling of the economic indices for the valuation of wood processing development variants in the course of forest enterprises' transformation	100
<i>A. P. Petrov, V. M. Nosov.</i> Experience in forming the regional special purpose programmes on integrated utilization and reproduction of forest resources	103
<i>V. S. Kolosov, N. I. Kozhukhov.</i> Economico-mathematical modelling in the sphere of internal economic calculations of integrated forest enterprises	107
<i>V. S. Sominsky, G. A. Babinsky.</i> Rawwood demand for ultimate consumption product (polygraphic production)	111
<i>T. A. Kokoreva.</i> Appraisal of management decisions on the base of technico-economic indices algorithmization of cellulose and paper enterprises	115

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V. K. Balabushka.</i> The stimulation of the vegetative propagation of tree introducents with growth powder and bee honey	118
<i>O. B. Belovash, P. N. Lvov.</i> Harvesting of minor forest products and ways of its improvement in Archangelsk region	119
<i>Z. D. Vtyurina.</i> On tower crane stability when log ungrabbing	121
<i>A. I. Zhabkova, G. A. Perminova.</i> On commensurability of match production volume in labour consuming character at labour productivity determination	123
<i>A. H. Aarelaid.</i> Algorithm for building the project-solutions of the cabinet furniture	125
<i>S. A. Sapotnitsky, G. V. Palyanova, B. G. Ershov.</i> Influence of lignosulphonates concentration conditions on formation and stability of free radicals	128
<i>N. S. Baronenko.</i> Comparison of successive and parallel schemes of work during period in forest integrated enterprises	129
Referates	136

РЕФЕРАТЫ

Закрывающаяся перспектива созидания. Е. С. РОМАНОВ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 3—4.

УДК 630*5

Обоснование оптимальных параметров выборочной таксации листовичных древостоев Якутии. КУДЕЛЯ В. А., ШВИДЕНКО А. З. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 5—10.

Приведены параметры выборочно-перечислительной и реласкопических методов оценки сумм площадей сечения и запаса, обеспечивающие установленный уровень точности при минимуме затрат на учетные работы. Табл. 6. Ил. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*5

Математико-статистическая интерпретация формул таксации запаса древостоев. ЦУРИК Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 10—14.

Приводится математико-статистический вывод и анализ формул для определения запаса древостоев с использованием средних арифметических и средних взвешенных величин основных объемобразующих таксационных признаков. Установлено, что при использовании средних арифметических значений таксационных признаков их произведение необходимо корректировать на коэффициент, учитывающий изменчивость и корреляционную взаимосвязь между данными признаками. Использование средних взвешенных величин возможно только в сочетании со средними арифметическими и (или) с указанными коэффициентами корректирования в порядке, соответствующем выведенным формулам. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*812

Изменение плотности древесины ели по высоте ствола в связи с ветровой нагрузкой. НЕКРАСОВА Г. Н., ПОЛУБОЯРИНОВ О. И., ФУРИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 14—17.

На каждой из десяти секций 55 модельных деревьев, срубленных в разновозрастном еловом насаждении, были определены условная плотность древесины и ветровая нагрузка. Показано, что ветроустойчивость дерева обеспечивается за счет соответствующего распределения плотности древесины в продольном направлении ствола. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630*161.33 : 630*273.4

Динамика содержания пластидных пигментов у сосны в связи с внесением удобрений в северотаежных лишайниковых борах. КОНОВАНОВ В. Н., ЛИСТОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 18—22.

Изучена динамика фотосинтетических пигментов в хвое сосны обыкновенной северной подзоны тайги Архангельской области в течение трех лет и влияние на нее азотного удобрения (карбамида). Наибольшее количество хлорофилла сосна содержит в конце лета (август), каротиноидов — зимой (январь—март). Удобрения значительно повышают концентрацию пигментов в хвое. Это увеличение тем существеннее, чем выше доза внесимого удобрения. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630*181.65:630*116

Водный режим и рост культур сосны на осушенных мелких торфяниках. КОЛЕСНИКОВ Ю. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 22—26.

Выявлено, что густая сеть мелких проточных борозд в сочетании с основной осушительной сетью позволяет достаточно быстро освободить корнеобитаемый горизонт почвы от верховодки. Приведены величины стока по бороздам и суммарного испарения. Показано, что благоприятный водный режим в значи-

тельной степени обеспечивает само насаждение. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*232.315.4

К вопросу об очистке лесных семян воздушным потоком. СКРЫННИКОВ Б. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 26—30.

С целью устранения недостатков существующего способа очистки лесных семян воздушным потоком предложена новая схема ввода семенной смеси в пневмосепарирующий канал. Для определения оптимальных режимов системы воздушной очистки по новой предложенной схеме разработана специальная установка и проведены экспериментальные исследования. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 629.114.3

О динамических характеристиках пакета хлыстов как предмета транспортирования. БИБЛЮК Н. И., БОЙКО А. А., МИРЕЦКИИ И. Л., СТИРАНИВСКИЙ О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 31—35.

Изложена методика определения коэффициентов изгибной жесткости и неупругого сопротивления пакета хлыстов по разругтам главных колебаний. Приведены результаты определения динамических характеристик пакета хлыстов карпатской ели. Ил. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 62-61: 629.424

О топливной экономичности тепловоза ТГМ23Б при поездной работе. ДУРОВ А. В., ПУСТОШНЫЙ П. А., КРАСИЛЬНИКОВ Ю. Н., ОРЛЕНКО О. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 35—38.

Приведены результаты расчета расхода топлива при поездной работе тепловозов ТГМ23Б, используемых в лесной промышленности. Полученные данные составлены с результатами опытных поездок и использованы для нормирования расхода топлива. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*383

Возведение земляного полотна лесовозных дорог в зимних условиях. МИГЛДЧЕНКО В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 38—41.

Приведены результаты экспериментальных работ по влиянию водного раствора нитрита натрия на несмерзаемость грунтов при возведении земляного полотна лесовозных дорог в зимнее время. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*378.44

О применении синтетических материалов для молевого лесосплава. ВАСИЛЬЕВ Н. Л., ЛИВШИЦ Н. В., МЕНЬШИКОВ Б. Е., ПОВОД Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 41—44.

Приведены результаты экспериментальных исследований применения пенополиуретана для молевого сплава березы на р. Волде. Установлено, что применение пенополиуретана как гидроизолирующего средства, позволяет снизить интенсивность подоплывания в 1,5—2 раза. Использование поплавкового эффекта пенопласта позволяет без существенных потерь сплавлять березу со средней начальной плотностью 830—920 кг/м³ сроком до 100 сут. Табл. 2.

УДК 656.065.2

К оптимизации надежности обеспечения лесозаготовительных машин запасными частями. КОНОНОВ Ю. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 44—47.

Предложен метод расчета оптимальной средней вероятности достаточности запасных частей по классам деталей при заданной их стоимости для парка лесозаготовительных машин. Приведены результаты расчетов. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.731.9

Расчет дорожных конструкций с древесными слоями по упругому прогибу. КУЛИЖНИКОВ А. М. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 48—51.

Предложена методика расчета дорожных конструкций с древесными слоями по допускаемому упругому прогибу. Установлено, что расчетные значения модуля упругости на поверхности дорожных конструкций с теплоизолирующими слоями хорошо согласуются с экспериментальными. Получена номограмма, позволяющая определять оптимальные параметры заложения древесных теплоизолирующих слоев. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*377.44

К определению нагрузки в узлах машины для разделки деревьев в положении, близком к вертикальному. ГУЦЕЛЮК Н. А., КОЗЬМИН С. Ф., ТРОЯЗЫКОВ В. М., СЕННИКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 52—55.

Рассматривается расчетная схема и описание малогабаритной машины колесного типа с технологическим оборудованием оригинального решения. Приводятся уравнения и дается анализ нагрузок, возникающих в технологическом оборудовании в зависимости от положения обрабатываемого дерева. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.815-11

Исследование безотказности линии формирования и прессования древесностружечных плит цеха СП-25. АМАЛИЦКИЙ В. В., ПИРОГОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 56—59.

Проанализирован характер изменения потока отказов линии в процессе эксплуатации. Результаты проведенного исследования можно использовать при организации технического обслуживания и ремонта оборудования линии. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 532.546

Математическая модель переноса при термовакуумном методе влагометрии древесной стружки. ЖУКОВ В. С., КАРЯГИН В. В., ИВАНОВ В. П., КАРИМОВ К. Х. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 59—63.

В предположении, что при сбросе давления доминирующую роль в процессе внутреннего влагопереноса играет бародиффузия, а влагообмен с окружающей средой осуществляется по закону конвективного массообмена, получена линейная зависимость между разностью температур сухой и влажной проб и начальным влагоудержанием тела. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*325.002.5+621.869.8

Определение области эффективных значений некоторых параметров манипулятора при сортировке и пакетировании круглых лесоматериалов. ЛАСТОЧКИН П. В., ЯКИМОВИЧ С. Б. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 63—66.

Приведены результаты теоретических исследований по определению граничных значений длительности цикла и удельным капитальным вложениям, являющихся условием эффективного применения манипуляторов на операции сортировки и пакетирования круглых лесоматериалов. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 621.86.067

Вопросы оптимизации транспортно-загрузочных операций и процессов. РЫКОВ Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 66—71.

В статье определена задача оптимального управления разветвленной технологической системой. Это задача линейного программирования с заданным числом ограничений, поэтому записана в виде матрицы — плана транспортно-загрузочных операций. Построен оптимальный план операций с минимальной целевой функцией, выявлены оптимальные режимы операций, исследовано влияние на-

рушений условий баланса между станками предыдущей и последующей групп обработки. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.821

Новый способ непрерывного измерения влажности древесной стружки. МЕРЕМЬЯНИН Ю. И. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 71—73.

Изложен разработанный в Воронежском лесотехническом институте способ непрерывного измерения влажности древесной стружки в технологическом потоке по частоте звуковых колебаний — шума, возникающего при движении стружки по конвейеру технологического потока. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 669:674.05

Акустико-эмиссионная диагностика качества материала дереворежущего инструмента. КУЗНЕЦОВ Л. Д., КРЮК В. И., ПАШКОВ В. К. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 73—77.

Приведены результаты исследования акустической эмиссии (АЭ) образцов ленточных пил, изготовленных из инструментальных сталей двух типов. Ил. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 674.816-41

Совмещение модифицированных лигносульфонатов с фенолоспиртами для получения древесных пластиков. ПАНТЮХОВ В. П., ЭЛЬБЕРГ А. А. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 78—81.

Изучены клеящие свойства модифицированных лигносульфонатов, совмещенных с фенолоспиртами. Показана эффективность их применения для получения древесных пластиков. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*813.13

Влияние обработки небеленой сульфатной целлюлозы растворами натрия гипохлорита на удаление экстрактивных веществ. ТУМАНОВА Т. А., БУРИНИЦКАЯ И. И., МАЛЬКОВА Е. И., ЧАСОВЕННАЯ В. А., РАЧКОВ Г. В. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 81—85.

Установлен оптимальный режим обработки небеленой целлюлозы раствором гипохлорита: рН 11, температура 70°С, продолжительность обработки 60 мин., расход гипохлорита 1,5% к абс. сух. волокну. При этом степень обесцвечивания составляет ≈ 50%. Табл. 4. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 676.16.017

Лабораторная оценка физико-механических свойств сульфатной небеленой целлюлозы. КОМАРОВ В. И., ЛИЧУТИНА Т. Ф. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 85—90.

Исследовано влияние комплекса факторов лабораторного изготовления образцов целлюлозы, подготовки к испытаниям и собственно испытаний на получаемые показатели прочности и деформативности. Показано, что статистическая природа физико-механических свойств волокнистых целлюлозных материалов требует вероятностного подхода при оценке их качества. Ил. 4. Табл. 6. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 676.224.7

Использование парафино-латексной смеси для поверхностной проклейки бумаги. ВАЛЕНДО П. Ф., БАЧИЛО Т. Н., ШЕРШАВИНА А. А. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 6, с. 90—93.

Изучены свойства мешочной бумаги, обработанной на поверхности составом, содержащим парафиновую дисперсию, латекс и мочевино-формальдегидную смолу. Найдено оптимальное соотношение проклеивающих компонентов состава, обеспечивающее высокое качество мешочной бумаги. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 541.18.025:676.017

Дополнительные доказательства наличия тиксотропии у бумаги. ЕРЫХОВ Б. П., ПЛОТНИКОВ А. П., СЫРНИКОВ Ю. П. Изв. высш.

учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 93—99.

Статья посвящена дискуссии по интерпретации самопроизвольного восстановления структуры бумаги после ее частичного разрушения в результате слабой пластической деформации. Показано, что обнаруженные эффекты однозначны с анизотропной тиксотропией целлюлозно-бумажных материалов и не могут быть объяснены с позиций релаксации напряжений. Табл. 4. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*79

Анализ ситуаций и моделирование экономических показателей для оценки вариантов развития переработки древесины в процессе трансформации леспромхозов. ЛОБОВИЧЕВ Т. С., МУРАШКИНА Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 100—103.

Предложен подход к решению проблемы развития переработки древесины в леспромхозах путем анализа возможных экономических ситуаций, моделирования затрат и потерь, связанных с решениями для каждой ситуации. Табл. 1.

УДК 630*6

Опыт формирования региональных целевых программ по комплексному использованию и воспроизводству лесных ресурсов (на примере Ленинградской области). ПЕТРОВ А. П., НОСОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 103—106.

Рассмотрены вопросы, связанные с формированием территориально-отраслевой программы «Интенсификация-90». Дана характеристика состояния развития лесного комплекса в Ленинградской области, этапы и направления формирования подпрограммы «Лесной комплекс». Приведены расчетные данные по отраслям лесного комплекса, запланированные программой «Интенсификация-90».

УДК 658.155.001.57

Экономико-математическое моделирование в сфере внутрихозяйственного расчета комплексных лесных предприятий. КОЛОСОВ В. С., КОЖУХОВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 107—111.

Рассматривается ряд моделей, ориентированных на достижение максимальной близости или максимума процента прибыли цехов и определение необходимых для этого усилий по повышению производительности труда и технической оснащенности в системе внутрихозяйственного расчета. Приводятся процедура линеаризации целевой функции, имеющей вид суммы модулей попарных разностей независимых переменных. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК [630*86+676].003.1

Потребности в древесном сырье для продукции конечного потребления (на примере полиграфической продукции). СОМИНСКИЙ В. С., БАВИНСКИЙ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 111—114.

Обосновано и подтверждено расчетом определение действительной потребности населения СССР в газетах и журналах, что позволяет установить эквивалентные потребности в древесном сырье. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676:658.012.011.56

Апробация управленческих решений на основе алгоритмизации технико-экономических показателей. КОКОРЕВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 115—117. Приведены основные положения метода принятия управленческих решений на ЭВМ, состоящего в использовании специфической структуры технико-экономических показателей работы предприятий ЦБП. Ил. 2.

УДК 630*181.51:581.192.7

Стимуляция вегетативного размножения древесных интродуцентов с помощью ростовой пудры и пчелиного меда. БАЛАБУШКА В. К.

Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 118—119.

Изложены результаты четырехлетних опытов размножения древесных интродуцентов летними черенками с использованием ростовой пудры и пчелиного меда. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*28

Организация побочных пользования и путей их совершенствования в Архангельской области. БЕЛОВАШ О. Б., ЛЬВОВ П. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 119—121.

Рассмотрены виды побочных продуктов, добываемых в Архангельской области, объемы заготовок в десятой и за 4 года одиннадцатой пятилетки. Определены меры совершенствования этой работы в предстоящем пятилетии. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 621.87:621.86.063.2

К вопросу об устойчивости башенного крана при выгрузке бревен из грейфера. ВТЮРИНА З. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 121—123.

Рассмотрены результаты исследования нагрузок на рельсы под колесами крана БКСМ-14ПМ2 при различных вариантах освобождения крюка от груза при работе как с грейфером, так и со стропами. Сделан вывод о возможности выгрузки бревен из грейфера с раскрытием на весу. Ил. 2.

УДК 331.87:662.53

О соизмерении объемов спичечного производства по трудоемкости при определении производительности труда. ЖАБКОВА А. И., ПЕРМИНОВА Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 123—125.

Рассмотрены вопросы совершенствования условно-натурального метода исчисления объемов спичечной продукции для измерения производительности труда. Табл. 2.

УДК 684.453.001.2

Алгоритм разработки проектных решений корпусной мебели. ААРЕЛАИД А. Х. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 125—128.

Применение ЭВМ в разработке изделий корпусной мебели позволяет выбрать оптимальные проектные решения, которые приводят к экономии производства и высоким эксплуатационным качествам изделий. Ил. 4. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*813.11

Влияние условий концентрирования лигносульфонатов на образование и стабильность свободных радикалов. САПОТНИЦКИН С. А., ПАЛЪЯНОВА Г. В., ЕРШОВ Б. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 128—129.

В мягких температурных условиях упаривания раствора лигносульфоната кальция (115 °С) образование более крупных полимерных частиц создает благоприятные условия для стабилизации свободных радикалов, следствием чего является постоянное нарастание их удельной концентрации. В жестких условиях резкое снижение удельной концентрации свободных радикалов. Ил. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 658.152

Сравнение последовательной и параллельной схем работ инвестиционного периода в отраслях лесного комплекса. БАРОЧЕНКО Н. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 129—131.

Приведено сравнение, по фактору времени и эффективности, последовательно и одновременно выполняемых работ периода создания предприятия. Установлено, что длительность выполнения работ этого периода можно сократитькратно времени их одновременного выполнения. Ил. 1.

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»**

в 1985 г.

ПЕРЕДОВЫЕ

- Добрынина Н. Д.** Программа создания. № 2—3.
Романов Е. С. Научно-технический прогресс — основа развития экономики. № 1—3.
Романов Е. С. Научно-техническому прогрессу — эффективную систему управления. № 4—3.
Романов Е. С. Захватывающая перспектива создания. № 6—3.
Федотова Е. Д. Движение, охватившее миллионы. № 5—3.
Чудинов И. А. Курс на всемерное улучшение работы. К итогам апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС. № 3—3.

К 40-летию ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

- Вакуров А. Д.** Лес в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. № 3—5.

ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

- Калитеевский Р. Е.** Интенсификация лесопиления и подготовка кадров. № 1—13.
Таубер Б. А. Механизация и автоматизация подъемно-транспортных работ — важнейшая задача интенсификации производства предприятий лесного комплекса. № 1—5.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Абseitов С. Ю., Осипов Ю. С.** Обоснование процесса извлечения семян из шишкоягод арчи. № 3—26.
Бугаев В. А., Сериков М. Т., Смольянов А. Н. Фитомасса дубравы снытьевой в Шиповом лесу Воронежской области. № 2—9.
Буторова О. Ф., Важенина Е. Ф. Рост саженцев лихты сибирской в зависимости от качества посадочного материала. № 5—20.
Воронин И. В., Бугаев В. А. Основные показатели динамики состояния лесного фонда лесхозов Воронежской области. № 3—10.
Ерусалимский В. И. Особенности строения корневых систем в культурах дуба в засушливой степи. № 4—15.
Зоров Б. В., Камешков И. Л., Крюк В. И., Родионова И. В., Шавнин С. А. О действии лазерного облучения на

- посевные качества семян некоторых хвойных пород. № 4—28.
Колесников Ю. Е. Водный режим и рост культур сосны на осушенных мелких торфяниках. № 6—22.
Колесников Ю. И., Ларин Г. И. К расчету тягового сопротивления лесных плугов. № 1—31.
Коновалов В. Н., Листов А. А. Динамика содержания пластидных пигментов у сосны в связи с внесением удобрений в северотаежных лишайниковых борах. № 6—18.
Корепанов А. А., Дружинин Н. А. Влияние осушения и минеральных удобрений на содержание азота и зольных элементов в хвое сосны. № 1—16.
Костенчук Н. А. К вопросу оптимизации структуры древостоя при выращивании леса с учетом конкуренции деревьев. № 2—22.
Куделя В. А., Швиденко А. З. Обоснование оптимальных параметров выборочной таксации листовидных древостоев Якутии. № 6—5.
Лотова Л. И. Соотношение твердого луба и смолеместных в корне некоторых хвойных. № 4—23.
Миронов П. В., Лоскутов С. Р., Левин Э. Д. О фазовом переходе воды в зимующих побегах листовидных сибирской. № 5—9.
Мошкалев А. Г., Елизаров А. Ф. Определенные хозяйственного положения земель государственного лесного фонда. № 3—21.
Мякушко В. К., Коновальчук В. К. Влияние некоторых факторов среды и способов подготовки семян клюквы болотной на их прорастание. № 5—28.
Неволин О. А. О долговечности сосны в условиях Севера. № 1—18.
Некрасова Г. Н., Полубояринов О. И., Фурии А. И. Изменение плотности древесины ели по высоте ствола в связи с ветровой нагрузкой. № 6—14.
Полубояринов О. И., Федоров Р. Б. Влияние климатических факторов на плотность древесины сосны обыкновенной в лесной зоне европейской части СССР. № 2—5.
Приседский Ю. Г. Влияние загрязнения воздуха фтористым водородом на содержание пигментов в листьях древесных растений. № 1—35.
Романов Г. Е. О системе показателей истощенности лесосырьевых баз. № 2—15.

- Рябчук В. П.** Прогнозирование сроков соковыделения березы и клена методом фенологических явлений-индикаторов. № 5—18.
- Сабо Е. Д.** Перспективы развития гидроресомелиорации в свете решений октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС. № 5—5.
- Силаев Г. В., Жуков В. В.** Применение планирования эксперимента для исследования энергетических показателей почвообрабатывающего агрегата. № 5—24.
- Скрынников Б. М.** К вопросу об очистке лесных семян воздушным потоком. № 6—26.
- Софронов М. А., Волокитина А. В.** Типы основных проводников горения при низовых пожарах. № 5—12.
- Стадницкий Г. В., Сметанин Г. М.** Об учете и прогнозировании урожая семян хвойных пород. № 1—22.
- Стадницкий Г. В., Страхов В. В.** Экологические принципы лесовосстановления и проблемы лесозащиты. № 4—5.
- Теодоронский В. С., Кострова Г. Л., Ишина Е. Ю.** Влияние минеральных удобрений и дефолиантов на накопление крахмала в побегах кустарников и опадение листьев. № 3—14.
- Тиунчик В. К., Лантух В. С.** Влияние полнэтленового укрытия на рост и накопление биогенных элементов в сеянцах сосны. № 3—18.
- Тиунчик В. К., Лантух В. С., Калинин М. И.** Регенеративная способность корневых систем сосны и дуба в чистых и смешанных насаждениях. № 2—18.
- Тихонов А. С., Попалиар С. А.** Особенности развития рекреационных сосняков-черничников. № 4—19.
- Цурик Е. И.** Математико-статистическая интерпретация таксации запаса древостоев. № 6—10.
- Швец М. И.** Установление критериев полноты дубовых насаждений лесостепи УССР. № 1—27.
- Щербакова О. Н.** Влияние постепенных рубок на ферментативную активность почвы. № 2—12.
- ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ**
- Бабин А. И., Дрон Ю. И.** Система учета лесоматериалов на лесовозном транспорте. № 5—48.
- Баринюв К. Н., Милюткиев В. Ю.** Синтез согласующего устройства для манипуляторов трелевочных и валочно-трелевочных машин. № 4—33.
- Белая Н. М., Береговая Н. И.** Исследование тяговой способности канатной передачи. № 1—39.
- Библюк Н. И., Бойко А. А., Мирецкий И. Л., Стирановский О. А.** О динамических характеристиках пакета хлыстов как предмета транспортирования. № 6—31.
- Богомас Г. Д., Романенко В. И., Седов Ю. А.** Влияние инерционных масс на мощностной баланс лесовозного автопоезда при колебаниях нагрузки. № 2—36.
- Буряк Е. С., Уваров Б. В., Щелкунов В. В.** Воздействие на дорожную одежду нагрузки, изменяющейся со временем. № 2—27.
- Васильев Н. Л., Лившиц Н. В., Меньшиков Б. Е., Повод Г. А.** О применении синтетических материалов для молевого лесосплава. № 6—41.
- Грязин А. Д., Смирнов М. Ю.** Лесовозные автопоезда, их комплектование и условия применения. № 4—46.
- Гулько Л. И.** Исследование линейного агрегированного критерия и зон технологической мобильности потоков лесных складов. № 3—41.
- Гуцелюк Н. А., Козьмин С. Ф., Троязыков В. М., Сенников В. В.** К определению нагрузки в узлах машины для разделки деревьев в положении, близком к вертикальному. № 6—52.
- Дергунов Н. П., Дрон Ю. И.** Выбор основных параметров автоматической подвески лесовозного автомобиля. № 3—31.
- Дудюк Д. Л.** Моделирование процесса работы лесных машин с помощью обобщенных потоков Эрланга. № 5—44.
- Дуров А. В., Пустошный П. А., Красильников Ю. Н., Орленко О. Д.** О топливной экономичности тепловоза ТГМ23Б при поездной работе. № 6—35.
- Елисеев А. П., Казанцев В. В., Бахтина С. В., Лаукайтис П. П.** Исследование работы песчаного основания лесовозных дорог, армированного битумизированной бумагой. № 3—35.
- Ильин Б. А.** Выбор и размещение дорожных конструкций на технологических путях лесовозных дорог. № 4—41.
- Капустин В. А.** Число деревьев, срезаемых с одной стойки валочно-пакетирующей машиной. № 2—32.
- Карнов В. К., Косов В. С.** Результаты экспериментальных исследований окорки лесоматериалов гибкими короснимателями. № 1—47.
- Кононов Ю. П.** К оптимизации надежности обеспечения лесозаготовительных машин запасными частями. № 6—44.
- Кралин В. С.** Оценка надежности технологического оборудования валочно-пакетирующих машин ЛП-19. № 4—50.
- Кулижников А. М.** Расчет дорожных конструкций с древесными слоями по упругому прогибу. № 6—48.
- Малюгин Т. Т., Ленюк Г. К.** О теории подвешивания лесовозного автомобильного роспуска. № 5—33.
- Марушкой М. Ю., Макарян Р. И., Сащенко Л. В.** Влияние повышения

- мощности двигателя на эффективность работы трелевочного трактора. № 1—50.
- Мельников Л. В., Чекалкин К. А. О свободном торможении плота в речном потоке. № 2—43.
- Мигляченко В. П. Возведение земляного полотна лесовозных дорог в зимних условиях. № 6—38.
- Морозов С. И., Попов М. В., Исупов И. И. Влияние подъема пути на сопротивление сдвигу рельсошпальной решетки. № 1—42.
- Нартов П. С., Ханкин Е. И. Экспериментальные исследования влияния упругого звена на динамику щитового бревнобрасывателя. № 2—38.
- Новицкий Н. П. Обеспечение видимости на лесовозных дорогах в горных условиях. № 3—37.
- Пискунов А. С., Попиков П. И. Влияние кинематических параметров механизма подъема на динамическую нагруженность гидроманипулятора. № 5—52.
- Попов М. В. Допустимые неровности оси рельсошпальной решетки на лесовозных УЖД. № 5—40.
- Сабов В. В., Кучерявый В. И., Торлопов В. П. Определение вероятности захвата деревьев машинами манипуляторного типа на выборочных рубках. № 2—41.
- Суров Г. Я. Моделирование динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с рейдовыми механизмами. № 3—48.
- Уваров Б. В. О расчете колеиных покрытий лесовозных автодорог с учетом несимметричного нагружения. № 4—36.
- Холявин В. С. Влияние кривизны бревен на коэффициент полнодревесности штабеля лесоматериалов. № 1—53.
- МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ**
- Агабеков Н. М. Возможности использования легкой флегмы в качестве антисептика. № 1—77.
- Амалицкий В. В., Пирогов В. А. Исследование безотказности линии формирования и прессования древесностружечных плит цеха СП-25. № 6—56.
- Афанасьев О. П., Зотов Г. А., Разуваев С. П. Тепловые явления в режущем элементе дереворежущего инструмента. № 1—57.
- Бектобеков Г. В. Эргономическое обеспечение безопасности производственных процессов в промышленности. № 3—67.
- Бурлов С. А., Шамаев В. А., Винник Н. И. Изменение микроструктуры древесины березы при деформировании поперек волокон. № 4—64.
- Грубе Н. А., Егоров В. И., Яковлев Г. И., Джуржий В. Ф. Методика расчета циклонных установок цехового пневмотранспорта. № 4—67.
- Гутман А. Л., Гончарова Г. В., Иванова О. П., Новик В. Ф., Кашлев В. П. Измерение плотности и толщины древесностружечных плит СВЧ-методом. № 1—69.
- Дьяконов К. Ф., Курьянова Т. К., Косиченко Н. Е. Особенности деформации анатомических элементов древесины дуба при различных режимах термообработки. № 5—75.
- Жуков В. С., Карягин В. В., Иванов В. П., Каримов К. Х. Математическая модель переноса при термовакuumном методе влаготметрии древесной стружки. № 6—59.
- Заневский И. Ф., Козориз Г. Ф. Выбор рациональной толщины стенки воздухопроводов пневмотранспортных систем. № 3—63.
- Крылов Г. В., Пятков В. Е. Об одном подходе к расчету выхода заготовок из обрезных пиломатериалов. № 2—47.
- Кузнецов Л. Д., Крюк В. К., Пашков В. К. Акустико-эмиссионная диагностика качества материала дереворежущего инструмента. № 6—73.
- Ласточкин П. В., Якимович С. Б. Определение области эффективных значений некоторых параметров манипулятора при сортировке и пакетировании круглых лесоматериалов. № 6—63.
- Леонов Л. В., Ряйккенен Р. П. Целевая функция управления и ее декомпозиция в интегрированной АСУ производством древесных плит. № 5—57.
- Меремьянин Ю. И. Новый способ непрерывного измерения влажности древесной стружки. № 6—71.
- Молчанов Л. Г. Математическая модель линии отделки мебельных щитов. № 4—55.
- Невзорова Л. Г., Лаутнер Э. М. Теоретическое исследование движения щепы в трубопроводе при боковом ее удалении из дисковой рубильной машины. № 2—54.
- Пигильдин Н. Ф., Оленченко И. А. Ударные нагрузки, действующие на механизм подачи окорочного роторного станка. № 4—72.
- Рыков Е. Н. К вопросу исследований характеристик сегментных и шибберных бункерно-загрузочных устройств. № 1—73.
- Рыков Е. Н. Вопросы оптимизации транспортно-загрузочных операций и процессов. № 6—66.
- Рыков Е. Н., Гусев А. П. Оптимизационный анализ технологических деревообрабатывающих систем. № 5—62.
- Рябков В. М. Моделирование и задачи управления технологическим ком-

- плексом производства древесностружечных плит. № 4—59.
- Сабуров Э. Н., Осташев С. И.** О расчете распределения тангенциальной скорости в циклонной кольцевой камере. № 2—59.
- Светозарова Е. И., Серов Е. Н., Лабудин Б. В.** Некоторые вопросы совершенствования клееных деревянных конструкций в процессе изготовления. № 2—65.
- Смирнов А. А.** Расчет сопротивления контура циркуляции сушильного агента в АСУП сушки пиломатериалов. № 3—71.
- Страхов А. В.** О точности воспроизведения профиля неровностей поверхности древесины и древесных материалов шуповым методом. № 3—53.
- Суровцева Л. С.** Анализ факторов, влияющих на выход черновых заготовок. № 1—60.
- Тимофеев Н. И.** К расчету мощности на фрезерование бревен торцовыми фрезами. № 2—50.
- Шапиро И. И., Скворцов А. К.** Критерии динамического моделирования ременных приводов. № 3—60.
- Шубин Г. С.** Вопросы взаимодействия древесины с влагой. № 5—68.
- Шустерзон Г. И.** Исследование светоотражения отверждаемых клеев. № 1—66.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Азаров В. И., Ковернинский И. Н., Зайцева Г. В.** Разработка и исследование лигнокарбамидоформальдегидных смол с улучшенными физико-механическими показателями. № 5—81.
- Белогуров П. Ф., Колесников В. Л., Жонина Т. А.** Влияние добавок полимерноминеральных составов на механические свойства кровного слоя коробочного картона марки «А». № 3—85.
- Бельчинская Л. И.** Использование глинистых минералов с клиноптилолитной составляющей для очистки газовых выбросов мебельного комбината от толуола. № 2—82.
- Богданович Н. И., Кузнецова Л. Н., Гельфанд Е. Д.** Пиролизированный активный ил и его использование для очистки сточных вод ЦБП от органических загрязнений. № 2—75.
- Буглай Б. М., Азаров В. И., Рыбин Б. М., Кононов Г. Н., Ерохин С. Н.** Модифицированная карбамидоформальдегидная смола для отделки древесины и древесных материалов. № 3—82.
- Валендо П. Ф., Бачило Т. Н., Шершавина А. А.** Использование парафино-латексной смеси для поверхностной проклейки бумаги. № 6—90.
- Валендо П. Ф., Осипов А. В.** Использование высокомолекулярного полиэтиленполиаминна в процессе подготовки бумажной массы. № 5—92.
- Валендо П. Ф., Усова О. П.** Исследование состава и свойств осадков проклеивающих веществ. № 4—83.
- Вахтель В. Н., Петров В. С.** Активные угли из лесосечных отходов хвойных пород Сибири. № 5—87.
- Вахтель В. Н., Петров В. С., Чебыкина Л. И.** Некоторые характеристики осветляющих активных углей из лесосечных отходов хвойных пород Сибири. № 1—93.
- Гермер Э. И., Кудрявцев В. С.** Варка лиственницы бессернистыми щелочными способами с предварительной экстракцией водорастворимых веществ. № 5—84.
- Глухов В. И., Райчук Ф. З., Шолохова А. Б., Хрулев В. М.** Влияние агрессивных сред на свойства модифицированной полимерами древесины. № 1—96.
- Глухов В. И., Райчук Ф. З., Шолохова А. Б., Хрулев В. М.** Воздействие атмосферных условий на свойства модифицированной полимерами древесины. № 2—80.
- Грунин Ю. Б.** Возможности изучения надмолекулярных характеристик органических адсорбентов методом ЯМР. № 1—88.
- Ерыхов Б. П., Плотников А. П., Сырников Ю. П.** Дополнительные доказательства наличия тиксотропии у бумаги. № 6—93.
- Жуков И. В., Бутко Ю. Г., Бутко Г. Ю.** Остаточные явления и их изменения во времени после магнитной обработки бумажной массы. № 3—79.
- Киприанов А. И., Прохорчук Т. И., Попова Л. Г., Соколова Т. В., Кибасова Е. Н., Седых В. И., Юринова А. А., Митрофанова Л. М.** Продолжительность действия стимуляторов на рост семян ели и сосны в условиях теплицы. № 2—89.
- Комаров В. И., Лиутина Т. Ф.** Лабораторная оценка физико-механических свойств сульфатной небеленой целлюлозы. № 6—85.
- Котлик С. Б., Ляпкин А. А., Санникова И. Ю.** Каталитическое обезвреживание токсичных выбросов лесохимических и деревообрабатывающих предприятий. № 3—93.
- Краснобаярова Л. В., Колесникова Р. Д., Латыш В. Г.** Исследование химического состава эфирных масел лиственницы японской, западной и американской. № 2—85.
- Крунчак В. Г., Крунчак М. М., Боголицын К. Г.** Кинетический метод контроля за компонентным составом сточных вод. № 4—86.
- Пантюхов В. П., Эльберт А. А.** Исследование клеящей способности лигносульфонатов. № 2—69.
- Пантюхов В. П., Эльберт А. А.** Совмещение модифицированных лигносульфонатов с фенолоспиртами для по-

- лучения древесных пластиков. № 6—78.
- Примачева Л. Г., Бугаева Т. Н., Гладкова Н. Я., Никитина В. Т. Особенности щелоков бисульфитных варок смешанных пород древесины. № 4—92.
- Примачева Л. Г., Бугаева Т. Н., Грачева Е. В. Лигносulfонаты бисульфитных варок целлюлозы и полуцеллюлозы из сибирских пород древесины. № 5—94.
- Прошкин Г. Ф., Миловидова Л. А., Комарова Г. В., Цвиль В. С. Изучение влияния условий хлорирования на снижение сорности сульфитной вискозной целлюлозы при отбелке. № 1—80.
- Туманова Т. А., Буйницкая И. И., Малькова Е. И. Часовенная В. А., Рачков Г. В. Влияние обработки небеленой сульфатной целлюлозы растворами гипохлорита натрия на удалении экстрактивных веществ. № 6—81.
- Черная Н. В., Колесников В. Л., Гридюшко Г. С. Свойства оборотного брака бумаги с латексной проклейкой. № 2—71.
- Чернышева Н. К., Маслова Л. А., Гричанова Г. С., Горовой М. Р. Защита древесноволокнистых плит фторсодержащими отходами. № 1—85.
- Шляшинский Р. Г., Богомолов Б. Д., Ключев А. Ю., Пуят С. С. Изучение электронизоляционных свойств и химических превращений смоляных кислот талловой канифоли в процессе ее этерификации. № 4—78.
- Шляшинский Р. Г., Богомолов Б. Д., Ключев А. Ю., Ударов Б. Г. О составе и электронизоляционных свойствах талловой канифоли, вырабатываемой на ЦБК. № 3—90.
- Эльберт А. А., Коврижных Л. П., Васильев В. В. Совмещенное связующее на основе фенолоформальдегидной смолы и лигносульфонатов для древесных плит. № 3—75.
- защиты технико-экономических показателей работы предприятий ЦБП. № 6—115.
- Колесников С. И. Анализ эксплуатационных затрат на лесовозных УЖД. № 5—105.
- Колосов В. С., Кожухов Н. И. Экономико-математическое моделирование в сфере внутрихозяйственного расчета комплексных лесных предприятий. № 6—107.
- Кузьбожев Э. Н. Социальное развитие коллективов и его связь с производительностью труда. № 2—99.
- Лазарев А. С. Теоретические вопросы совершенствования лесных такс. № 5—113.
- Лобовиков Т. С., Мурашкина Л. В. Анализ ситуаций и моделирование экономических показателей для оценки вариантов развития переработки древесины в процессе трансформации леспромпхозов. № 6—100.
- Мельниченко Е. Д., Соминский В. С. Предполагаемая экономическая эффективность производства древесной массы из лиственницы. № 2—97.
- Михли С. З. Методы расчета оптимального числа пунктов учета лесоматериалов. № 2—106.
- Ольшанский И. С., Китайник Л. М., Перельмутер Ю. Н., Спринцын С. М. Применение методов многокритериальной оптимизации при обосновании перспектив использования мягкоколотвенной древесины в европейской части СССР. № 1—100.
- Петров А. П., Мещеряков С. А. Совершенствование методов оценки производительной деятельности лесозаготовительно-деревоперерабатывающих объединений (на примере Усть-Илимского ЛПК). № 4—108.
- Петров А. П., Носов В. М. Опыт формирования региональных целевых программ по комплексному использованию и воспроизводству лесных ресурсов (на примере Ленинградской области). № 6—103.
- Пластинин А. В. О сущности и функциях показателя «трудова рентабельность». № 4—103.
- Подлеских Е. М. Анализ качества планирования производительности труда в лесозаготовительном объединении по уровню выполнения плановых заданий. № 3—105.
- Подшивалов Г. К. Методика обоснования и расчета функций распределения вероятностей для обработки экономических показателей. № 4—111.
- Романов Е. С. Стимулирование выявления резервов производственных мощностей. № 3—100.
- Сабалина Н. И., Карпова Л. В. Экономическая эффективность производства технологической щепы в системе лесозаготовительных предприятий. № 2—103.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Афанасьев С. В. К учету газообменной функции леса в комплексной продукции лесного хозяйства. № 5—102.
- Бызов В. И., Мазуркин П. М. Анализ производительности лесопильных цехов. № 4—115.
- Волков В. Д. Планирование лесного хозяйства и совершенствование учета лесных ресурсов. № 2—109.
- Желиба Б. Н. О соотношении интенсивных и экстенсивных факторов в развитии лесного хозяйства. № 1—108.
- Козлов Б. Ф. Обобщающая оценка динамики эффективности производства на мебельных предприятиях. № 5—109.
- Жокорева Т. А. Апробация управленческих решений на основе алгоритми-

- Соминский В. С., Бабинский Г. А. Потребности в древесном сырье для продукции конечного потребления (на примере полиграфической продукции). № 6—111.
- Тришин В. С. Формирование механизма управления трудом в лесном хозяйстве. № 4—96.
- Фокин В. А. Совершенствование практики расчетов фактической социально-экономической эффективности новой лесозаготовительной техники. № 1—113.
- Шляхта Я. М. Сравнительная экономическая оценка насаждений дугласии и ели в Карпатах. № 3—107.
- Щетинина К. И., Ладодо Н. С. Экономические аспекты увеличения лесопользования в Ленинградской области. № 1—105.
- Янушко А. Д., Желиба Б. Н. Чистая продукция и эффективность лесного хозяйства. № 3—96.
- Янушко А. Д., Желиба Б. Н., Берегова Т. С. Критерий экономической эффективности в лесохозяйственном производстве. № 5—98.
- КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И
ОБМЕН ОПЫТОМ**
- Аарелайд А. Х. Алгоритм разработки проектных решений корпусной мебели. № 6—125.
- Аблаев С. М., Комаров В. П., Мирзабаев Б. К. Некоторые вопросы повышения урожайности насаждений фишашки. № 5—118.
- Агеев С. П. Исследование зависимости удельного электропотребления от производительности варочной установки «Пандия». № 5—130.
- Агibalова Е. Е., Генкин Л. И., Спиридонов Е. В., Фишман О. Я. Исследование температурных полей при прессовании древесноволокнистых плит. № 5—124.
- Балабушка В. К. Стимуляция вегетативного размножения древесных интродуцентов с помощью ростовой пудры и пчелиного меда. № 6—118.
- Барабин А. И. Влияние заморозков на точность прогноза урожая семян ели в Архангельской области. № 4—122.
- Бароненко Н. С. Сравнение последовательной и параллельной схем работ инвестиционного периода в отраслях лесного комплекса. № 6—129.
- Беккер И. Г., Марченко П. Ф., Сенников М. А. Влияние эксплуатационных факторов на расход запасных частей автолесовозов. № 3—113.
- Беловаш О. Б., Львов П. Н. Организация побочных использований и пути их совершенствования в Архангельской области. № 6—119.
- Божок А. А., Винтонив И. С., Иванов О. С. Категории декоративности древесины явора, произрастающего в Карпатах. № 2—117.
- Бутырин В. П., Сосновский Р. И. Адаптация моделей производства древесной массы. № 3—125.
- Втюрина З. Д. К вопросу об устойчивости башенного крана при выгрузке бревен из грейфера. № 6—121.
- Втюрина З. Д., Шекалов Е. А. Коэффициент заполнения радиального грейфера. № 3—115.
- Диченков Н. А. Исследование условий высухания лесных горючих материалов. № 2—119.
- Дмитриев И. Д., Любимов А. В. Некоторые особенности строения полога насаждений типа леса сосняк сфагновый. № 1—117.
- Езнев Л. Х. Болотный кипарис и его культура в Узбекистане. № 2—114.
- Жабкова А. И., Перминова Г. А. О соотношении объемов спичечного производства по трудоемкости при определении производительности труда. № 6—123.
- Калитеевский Р. Е., Коноплева И. А. Определение размеров боковых пиломатериалов с учетом дробности сортровки сырья. № 1—122.
- Киренчев А. Н. Декоративное оформление опушек мелиоративных насаждений. № 3—112.
- Ковзун Н. И. Оценка средней разнотолщинности пиломатериалов в партии. № 5—126.
- Кокореза Т. А. Оптимизация потоков информации на предприятиях ЦБП в условиях функционирования АСУП. № 4—128.
- Кучерявый В. И. Расчетная оценка надежности элементов лесозаготовительных машин по критерию прочности. № 2—125.
- Мацкевич Д. Д. О методе измерения плотного объема круглых лесоматериалов, по суммарной площади торцов. № 2—129.
- Надин А. Ф., Прокшин Г. Ф., Богомолов Б. Д., Мухин Ю. А. Влияние добавок деметилированного лигнина на процесс щелочной варки. № 4—130.
- Пеленков А. И. Исследование наработки трелевочного трактора класса 40 кН (4 тс). № 2—122.
- Петров А. П., Любовников М. А. Формирование фонда экономического стимулирования рубок ухода. № 5—128.
- Попова Н. М. Относительная активность воды как показатель засухоустойчивости древесных растений. № 5—117.
- Прокофьев Г. Ф., Ходерян Б. А. Исследование аэростатических опор. № 3—118.
- Прокофьев Г. Ф., Ходерян Б. А. Начальный изгиб ленточной пилы в зоне резания. № 4—125.
- Пурим В. Р., Найденов В. И., Коперин И. Ф. О влиянии мазута на выгорание мелкофракционных древесных отходов. № 1—126.

- Радкевич А. П. О факторах, определяющих значение нормы управляемости мастера мебельного производства. № 3—127.
- Романов Е. С. Правильно определять средние нормы выработки. № 1—124.
- Сапотницкий С. А., Пальянова Г. В., Ершов Б. Г. Влияние условий концентрирования лигносульфонатов на образование и стабильность свободных радикалов. № 6—128.
- Скурихин Н. А., Тимашев М. М., Яхонтов Ю. К. Система постановочного учета сырья на базе УВМ. № 1—130.
- Соболев В. А., Глушков В. П., Вайсман А. А. Влияние пород деревьев на вероятность травматизма при валке леса. № 3—117.
- Соловьев В. В., Боричев Ю. А., Короткова М. Л. О поперечной жесткости «плавающих» круглых пил. № 5—122.
- Сухой И. Б. Факторы, определяющие численность подроста широколиственных древесных пород. № 3—110.
- Терегеря В. В., Батыгина Р. И., Терегеря Н. В., Вещуков Г. Ф. Математико-статистическая модель процесса окисления таллового масла из лиственной древесины. № 3—128.
- Тимофеев Н. И. Усилия на ножах торцовых фрез для окантовки бревен. № 3—123.
- Устиновская Л. Т. Очередные задачи изучения защитного лесоразведения в степях Украины. № 4—120.
- Холявин В. С. О полндревесности штабеля лесоматериалов, ограниченных жесткими опорами. № 2—127.
- Чубинский А. Н. К вопросу о толщине фанеры. № 3—121.
- Шкалов Е. А., Втюрина З. Д. К вопросу рекуперации энергии на крапне-лесопогрузчике башенного типа КБ-572. № 1—119.
- Шубин Г. С. О механизме переноса свободной влаги в древесине. № 5—120.

ИСТОРИЯ НАУКИ.

- Остроумова Н. К. Третьи Сукачевские чтения. № 1—133.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Игумнов М. А. Годичное собрание Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ. № 3—131.
- Мурахтанов Е. С., Тихонов А. С. Координационное совещание в Брянском технологическом институте. № 2—132.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ.

- Аким Э. Л. Монография по технологии древесностружечных плит. № 5—134.
- Минкевич И. И. Жизнь, отданная науке. № 3—134.

- Гейзлер П. С., Золотогоров В. Г. Организация и планирование лесопромышленного производства. № 5—133.

ЮБИЛЕИ

- Деканат химико-технологического факультета Ленинградской лесотехнической академии. Соломон Абрамович Сапотницкий (к 70-летию со дня рождения). № 2—135.
- Кириллов А. Н., Серговский П. С. Борис Наумович Уголев (к 60-летию со дня рождения). № 4—16.
- Коллектив Брянского технологического института. Наш юбиляр. № 3—135.
- Коллектив кафедры целлюлозно-бумажного производства Ленинградской лесотехнической академии. Давиду Моисеевичу Фляте — 75 лет. № 1—135.
- Коллектив Московского лесотехнического института. Алексей Иванович Воронцов (к 70-летию со дня рождения). № 1—136.
- Московский лесотехнический институт, Архангельский лесотехнический институт, Архангельский институт леса и лесохимии, редакционная коллегия «Лесного журнала». Иван Степанович Мелехов (к 80-летию со дня рождения). № 4—132.
- Ректорат, партком, профком, коллектив кафедры строительной механики Львовского лесотехнического института, редакционная коллегия «Лесного журнала». Наталия Михайловна Белая (к 70-летию со дня рождения). № 4—135.
- Сотрудники кафедры древесиноведения и защиты леса и проблемной научно-исследовательской лаборатории модификации древесины Белорусского технологического института. Николай Ильич Федоров (к 60-летию со дня рождения). № 2—134.
- Сотрудники кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежского лесотехнического института. Профессору В. А. Бугаеву — 60 лет, № 1—137.

НЕКРОЛОГИ

- Харитонов В. Я. Памяти Калинтя Авдеевича Чекалкина. № 4—138.

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ ЛЕСНОЙ НАУКИ

- Азиев Ю. Н. Памяти Бориса Дмитриевича Жилкина (к 90-летию со дня рождения). № 3—136.
- Тарабрин А. Д. Памяти ученого и педагога (к 100-летию со дня рождения) Н. Н. Киселева). № 5—136.
- Стадницкий Г. В. Памяти Петра Артемьевича Положенцева. № 5—137.