

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Журнал основан в 1957 году

6

1981

АРХАНГЕЛЬСК



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. Беляя, 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 сотрудников вузов 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, преподавателей вузов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1981.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

Сдан в набор 25/IX 1981 г. Подписан к печати 5/II 1982 г.
Форм. бум. 70×108¹/₁₆. Печать высокая. Условн. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,24
Сл. 00300. Тираж. 1950 экз. Заказ 8906. Цена 1 руб.
Типография им. Силепина издательства Архангельского обкома КПСС.
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ВДОХНОВЛЯЮЩАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Состоявшийся в Москве 16 ноября 1981 г. Пленум Центрального Комитета Коммунистической Партии Советского Союза рассмотрел и одобрил в основном проекты государственных народнохозяйственных планов на XI пятилетку и 1982 г. С большой программной речью на пленуме выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнев. Несколько днями позже Верховный Совет СССР принял законы о государственных планах экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на 1982 г. Соответствующие законы приняты Верховными Советами союзных республик.

Эти события и документы определяют направления развития нашей страны, трудовой деятельности и всей жизни советских людей.

Одиннадцатая пятилетка — новый крупный шаг в строительстве материально-технической базы коммунизма, совершенствовании социалистических общественных отношений, формировании нового человека. Главная задача нового пятилетнего плана определена XXVI съездом КПСС: обеспечить дальнейший рост благосостояния советских людей на основе устойчивого поступательного развития народного хозяйства, ускорения научно-технического прогресса и перевода экономики на интенсивный путь развития, более рационального использования производственного потенциала страны, всемерной экономии всех видов ресурсов и улучшения качества работы.

Национальный доход за пятилетие возрастет на 18 %, промышленное производство — на 26 %, продукция сельского хозяйства (в среднегодовом исчислении) — на 13 %. Более высокими, чем в X пятилетке, будут и абсолютные приросты по этим и многим другим показателям. В то же время приросты численности занятых в производственной сфере и лимитов капитальных вложений будут заметно меньше. В этом состоит одна из главных особенностей новой пятилетки, свидетельствующая об усилении роли интенсивных факторов в развитии экономики. Задачу завершения в восьмидесятые годы перевода экономики на преимущественно интенсивный путь развития XXVI съезд КПСС поставил в один ряд с таким глубочайшим преобразованием нашего общества, как социалистическая индустриализация.

Курс на интенсификацию и повышение эффективности производства находит выражение в заданиях по повышению производительности труда. Прирост производительности в 1985 г. по сравнению с 1980 г. намечен в промышленности и сельском хозяйстве — на 23, в строительстве — на 15 %. Это обеспечит 90 % прироста национального дохода и условную экономию труда примерно 17 млн. работников.

В решении этих грандиозных задач заметную роль должны сыграть отрасли лесного комплекса страны. С меньшими затратами при высоком качестве, наиболее рациональными путями полностью удовлетворить многообразные потребности производства и населения в лесной продукции, сохраняя и приумножая лесные богатства, — такова задача. Ее решение — на путях технического прогресса: в механизации и автоматизации производства, совершенствовании технологии, комплексном использовании сырья, рационализации отраслевой структуры и размещения производства, повышении производительности труда и качества работы.

Лесное производство все еще остается трудоемким, в нем немало тяжелых и малопривлекательных ручных работ. Поэтому особенно актуальны проблемы сокращения затрат ручного труда, снижения трудоемкости механизированных процессов, расширения автоматизации, повышения гуманизации труда. В этом заключено решение двуединой задачи: выполнить производственные планы при меньших трудовых ресурсах и способствовать формированию нового человека.

В лесозаготовительной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесохимической промышленности, лесном хозяйстве разрабатываются программы по различным направлениям научно-технического прогресса. Так, по Минлесбумпрому СССР вдвое увеличится объем машинных работ без применения ручного труда на валке и трелевке леса, обрезке сучьев. Опережающими темпами будет развиваться производство прогрессивных видов лесной и бумажной продукции. Доля эффективных заменителей деловой древесины должна достигнуть 34 % в 1985 г. Резко увеличится использование лиственной древесины, лесосечных и других отходов для производства плит, целлюлозы, древесной массы и др.

Ограниченность ресурсов труда и капитальных вложений в XI пятилетке диктует необходимость найти оптимальные пропорции всех отраслей по заготовке

и переработке древесины. Особого внимания требует лесозаготовительная промышленность, без развития которой большие капиталовложения в лесопиление, деревообработку и целлюлозно-бумажное производство не принесят ожидаемой отдачи.

В последнее время ЦК КПСС принял специальные постановления по лесным отраслям: о работе Ивано-Франковского обкома КПСС по комплексному использованию лесных ресурсов и опыте Котласского и Соликамского ЦБК по экономичному и рациональному использованию древесного сырья, топливно-энергетических и других материальных ресурсов. В этих документах одобрен передовой опыт и указаны конкретные пути улучшения работы.

Над решением проблем лесного комплекса работают крупные научные силы Минлесбумпрома, Гослесхоза и других министерств и ведомств. Среди них — ученые лесной высшей школы. Каждый лесной вуз СССР — это крупный научный центр, располагающий широким набором высококвалифицированных специалистов самого различного профиля. Это хорошая основа для широких системных исследований отраслевых и региональных комплексных проблем. В этом отношении вузы имеют определенные преимущества перед «отраслевой» наукой. Но эти преимущества используются пока далеко не полностью.

Новая пятилетка ставит перед коллективами вузов большие и сложные задачи и в их главном назначении — подготовке инженерных кадров. Лесной инженер 1980-х годов должен не только обладать глубокими знаниями и практическими навыками, но и уметь учиться дальше. Он должен выступать проводником не только технического прогресса, но и социалистического образа жизни, иметь активную жизненную позицию, быть подлинным патриотом и интернационалистом.

Разрабатывая свои планы на XI пятилетку, коллективы вузов обращаются к материалам сессии Верховного Совета СССР и речи Генерального секретаря ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнева на ноябрьском (1981 г.) Пленуме ЦК КПСС. «За время, прошедшее после XXVI съезда КПСС, — сказал Л. И. Брежнев, — проделана большая политическая, организационная и хозяйственная работа. Возросла трудовая и политическая активность масс. Советский народ вступил в новую пятилетку с чувством оптимизма, уверенности в своих силах. Он глубоко убежден в том, что поставленные съездом большие и сложные задачи коммунистического созидания будут успешно решены». Дело чести работников вузов ознаменовать XI пятилетку новыми достижениями!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*521.2 : 311.16

ДИНАМИКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ТОЛЩИНЫ
ДЕРЕВЬЕВ ТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

И. И. ГУСЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Изменчивость толщины деревьев мы изучали по материалам 293 пробных площадей, заложенных на Европейском Севере в ельниках различной возрастной структуры. Для каждой пробной площади анализировали закономерности распределения деревьев по обычным и относительным ступеням толщины с вычислением коэффициента варьирования, асимметрии и эксцесса. Тип возрастной структуры устанавливали по нашей классификации [1]. Зависимость коэффициента варьирования, асимметрии и эксцесса от возраста выявляли для ельников зеленомошных средней подзоны тайги.

Корреляционный анализ тесноты связи данных показателей с возрастом показал, что только в одновозрастных ельниках наблюдается нелинейная зависимость C_d от A , значительная α_d от A и умеренная ϵ_d от A . В условно разновозрастных и особенно в разновозрастных указанные зависимости настолько малы, что не имеют никакого практического значения (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции и корреляционные отношения

Коррелирующие признаки	Древостон			
	одновозрастные		условно разновозрастные	
	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
C_d и A	$-0,611 \pm 0,049$	$0,821 \pm 0,027$	$-0,240 \pm 0,086$	$0,278 \pm 0,084$
α_d и A	$-0,400 \pm 0,070$	$0,518 \pm 0,061$	$-0,108 \pm 0,090$	$0,139 \pm 0,081$
ϵ_d и A	$-0,286 \pm 0,076$	$0,422 \pm 0,068$	$-0,080 \pm 0,090$	$0,131 \pm 0,090$

Примечание. C_d — коэффициент варьирования диаметров деревьев; α_d — асимметрия; ϵ_d — эксцесс вариационных рядов по диаметру; r — коэффициент корреляции; η — корреляционное отношение; A — возраст древостоя; m — основная ошибка.

Среднее значение C_d в одновозрастных древостоях VI класса возраста и выше изменяется очень мало (от 28,3 до 29,1 %). Для спелых и перестойных ельников его можно принять равным $29,0 \pm 0,4$ %. Из сравнения C_d условно разновозрастных ($31,1 \pm 0,3$) и разновозрастных ($39,0 \pm 1,1$) древостей с C_d одновозрастных видно, что по мере усложнения возрастной структуры изменчивость диаметров стволов повышается (табл. 2).

В молодых ельниках варьирование диаметров стволов очень высокое (50—60 %). Молодняки в период смыкания имеют большое число ослабленных угнетенных деревьев, которые вследствие неглубокого полога продолжают расти. Наиболее резкое падение C_d наблюдается в период бурного изреживания древостоя (40—80 лет), когда происходит массовый отпад деревьев подчиненного полога.

Таблица 2
Коэффициенты варьирования, асимметрии и эксцесс вариационных рядов по диаметру в ельниках зеленомошных средней подзоны тайги

Тип возрастной структуры древостоев	Возраст древостоев, лет	Число проб	Коэффициент варьирования		Асимметрия		Эксцесс	
			$C_d \pm m_C$	σ_C	$\alpha_d \pm m_\alpha$	σ_α	$\epsilon_d \pm m_\epsilon$	σ_ϵ
Одновозрастные	21—60	12	$51,5 \pm 1,9$	6,6	$0,77 \pm 0,08$	0,26	$0,27 \pm 0,19$	0,67
	61—100	19	$32,8 \pm 1,8$	7,8	$0,51 \pm 0,04$	0,18	$-0,21 \pm 0,08$	0,33
	101—140	63	$29,1 \pm 0,5$	3,8	$0,32 \pm 0,03$	0,21	$-0,38 \pm 0,05$	0,37
	141—180	37	$29,0 \pm 0,6$	2,7	$0,33 \pm 0,04$	0,22	$-0,29 \pm 0,06$	0,35
Условно разновозрастные	181—220	15	$28,3 \pm 0,7$	2,7	$0,33 \pm 0,06$	0,25	$-0,40 \pm 0,06$	0,24
	100—260	121	$31,1 \pm 0,3$	3,1	$0,44 \pm 0,02$	0,22	$-0,25 \pm 0,04$	0,38
Разновозрастные: древостой в целом основное поколение второстепенное «	—	26	$39,0 \pm 1,1$	5,4	$0,75 \pm 0,14$	0,73	$0,11 \pm 0,14$	0,74
	90—240	26	$31,0 \pm 0,8$	4,0	$0,42 \pm 0,04$	0,20	$-0,17 \pm 0,08$	0,41
	80—280	26	$27,2 \pm 1,5$	7,4	$0,70 \pm 0,07$	0,37	$0,63 \pm 0,21$	1,06

$\pm 0,066$), где D_{cp} — средний диаметр древостоя, см.

В одновозрастных ельниках зеленомошных средней подзоны тайги зависимость C_d от A , α_d от A , ϵ_d от A может быть выражена математическими моделями:

$$C_d = 27,8 + 586A^{-2,31}; \quad (1)$$

$$\alpha_d = 0,210 + 2,631A^{-1,11}; \quad (2)$$

$$\epsilon_d = -0,402 + 2,220A^{-1,89}; \quad (3)$$

где A — возраст в десятках лет.

Влияние возраста и типа возрастной структуры проявляется на редуционных числах по диаметру. Так, пределы диаметров в долях

Отмечается значительное колебание C_d в пределах одного возраста зеленомошных ельников, особенно в средневозрастных и припевающих древостоях. Здесь $\sigma_C = 7-8\%$. В спелых древостоях этот показатель не превышает 3,8%.

Данные о динамике C_d северных ельников имеют местный характер. Е. И. Цурик [8] для высокопродуктивных ельников Украинских Карпат установил, что C_d в 41—60 лет равен 31,2%, а старше 60 лет — 27,9%. Это на 6—8% меньше, чем в ельниках Севера. Следовательно, изменчивость диаметров стволов зависит не только от возраста. Большое значение имеет средний диаметр. В лучших лесорастительных условиях, как известно, одних и тех же размеров деревья достигают за более короткий промежуток времени. При более высоких средних диаметрах C_d становится меньше. Поэтому не случайно в широкой практике ключом к параметрам таксационного строения служит средний диаметр древостоя. Например, мы установили, что в одновозрастных ельниках зависимость C_d от D_{cp} обратная и высокая ($r = -0,704 \pm 0,042$; $\eta = 0,814 \pm 0,028$), α_d от D_{cp} обратная и значительная ($r = -0,518 \pm 0,061$; $\eta = 0,698 \pm 0,042$), ϵ_d от D_{cp} обратная и умеренная ($r = -0,320 \pm 0,075$; $\eta = 0,453 \pm$

от среднего особенно расширены в одновозрастных молодняках (от 0,30 до 2,46) и разновозрастных древостоях (от 0,36 до 2,12). В спелых и перестойных одновозрастных и условно разновозрастных древостоях эти пределы сужены и колеблются от 0,43 до 1,84 среднего диаметра (табл. 3).

Таблица 3

Пределы диаметров в ельниках зеленомошных средней подзоны тайги
и их изменчивость

Тип возрастной структуры древостоев	Возраст древостоев, лет	Наименьший диаметр в долях среднего		Наибольший диаметр в долях среднего	
		Среднее значение с ошибкой	Коэффициент варьирования, %	Среднее значение	Коэффициент варьирования, %
Одновозрастные	21—60	0,30 ± 0,02	24,6	2,46 ± 0,10	13,7
	61—100	0,44 ± 0,02	23,7	1,91 ± 0,04	9,7
	101—140	0,44 ± 0,01	14,9	1,80 ± 0,02	7,8
	141—180	0,36 ± 0,07	18,7	1,86 ± 0,03	10,1
	181—220	0,47 ± 0,02	13,2	1,79 ± 0,04	8,2
Условно разновозрастные	101—140	0,46 ± 0,01	12,7	1,86 ± 0,02	7,2
	141—180	0,42 ± 0,01	10,2	1,87 ± 0,02	7,7
	181—220	0,48 ± 0,02	15,1	1,75 ± 0,04	9,6
	221—260	0,45 ± 0,02	12,2	1,75 ± 0,03	4,8
Разновозрастные: древостой в целом основное поколение второстепенное >	—	0,36 ± 0,02	25,2	2,12 ± 0,04	9,5
	90—270	0,42 ± 0,01	14,7	1,85 ± 0,03	8,9
	80—280	0,54 ± 0,02	20,2	1,80 ± 0,05	15,3

На изменчивость диаметров деревьев оказывают влияние многие факторы, действие которых выражается различной интенсивностью дифференциации деревьев по толщине. В молодых и средневозрастных древостоях изреживание и дифференциация деревьев происходит интенсивнее, чем в спелых. Поэтому молодняки и средневозрастные древостой отличаются повышенной изменчивостью толщины деревьев и большой амплитудой редуцированных чисел. А. Г. Мошкалева и др. [5] отмечают, что статистики распределения стволов по диаметру зависят от многих факторов: условий местопрорастания, возраста, состава, густоты, формы древостоя, вмешательства человека.

Древесная растительность, являясь главной составной частью насаждения, зависит от окружающей среды, влияние которой в каждом отдельном случае отражается на размерах деревьев и их изменчивости. Выявить влияние всех факторов на формирование древостоя и уложить эти результаты в непогрешимые схемы или формулы, пригодные для данной категории фитоценоза, бывает очень трудно. Если эту задачу выполнить (ЭВМ позволяет теперь это сделать), то для приложения данной схемы к объекту потребуется большая работа по определению массы входных ключей исследуемого объекта. Поэтому при изучении закономерностей строения, в целях составления различных таксационных таблиц, аргументом необходимо выбирать наиболее емкий показатель, аккумулирующий в себе особенности древостоя. Таким признаком является возрастная структура древостоя, которая существенно влияет на параметры строения древостоя (коэффициент варьирования, асимметрия, эссес), рост, товарность и другие показатели [2].

Установление динамики коэффициента варьирования и других показателей строения древостоя позволяет предсказывать будущее древостоев любого возраста и познать их прошлое. По математическим

моделям (1)—(3) можно определить значения C_d , α_d , λ_d в любом возрасте, а затем по формуле Шарлье (кривая типа А) найти численности распределения стволов по диаметру. Когда изучаемый признак имеет изменчивость более 50 %, а асимметрия распределения превышает 0,8, лучшие результаты математического выравнивания дает уравнение Пирсона I типа.

Функцию Шарлье для выравнивания эмпирических рядов распределения стволов по диаметру применяли А. И. Патацкас [7], К. Е. Никитин [6], И. Т. Дуплищев [3] и др. В. М. Иванюта [4] для этой цели использовал закон Пуассона.

Сравнение теоретических и эмпирических численностей показывает, что уравнение Пирсона I типа достаточно полно отражает характер распределения древесных стволов по диаметру в еловых молодняках, а уравнение Шарлье — в средневозрастных, припевающих и спелых древостоях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусев И. И. Типы возрастной структуры еловых древостоев Севера. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 5—11. [2]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера. — Л.: ЛГУ, 1978. — 232 с. [3]. Дуплищев И. Т. Результаты применения функции Шарлье при исследовании закономерностей строения разновозрастных древостоев. — В кн.: Итоги изучения лесов Дальнего Востока. Владивосток, 1967, с. 128—131. [4]. Иванюта В. М. Определение числа стволов в ступенях толщины при помощи вероятностного закона Пуассона. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1967, № 1, с. 6—9. [5]. Мошкалев А. Г., Книзе А. А., Филиппов Г. В., Могилвер О. М. О факторах, влияющих на дифференциацию деревьев насаждения по ступеням толщины. — В кн.: Вопросы лесоустройства, таксации и экономики лесного хозяйства. Л.: ЛенНИИЛХ, 1973, с. 129—135. [6]. Никитин К. Е. Лиственница на Украине. — Киев: Урожай, 1966. — 331 с. [7]. Патацкас А. И. Применение функции Шарлье для исследования закономерностей строения насаждений. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1964, № 6, с. 7—11. [8]. Цурик Е. И. Таксационные исследования ельников Украинских Карпат: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Киев, 1973. — 30 с.

Поступила 11 сентября 1981 г.

УДК 581.116

ВОДООБМЕН СОСНЫ В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ

И. М. ПОПОВА, В. К. ПОПОВ

Воронежский лесотехнический институт

На современном этапе недостаточно внимания уделяется использованию физиологических методов исследований в решении проблем рационального лесоводства. По-видимому, это связано, прежде всего, с особенностями объекта, с рядом осложнений, возникающих при постановке полевых экспериментов.

Особую важность физиологические исследования приобретают при создании смешанных древостоев, в которых проявляются сложные взаимоотношения компонентов. Ряд работ этого направления показывает, что примесь сопутствующих пород положительно влияет на активность физиологических процессов главной древесной породы [2, 4—6].

В вегетационный сезон 1979 г. мы изучали показатели водного режима, характеризующие особенности водообмена сосны в чистых и сосново-березовых культурах. В литературе встречаются лишь единичные сведения о водном режиме древесных растений [3] и отсутствуют подобные данные по сосне в смешанных культурах. Исследовали интенсивность транспирации, водоудерживающую способность и сосущую силу хвон, осмотическое давление клеточного сока. Определения проводили по общеприня-

тым методикам [1] в полевых условиях в дневной и сезонной динамике на пробных площадях, отличающихся степенью перерастания сосны березой (пробная площадь № 13 — перерастание отсутствует, пробная площадь № 1 — береза перерастает сосну в среднем на 50 %). Контролем служили чистые сосновые культуры в аналогичных условиях. Повторность опытов 4—10-кратная. Таксационные показатели пробных площадей приведены в табл. 1. На этих пробных площадях мы стремились в природных условиях выделить биофизическое, механическое влияние березы на сосну в комплексе других факторов.

Таблица 1

Номер пробной площади	Схема посадки	Степень перерастания сосны березой, %	Высота, м (числитель) и диаметр, см (знаменатель) сосны		
			1-й ряд	2-й ряд	Средина кулисы
1	II р. С II р. Б	152	7,3	9,4	7,7
			6,8	8,5	7,9
3	СССССС	—	—	—	7,2
			—	—	7,4
13	II р. С II р. Б	101	8,8	7,9	7,8
			9,3	7,8	8,1
16	СССССС	—	—	—	6,8
			—	—	7,4

В 1979 г., как и в предыдущие годы [4, 5], у сосны в сосново-березовых культурах транспирация была интенсивнее, чем в чистых (табл. 2).

Таблица 2

Номер пробной площади	Культуры	Май		Июнь		Июль		Сентябрь	
		г/(г · ч)	t	г/(г · ч)	t	г/(г · ч)	t	г/(г · ч)	t
13	Сосново-березовые	0,160	3,08	0,168	3,82	0,138	4,26	0,019	0
16	Сосновые	0,086	—	0,080	—	0,057	—	0,019	—
1	Сосново-березовые:								
	1-й ряд	0,127	2,72	0,120	3,75	0,210	4,81	0,048	2,88
	Средина кулисы	0,067	1,47	0,102	3,50	0,098	0,64	0,016	1,20
3	Сосновые	0,092	—	0,060	—	0,087	—	0,022	—

Осенью различия сглаживаются. В большинстве определений они математически достоверны ($t \geq 3$). Максимальные потери воды обнаружены в ряду, примыкающем к березе (пробная площадь № 1). Водоудерживающая способность хвои находится в обратной корреляционной зависимости от интенсивности транспирации (табл. 3). Аномалия в отношении этих показателей обнаружена в первом ряду, примыкающем к березе, на пробной площади № 1 в июле, когда резко возросла транспирация и одновременно увеличилась водоудерживающая способность хвои. В данном случае растения примыкающего ряда сосны испытывают механическое, биофизическое воздействие березы, находятся в угнетенном состоянии, что приводит к нарушению водообмена.

Интенсивное расходование воды хвоей сосны в смешанных культурах не привело к увеличению сосущей силы, различия находятся в пределах ошибки средних (табл. 4, данные 1979 г.), лишь в некоторых случаях этот показатель выше в чистых культурах. Не обнару-

Таблица 3

Номер пробной площади	Культуры	Количество испаренной воды за час, % к исходной массе			
		Май	Июнь	Июль	Сентябрь
13	Сосново-березовые	1,13 ± 0,09	3,52 ± 0,27	4,13 ± 0,35	1,35 ± 0,09
16	Сосновые	0,79 ± 0,07	1,81 ± 0,16	2,23 ± 0,14	0,93 ± 0,08
1	Сосново-березовые: 1-й ряд	6,69 ± 0,42	5,71 ± 0,36	3,65 ± 0,24	2,95 ± 0,19
	Середина кулисы	3,39 ± 0,24	4,36 ± 0,31	4,11 ± 0,27	1,78 ± 0,14
3	Сосновые	3,71 ± 0,21	1,83 ± 0,11	3,66 ± 0,30	1,90 ± 0,13

Таблица 4

Номер пробной площади	Культуры	Сосущая сила, кПа			
		Май	Июнь	Июль	Сентябрь
13	Сосново-березовые	976 ± 75	1135 ± 127	1066 ± 56	885 ± 25
16	Сосновые	1293 ± 92	1248 ± 56	1021 ± 75	839 ± 78
1	Сосново-березовые: 1-й ряд	976 ± 75	794 ± 81	908 ± 00	612 ± 55
	Середина кулисы	794 ± 65	862 ± 90	749 ± 75	817 ± 75
3	Сосновые	749 ± 78	1021 ± 103	976 ± 91	703 ± 68

жились определенной закономерности в первом ряду при сильном угнетении березой (пробная площадь № 1).

Повышенная транспирация сосны в смешанных культурах не вызывает изменений осмотического давления клеточного сока хвой. Во всех вариантах, за исключением первого ряда, примыкающего к березе, на пробной площади с перерастанием сосны березой (пробная площадь № 1), различия находятся в пределах ошибки средних (табл. 5).

Таблица 5

Номер пробной площади	Культуры	Осмотическое давление клеточного сока хвой, кПа			
		Май	Июнь	Июль	Сентябрь
13	Сосново-березовые	2330 ± 41	2021 ± 106	2000 ± 25	2167 ± 141
16	Сосновые	2269 ± 131	1973 ± 33	2114 ± 88	2221 ± 94
1	Сосново-березовые: 1-й ряд	1519 ± 101	1722 ± 00	1452 ± 34	1924 ± 101
	Середина кулисы	1671 ± 50	2000 ± 76	1688 ± 67	2296 ± 67
3	Сосновые	1722 ± 101	2076 ± 152	1857 ± 34	2229 ± 72

Таким образом, примесь березы в насаждениях сосны способствует интенсивному водообмену в тканях сосны, не повышая осмотических показателей в хвое, т. е. не нарушая водного баланса. По-видимому, в смешанных культурах происходит более активное поглощение воды корневой системой.

На фоне положительного биотрофного влияния березы и повышенного содержания воды в почве под смешанными культурами [4, 5] усиливается водообмен в тканях сосны, что несомненно положительно

влияет на ее жизнедеятельность, способствуя более интенсивному передвижению элементов питания, повышению активности ферментов, напряженности основных физиологических процессов.

Перечисленные изменения как внутренние факторы обеспечивают рост растений, их повышенную продуктивность в сосново-березовых культурах. Лишь при сильном перерастании сосны березой в приемыкающем ряду у сосны нарушается саморегуляция водного режима, замедляется рост, т. е., несмотря на благоприятные эдафические условия, в данном случае преобладает отрицательное биофизическое и механическое влияние березы.

Следовательно, при выращивании сосново-березовых культур целесообразно лесоводственными приемами регулировать взаимоотношения этих пород, не допуская значительных диспропорций в их высотах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баславская С. С., Трубецкова О. М. Практикум по физиологии растений. — М.: МГУ, 1964. — 328 с. [2]. Колесниченко М. В. Биохимические взаимодействия древесных растений. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 184 с. [3]. Петин Н. С. Водный режим сельскохозяйственных растений в связи со спецификой экологических условий. — В кн.: Водный режим растений в связи с разными экологическими условиями. Казань: Казан. ун-т, 1978, с. 10—29. [4]. Попов В. К., Попова Н. М. Водный режим сосны в чистых и смешанных культурах. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 3, с. 10—13. [5]. Попов В. К., Попова Н. М. Транспирация сосны в чистых и смешанных культурах — В кн.: Лесная геоботаника и биология древесных растений. Тульск. политехн. ин-т, 1978, вып. 4, с. 80—83. [6]. Рахтеемко И. Н., Якушев Б. И., Кауров И. А. и др. Эколого-физиологические основы взаимодействия растений в фитоценозах. — Минск: Наука и техника, 1976. — 212 с.

Поступила 10 марта 1981 г.

УДК 630*561.3

РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОСНЯКОВ ПОЛЕСЬЯ УССР*

А. Г. МАНИТА

Украинская сельскохозяйственная академия

Закономерности распределения радиального прироста (текущего по диаметру на высоте груди) представляют существенный интерес для разработки и оценки методов таксации объемного текущего прироста, являющегося мерилем уровня ведения хозяйства в лесу, а также для составления различных лесотаксационных нормативов.

В настоящей работе эти вопросы рассматриваются на примере высокопродуктивных сосняков Полесья УССР — хозяйственно важной категории насаждений в условиях республики. Приведенные ниже результаты основаны на материалах 14 постоянных пробных площадей, заложенных в 1956 г. под руководством и по методике проф. К. Е. Никитина на территории Боярской лесной опытной станции в сосняках с различным режимом ведения хозяйства. Возраст древостоев 40—150 лет, полнота — 0,7—1,0, класс бонитета — Ia—Iв, тип условий местопрорастания — В₂, почва — дерново-слабоподзолистая, супесчаная, свежая на флювиогляциальных отложениях. На всех пробных площадях выполнен обычный для постоянных экспериментальных участков комплекс работ, включая составление планов размещения деревьев с фиксацией параметров кроны. По результатам повторных обмеров в период с 1966 г. по 1976 г. на 37 секциях установлен текущий прирост по диаметру на высоте груди ($Z_{d1,3}^{TK}$) каждого дерева, а затем в пределах древостоев составлены ряды распределения линейного прироста по соответствующим ступеням его. Эмпирические данные обработаны на ЭВМ «Минск-32» по методике проф. К. Е. Никитина [5].

* Работа выполнена под руководством проф. К. Е. Никитина.

В результате обработки экспериментального материала получены теоретические ряды распределения линейного прироста с использованием кривой нормального распределения, Грама—Шарлье А (обобщенного нормального) и Пирсона по абсолютным и естественным ступеням прироста, а также статистики и их ошибки. Для установления соответствия эмпирических рядов определенному закону распределения выполнена вероятностная оценка расхождений между выборочными распределениями и теоретическими, для чего использован критерий Пирсона χ^2 [6], фактические значения которого ($\chi^2_{\text{факт}}$) вычислены для всех типов распределения.

В большинстве случаев минимальные значения $\chi^2_{\text{факт}}$ получены при использовании в качестве модели кривых Пирсона (I тип, критерий $z < 0$), в меньшей степени — формулы Шарлье и только в одном случае — кривой нормального распределения. В качестве общего заключения можно утверждать (на 5%-ном уровне значимости), что I тип кривых Пирсона — наиболее приемлемая модель распределения линейного прироста.

Коэффициент изменчивости линейного прироста по диаметру на высоте груди колеблется от 35 до 61% (в среднем 49%). Близкие коэффициенты изменчивости приведены В. В. Антанайтисом и В. В. Загребевым [1], В. И. Левиным и В. И. Калининым [3] и др.

Высокие коэффициенты изменчивости (52—61%) характерны для древостоев, произрастающих на контрольных секциях, где рубки ухода не ведутся за исключением уборки сухостойных деревьев.

В насаждениях с умеренными рубками ухода, как правило, коэффициент изменчивости колеблется в пределах 42—51%, а при усиленной выборке — 35—41%. Для установления влияния таксационных показателей на коэффициент изменчивости текущего прироста по диаметру вычислены соответствующие линейная и степенная корреляционные матрицы (см. табл.).

Корреляционные матрицы
(верхний треугольник — линейная зависимость; нижний — степенная)

Показатели	$Z_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$	$v Z_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$	T	D	$v_{d_{1,3}}$	A	E	$RZ_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$
$Z_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$	1,0	-0,67	-0,33	-0,18	-0,08	-0,50	-0,35	-0,50
$v Z_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$	-0,65	1,0	-0,03	-0,13	0,46	0,50	0,06	0,50
T	-0,37	-0,03	1,0	0,96	-0,44	0,42	0,44	0,42
D	-0,18	-0,14	0,94	1,0	-0,57	0,35	0,34	0,34
$v_{d_{1,3}}$	-0,06	0,47	-0,48	-0,62	1,0	0,08	-0,11	0,09
A	-0,47	0,56	0,37	0,27	0,13	1,0	0,69	1,0
E	-0,34	0,07	0,44	0,30	-0,09	0,64	1,0	0,69
$RZ_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$	-0,48	0,53	0,40	0,30	0,10	0,99	0,68	1,0

Примечание. Обозначения: $Z_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$ — текущий прирост по диаметру на высоте груди; $v Z_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$ — коэффициент изменчивости текущего прироста по диаметру на 1,3 м; T — возраст древостоя; D — средний диаметр древостоя; $v_{d_{1,3}}$ — коэффициент изменчивости диаметра на высоте груди; A — асимметрия рядов распределения линейного прироста; E — эксцесс рядов распределения линейного прироста; $RZ_{d_{1,3}}^{\text{TK}}$ — ранг среднего дерева по линейному приросту.

Рис. 1. Зависимость изменчивости линейного прироста ($v Z_{d_{1,3}}^{TK}$) от его величины ($Z_{d_{1,3}}^{TK}$).

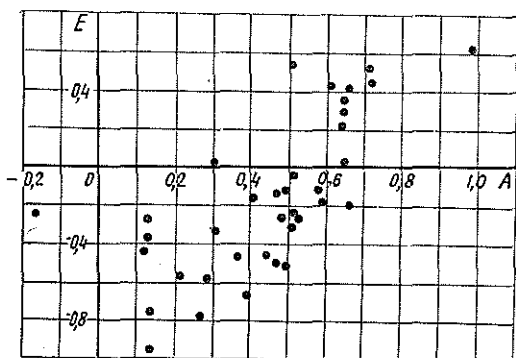
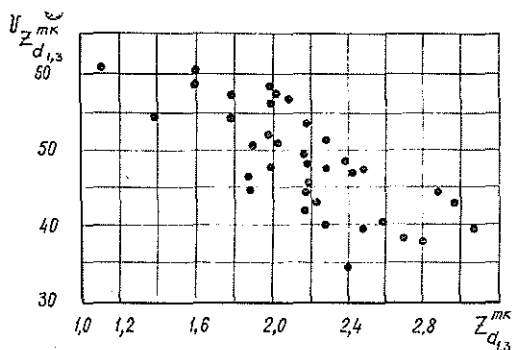


Рис. 2. Взаимосвязь между асимметрией (A) и эксцессом (E) рядов распределения линейного прироста.

Критическое значение коэффициента корреляции при $k = n - 2 = 35$ степеням свободы (при 5 %-ном уровне значимости) равно 0,325 [6], поэтому $v Z_{d_{1,3}}^{TK}$ коррелирован с текущим приростом по диаметру ($r = -0,67$) — рис. 1, асимметрией ряда распределения текущего прироста ($r = -0,50$), рангом среднего дерева по линейному приросту ($r = 0,50$), а также с коэффициентом изменчивости диаметра на высоте груди ($r = 0,46$). Следует заметить, что не отмечена зависимость $v Z_{d_{1,3}}^{TK}$ от возраста.

При помощи шагового регрессионного метода [2] получено линейное уравнение связи

$$v Z_{d_{1,3}}^{TK} = 48,9 - 11,0 Z_{d_{1,3}}^{TK} + 1,3 v_{d_{1,3}}. \quad (1)$$

Приведенное уравнение имеет достаточно высокую точность, коэффициент множественной корреляции равен 0,8, коэффициент детерминации — 0,64.

Асимметрия рядов распределения линейного прироста на высоте груди колеблется от $-0,156$ до $+0,992$ (в среднем $+0,454$), значима в 28 случаях из 37. Асимметрия значимо коррелирована со средним диаметром древостоя ($r = 0,35$), текущим приростом по диаметру ($r = -0,50$), коэффициентом изменчивости линейного прироста ($r = 0,50$), эксцессом ряда распределения линейного прироста ($r = 0,69$) — рис. 2, а также возрастом древостоя ($r = 0,42$).

Эксцесс изменяется от $-0,941$ до $+0,635$ (в среднем $-0,146$) и, как правило, не значим.

Ранг среднего дерева по текущему приросту диаметра на высоте груди устанавливали по формуле, предложенной проф. К. Е. Никитиным [4]:

$$R_{Z_{d_{1,3}}^{тк}} = 50 + 6,55A. \quad (2)$$

Эта величина колеблется в пределах 49—57 % и зависит от асимметрии ряда его распределения, которая, в свою очередь, связана, как указывалось выше, с рядом показателей, оказывающих косвенное влияние на ранг среднего дерева.

Соотношение между рангами и редуцированными числами стволов по линейному приросту диаметра на высоте груди изучали графическим путем.

Поскольку параметры кривых распределения текущего прироста по диаметру переменные, то и указанные соотношения изменчивы. Деревья, занимающие одно и то же место в ранжированном ряду, имеют различные редуцированные числа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. [2]. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — М.: Статистика, 1966. [3]. Левин В. И., Калинин В. И. Изменчивость прироста диаметра в спелых сосняках-зеленомошниках. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5. [4]. Никитин К. Е. Лиственница на Украине. — М.: Лесн. пром-сть, 1966. [5]. Никитин К. Е. Применение ЭВМ в лесной таксации. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. [6]. Никитин К. Е., Швиденко А. З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. — М.: Лесн. пром-сть, 1978.

Поступила 19 января 1981 г.

УДК 630*5

ОБЪЕМ КОРЫ, СУЧЬЕВ И МАССА ХВОИ В СОСНЯКАХ ЛИТВЫ

А. П. ТЯБЕРА

Литовская сельскохозяйственная академия

Рациональное использование коры, древесины сучьев и хвои немислимо без усовершенствования их учета, изучения закономерностей изменения количественных показателей в зависимости от таксационных параметров древостоев.

Наши исследования, проведенные в чистых сосновых древостоях Литовской ССР, основаны на экспериментальном материале 29 пробных площадей. В них срублено 1128 модельных деревьев, у которых измерен сбеги стволов в коре и без коры. Кроме того, для 396 модельных деревьев дополнительно определена масса сырой хвои и объем сухих и зеленых сучьев.

Объем коры. Анализ экспериментального материала показал, что объем коры коррелирует с диаметром дерева на высоте 1,3 м, возрастом и классом бонитета древостоя. Закономерности изменения объема коры в сосняках II класса бонитета аналитически выражены следующим уравнением множественной регрессии:

$$\tilde{v}_k = (769 - 116,72D - 4,39A + 0,71DA + 8,785D^2) \cdot 10^{-5}, \quad (1)$$

где v_k — объем коры ствола, м³;

D — диаметр дерева на высоте 1,3 м, см;

A — возраст древостоя, лет.

Среднее квадратичное отклонение экспериментальных данных от выравненных по уравнению (1) составляет: $v_k = \tilde{v}_k \pm 11,9 \%$.

Для практических целей уравнение (1) не всегда приемлемо, так как в ряде случаев (например при учете коры на складах древесины и т. п.) неизвестны возраст и класс бонитета. Тогда лучше пользоваться формулой

$$\tilde{v}_k = (-297 + 78,7H - 69,56D - 1,14DH + 9,44D^2 + 15D^2H) \cdot 10^{-5}; \quad (2)$$

$$v_k = \tilde{v}_k \pm 10,6\%,$$

где H — длина ствола, м.

На практике удобно пользоваться нормативами для определения объема коры стволов сосны по диаметру и высоте стволов, так как эти показатели легко установить.

Закономерности изменения объема коры графически показаны на рис. 1.

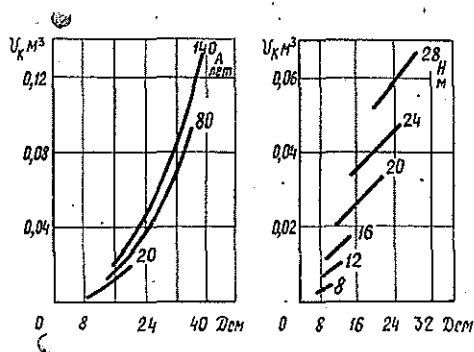


Рис. 1. Зависимость объема коры (v_k) стволов сосны от диаметра дерева на высоте 1,3 м (D), возраста древостоя (A) и длины ствола (H) в сосняках второго класса бонитета.

Объем сучьев. Сучья деревьев сосны подразделяются на сухие и зеленые. Сухие сучья чаще всего бывают гнилыми. Их практическое применение в значительной мере ограничено. Наибольшую ценность представляют зеленые сучья.

Объем зеленых сучьев деревьев сосны в древостоях II класса бонитета зависит от диаметра дерева на высоте 1,3 м и возраста древостоя. Указанные закономерности выражены следующим уравнением регрессии:

$$\tilde{v}_c = (-447 + 405D - 141,8A + 92A^2) \cdot 10^{-5}; \quad (3)$$

$$v_c = \tilde{v}_c \pm 13,6\%.$$

Закономерности изменения объема сучьев графически показаны на рис. 2.

Исследования связей объема сучьев с диаметром и высотой дерева показали, что корреляция между указанными показателями слабая, т. е. у деревьев одинакового диаметра и высоты, но различного возраста и класса бонитета часто различен объем зеленых сучьев.

Масса сырой хвои. Зависимость массы сырой хвои деревьев сосны от диаметра дерева на высоте 1,3 м и возраста древостоя в сосняках II класса бонитета выражена следующим уравнением множественной регрессии:

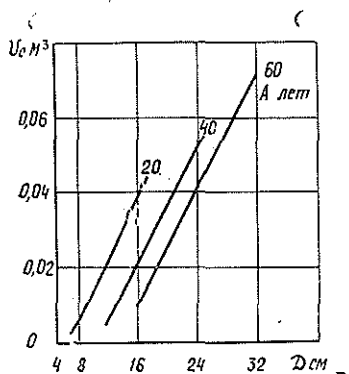


Рис. 2. Зависимость объема зеленых сучьев (v_c) деревьев сосны от диаметра дерева на высоте 1,3 м (D) и возраста древостоя (A) в сосняках II класса бонитета.

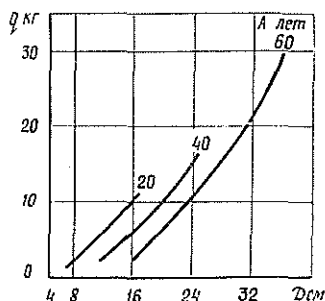


Рис. 3. Зависимость массы сырой хвои (q) деревьев сосны от диаметра дерева на высоте 1,3 м (D) и возраста древостоя (A) в сосняках II класса бонитета.

$$\tilde{q} = (-535000 + 96190D + 25750A - 5334DA + 3966D^2 - 229A^2 - 2,88D^2A + 47,01DA^2) \cdot 10^{-5}; \quad (4)$$

$$q = \tilde{q} \pm 15,7\%,$$

где q — масса сырой хвои, кг.

Закономерности изменения массы сырой хвои деревьев сосны графически показаны на рис. 3.

Приведенные закономерности позволяют определить объем коры, объем зеленых сучьев и массу сырой хвои в сосновых древостоях. Указанные показатели в основном древостое определяются следующим образом:

$$m_k(m_c, Q) = \sum_{j=1}^u \sum_{i=1}^n \tilde{v}_{kij}(\tilde{v}_{cij}, \tilde{q}_{ij}), \quad (5)$$

где m_k , (m_c , Q) — соответственно объем коры, объем зеленых сучьев и масса сырой хвои в основном древостое;

i — индекс дерева;

j — индекс ступени толщины;

n — число деревьев в ступени толщины;

u — число ступеней толщины.

Полученные данные приведены в таблице. Они служат дополнением разработанных нами [6] нормативов производительности сосновых древостоев разной базовой густоты. Анализ приведенных данных показывает, что в исследуемых сосновых древостоях объем древесины зеленых сучьев составляет 7—20 % от запаса древостоя. Некоторые авторы [5, 8] указывают менее широкие пределы изменения этого показателя (10—16 %). Объем зеленых сучьев наибольший в более редких древостоях.

Объем коры в сосновых молодняках составляет 20—26 %, а в приспевающих, спелых и перестойных древостоях лишь 8—9 % от их запаса, что практически соответствует данным, полученным другими авторами [2, 4, 7]. Объем коры наибольший в более густых сосняках.

Учет и закономерности изменения массы сырой хвои — вопросы спорные. Данные разных авторов часто не сходны, а иногда даже про-

Выдержка из дополненных нормативов
производительности сосновых древостоев разной густоты
в условиях Литовской ССР (класс бонитета — II,
основная часть древостоя)

Возраст, лет	Число стволов, шт./га	Средний диаметр, см	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Объем зеленых сучьев, м ³ /га	Объем коры, м ³ /га	Масса сырой хвои, т/га
$N_{100} = 400$ шт./га							
20	3335	8,5	19,2	69	17	16	7,0
30	1954	12,7	24,7	136	22	18	7,8
40	1338	16,5	28,7	205	27	22	6,8
50	997	20,1	31,7	268	29	26	6,6
60	784	23,5	33,8	322	30	29	6,9
80	537	29,5	36,7	403	—	34	—
100	400	34,9	38,2	453	—	38	—
140	257	44,3	39,5	499	—	—	—
$N_{100} = 500$ шт./га							
20	4137	7,8	19,7	72	16	17	7,0
30	2429	11,6	25,7	144	19	19	7,3
40	1664	15,2	30,0	218	25	23	6,5
50	1241	18,5	33,3	285	28	27	6,3
60	977	21,5	35,3	342	29	30	6,6
80	670	27,0	38,5	426	—	35	—
100	500	31,9	40,0	477	—	40	—
140	321	40,5	41,3	524	—	45	—
$N_{100} = 600$ шт./га							
20	4938	7,1	19,8	73	14	19	7,0
30	2903	10,6	25,8	148	15	20	7,0
40	1992	13,9	30,2	223	19	24	6,2
60	1171	19,7	35,7	348	27	30	6,4
80	803	24,8	38,7	433	—	35	—
100	600	29,2	40,2	484	—	40	—
140	386	37,0	41,5	529	—	45	—

тиворечивы. Наши данные показывают, что изменение массы сырой хвои с возрастом описывает кривая, вид которой несколько напоминает кривую изменения текущего прироста стволовой древесины, т. е. с увеличением возраста древостоя примерно до 30 лет масса сырой хвои возрастает, достигая максимума, и с дальнейшим увеличением возраста начинает уменьшаться. Однако уменьшение массы сырой хвои происходит не так быстро, как текущего прироста стволовой древесины. Кроме того, в возрасте около 60 лет наблюдается даже увеличение массы сырой хвои по сравнению с 50-летними сосняками. Все это подтверждает правильность вывода, полученного Г. Л. Кравченко [3], что количество хвои, необходимое для продуцирования 1 м³ древесины, с повышением возраста увеличивается. С ростом густоты исследуемых сосняков масса сырой хвои несколько уменьшается, что подтверждают результаты исследований, проведенных В. В. Голиковым, С. Н. Стародубцевой [1] и Г. Л. Кравченко [3].

Обобщая полученные данные, следует отметить, что в приспевающих сосняках Литвы объем коры, объем древесины сучьев и масса сырой хвои составляют около 20 % от запаса стволовой древесины. Эти же компоненты фитомассы в сосновых молодняках достигают даже 60 % от запаса древостоя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Голиков В. В., Стародубцева С. Н. Учет хвон сосны обыкновенной. — В кн.: Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1978, вып. 7. [2]. Дворецкий М. Л. О проценте объема сосновой коры. — В кн.: Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1974, вып. 3. [3]. Кравченко Г. Л. Закономерности роста сосны. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. [4]. Кулешин А. А., Арлаускас Л. С. Изучение закономерностей роста, строения и сортиментной структуры древостоев Советской Прибалтики. — В кн.: Усовершенствование устройства лесов на почвенно-типологической основе. Вильнюс: Моклас, 1976. [5]. Семечкина М. Т. Структура фитомассы сосняков. — Новосибирск: Наука, 1978. [6]. Тябера А. П. Моделирование производительности и товарности сосновых древостоев разной густоты в условиях Литовской ССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Брянск, 1980. [7]. Grochowski J., Rymezowna T. Badania nad udziałem w miazszosci stazat w drzewostanach sosnowych. — Folia forestalia polon., 1961, Nr. 7. [8]. Lemke J., Wozniak A. Udział galezi w miazszosci drzewa w drzewostanach sosnowych. — Pr. Komis. nauk rol. i Komis. nauk lesn. PTPN, 1975, 40,3.

Поступила 20 марта 1981 г.

УДК 631.816:630*232.32

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА СЕЗОННЫЙ РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ

Г. И. РЕДЬКО, Е. Н. НАКВАСИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Положительное влияние минеральных удобрений на рост молодых древесных растений не вызывает сомнения. Многими авторами показано, что повышение уровня почвенного питания при выращивании сеянцев сосны и ели значительно улучшает их рост [6—8]. Однако при изучении вопроса о влиянии минеральных удобрений чаще всего использовали данные лишь однократного качественного и количественного учета в конце сезона вегетации.

В то же время, в литературе недостаточно сведений о том, как влияют минеральные удобрения на темп и продолжительность сезонного роста растений. Работы по изучению влияния условий почвенного питания на сезонный рост сеянцев хвойных пород и накопление ими сухого органического вещества носят фрагментарный характер. Имеются данные о влиянии минерального питания на динамику роста сеянцев лиственницы [3], на водный режим сеянцев сосны в течение сезона вегетации [2], а также на характер и продолжительность сезонного роста четырехлетних культур сосны [5]. При этом прежде всего изучалось влияние различных доз, норм и соотношений удобрений. Однако в литературе нет данных о реакции одно- и двухлетних сеянцев хвойных пород на дополнительное минеральное питание в течение вегетационного периода. Между тем эта проблема представляет особый интерес в связи с вопросами дальнейшего совершенствования агротехники выращивания посадочного материала сосны и ели.

Исследования по изучению сезонной ритмики роста сеянцев мы проводили в течение вегетационных периодов 1978—1979 гг. в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА. Под опытный участок был отведен квартал посевного отделения питомника со средне-дерновой слабоподзолистой легкосуглинистой свежей почвой, пахотный горизонт которой содержит легкогидролизуемого азота 2 мг, валовых форм фосфора и калия по 3 мг на 100 г абс. сухой почвы. Посев производили семенами местного сбора; норма высева — 1,8 г семян ели, 1,5 г семян сосны I класса качества на 1 м.

Сеянцы сосны и ели выращивали в следующих вариантах (табл. 1).

В первом варианте, кроме основного (фонового) удобрения, перед посевом вносили гранулированный суперфосфат в рядки (в смеси с перегноем) в дозе 20 кг/га по

Т а б л и ц а 1

Вариант	Доза внесения минеральных удобрений, кг по д. в.			
	Однолетние сеянцы сосны и ели, 1978 г.		Подкормки двухлетних сеянцев, 1979 г.	
	Фон	Подкормки	Сосна	Ель
Подкормки	$N_{40}P_{40}K_{40}$	I— N_{20} II— $P_{20}K_{20}$	I— $N_{90-110}P_{20}K_{20}$ II— $N_{20}P_{20}K_{20}$ III— $P_{20}K_{20}$	I— $N_{50-60}P_{20}K_{20}$ II— $N_{50}P_{20}K_{20}$ III— $P_{20}K_{20}$
Фон	P_{20} в рядки $N_{40}P_{40}K_{40}$	—	—	—
Контроль	—	—	Нет	Нет

д. в. В течение вегетационного периода проводили двукратную жидкую подкормку сеянцев минеральными удобрениями из расчета 10 л раствора на 1 м² поверхности гряды. В качестве контрольных служили варианты с одноразовым внесением удобрений (фон) и без удобрений (контроль).

На следующий год (второй вегетационный период) опыты ставили на сеянцах тех же вариантов. В опытном варианте проводили трехкратную сухую подкормку сеянцев минеральными удобрениями.

Общую дозу минеральных элементов устанавливали исходя из содержания в почве питательных веществ в усвояемой форме. Сроки внесения и соотношение питательных веществ при подкормках устанавливали по фазам органогенеза сеянцев в зависимости от направленности ростовых процессов в растении [4]. Подкормки однолетних сеянцев проводили 24 июля и 14 августа; двухлетних — 20 мая, 19—20 июня и 6 августа. Как правило, внесению удобрений предшествовало рыхление почвы и удаление сорной растительности.

В течение сезона вегетации с каждого варианта отбирали пробы по 100 однолетних растений через каждые 5 дн. и по 25—30 двухлетних через 10 дн. Измеряли длину стволика и главного корня, суммарную длину и число хвоннок и боковых корней, диаметр стволика у шейки корня. На тех же образцах определяли прирост сухой массы отдельных органов (хвон, стволика и корней) и растений в целом. Все экспериментальные материалы обрабатывали методами вариационной статистики; точность опыта не превышала 5 %.

Однолетние сеянцы. Наличие двойного контроля (варианты с однократным внесением удобрений и без удобрений) позволяет исследовать не только влияние полного припосевого удобрения на рост сеянцев, но и проследить специфическую реакцию растений на дополнительное внесение минеральных элементов в течение сезона вегетации.

В июне—июле темпы накопления сухой массы в однолетних сеянцах сосны и ели невысоки, и различный начальный уровень почвенного питания не сказывается на кумулятивных процессах в отдельных вегетационных органах растений. Однако дополнительная азотная подкормка в конце июля и фосфорно-калийная в середине августа усиливает кумуляцию сухой массы в первую очередь в наземных частях сеянцев — хвое и стволиках. Интенсивность накопления фитомассы в корнях под влиянием удобрений изменяется незначительно. Такое несоответствие приводит к изменению сезонного соотношения между массой хвои и корневой системой сеянца. Особенно четко эта зависимость проявляется у однолеток ели, доля хвои которых в общей массе сеянца при повышении обеспеченности почвы элементами минерального питания увеличивается с 34 % в контроле до 50 % в варианте с применением подкормок.

Однократное внесение минеральных удобрений перед посевом не изменяет специфического, наследственно обусловленного хода накопления сухой массы растениями, лишь незначительно усиливает амплитуду абсолютного прироста (рис. 1). В то же время проведение подкормок в течение сезона вегетации, приуроченных к кульминационным периодам роста растений, не только усиливает активность процессов

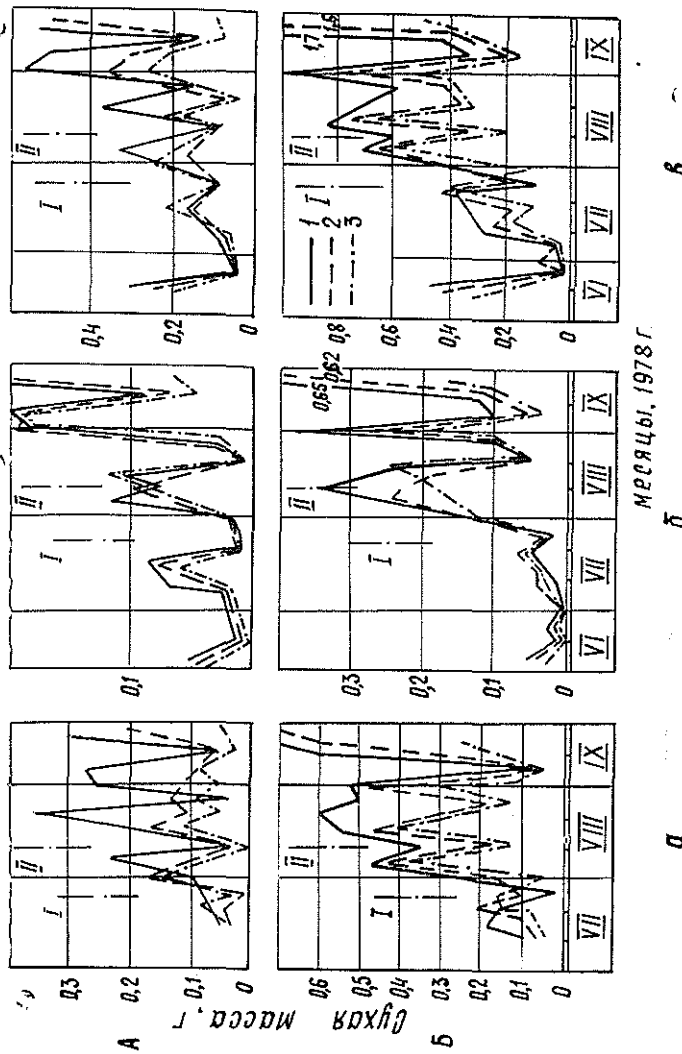


Рис. 1. Абсолютный прирост сухого органического вещества, г, в хвое (а), конях (б) и растении в целом (в) у однолетних сеянцев (в пересчете на 100 абс. сухих растений) сосны (А) и ели (Б) в зависимости от уровня минерального питания.
I, II — сроки проведения подкормок (см. табл. 1); 1, 2, 3 — варианты соответственно подкормок, фонный и контрольный.

синтеза, но и несколько сдвигает максимумы прироста биомассы, увеличивая при этом их продолжительность.

Интенсивность линейного прироста однолетних сеянцев сосны и ели, выращиваемых на фоне полного минерального удобрения, значительно выше, чем у контрольных растений. Причем именно внесение минеральных подкормок способствовало существенному усилению скорости роста сеянцев в течение вегетационного периода. Дополнительное почвенное питание, прежде всего, оказало стимулирующее действие на рост в высоту осевого побега сеянцев, на усиление ростовой и репродуктивной активности корневой системы. Минеральные подкормки повышают и новообразовательную деятельность меристемы конуса нарастания: с улучшением почвенного питания прирост числа хвоинок у сеянцев сосны и ели заметно увеличивается.

В результате дополнительных азотной и фосфорно-калийной подкормок к концу сезона вегетации формируются сеянцы, имеющие более мощный ассимиляционный аппарат, площадь фотосинтезирующей

поверхности которого в 1,5—2 раза выше, чем у сеянцев, растущих в условиях недостаточной обеспеченности питательными веществами, и составляет для сеянцев сосны 25,5 см², для сеянцев ели — 8,1 см². Опытные сеянцы имеют и большую высоту, и более мочковатую корневую систему; по массе они почти в два раза превосходят контрольные растения (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Вариант	Сосна		Ель	
		$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Существенность различия <i>t</i>	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Существенность различия <i>t</i>
Суммарная длина корней первого порядка, см	Подкормки	48,2 ± 1,4	10,2	26,9 ± 0,2	8,9
	Фон	30,6 ± 1,0		15,4 ± 0,4	
	Контроль	22,7 ± 0,6		13,1 ± 0,7	
Число корней первого порядка, шт.	Подкормки	66,1 ± 1,8	6,5	43,2 ± 2,2	1,3
	Фон	53,0 ± 1,0		40,0 ± 1,1	
	Контроль	38,8 ± 1,0		35,2 ± 1,1	
Суммарная длина хвон на одном сеянце, см	Подкормки	93,6 ± 3,2	6,4	44,1 ± 1,6	7,5
	Фон	68,3 ± 2,4		29,9 ± 1,0	
	Контроль	49,8 ± 1,9		21,6 ± 0,5	
Сухая масса 100 абс. сухих сеянцев, г	Подкормки	9,2 ± 0,3	3,7	4,1 ± 0,2	3,4
	Фон	7,3 ± 0,4		3,4 ± 0,2	
	Контроль	5,5 ± 0,4		2,7 ± 0,2	

Двухлетние сеянцы. Вегетация сеянцев второго года жизни началась во второй декаде мая, когда было отмечено растяжение и зеленение верхней части осевого побега прошлого года у сосны и распускание хвон и линейный рост терминального побега ели. Проведенная в этот период подкормка сеянцев минеральными удобрениями была направлена на усиление линейного роста побегов растений. И уже через месяц (20 июня) высота надсемядольной части стволика сеянцев опытного варианта была в 1,5—2 раза выше контрольных и составляла у сосны 5,5 см, у ели — 3,4 см (против 3,5 и 2,4 см в контроле).

Дополнительное внесение минеральных подкормок под сеянцы ели не изменило темпа и продолжительности сезонного прироста побегов, а лишь усилило скорость роста (рис. 2). В то же время у сеянцев сосны под влиянием первой подкормки увеличились не только абсолютные значения линейного прироста, но и его максимум передвинулся на более поздний срок. Общая продолжительность роста терминальных побегов сеянцев сосны и ели под влиянием удобрений не изменилась.

Внесение минеральных подкормок в мае и июне в целом не повлияло на наследственно обусловленную ритмичность накопления сухого органического вещества сеянцами сосны второго года жизни, но при этом увеличился абсолютный прирост фитомассы и максимумы ее накопления сдвинулись на более ранние сроки. Между тем, у сеянцев ели под воздействием полной минеральной подкормки в июне темпы накопления сухого органического вещества нарастали без спадов до середины августа, лишь несколько снижаясь к началу сентября.

Изменение скорости роста и накопления биомассы у двухлетних сеянцев сосны и ели под влиянием минеральных подкормок, несомненно, сказалось и на конечном результате — качестве посадочного материала (табл. 3) и выходе стандартных растений с единицы площади. Проведенная нами инвентаризация посадочного материала по ГОСТу

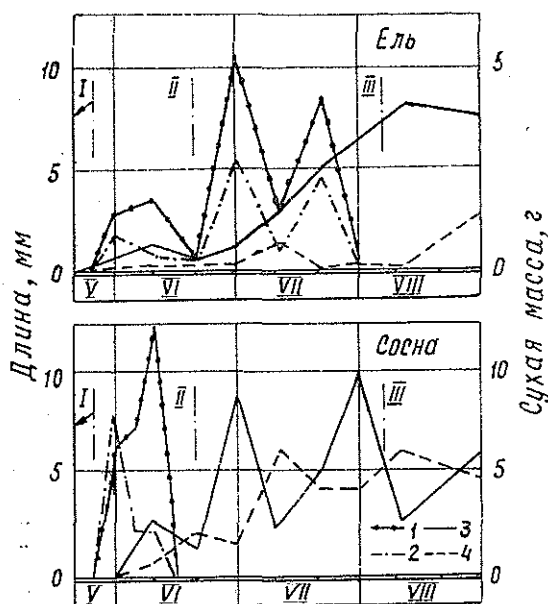


Рис. 2. Ритмичность сезонного роста осевого побега и накопления сухого органического вещества надземными органами двухлетних сеянцев сосны и ели.

I, II, III — сроки проведения подкормок (см. табл. 1); 1, 2 — линейный рост побегов соответственно в вариантах подкормок и контрольном; 3, 4 — накопленные биомассы в этих же вариантах.

3317—77 [1] показала, что в опытном варианте, где в течение двух лет проводились подкормки сеянцев минеральными удобрениями, более 65 % всех выращенных в открытом грунте двухлетних растений удовлетворяют требованиям действующих стандартов и годны к посадке на лесокультурную площадь. В контрольном варианте (без применения подкормок) выход двухлетних стандартных сеянцев составлял всего 2—5 %.

Таблица 3

Показатели	Вариант	Сосна		Ель	
		$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Существенность различия <i>t</i>	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Существенность различия <i>t</i>
Высота стволика, см	Подкормки	8,3 ± 0,1	10,3	11,5 ± 0,2	18,0
	Фон	6,7 ± 0,1		7,0 ± 0,1	
Диаметр стволика у шейки корня, мм	Подкормки	2,8 ± 0,1	5,8	1,8 ± 0,04	8,0
	Фон	2,3 ± 0,1		1,4 ± 0,04	
Суммарная длина хвои, см	Подкормки	270,3 ± 9,6	9,9	119,4 ± 5,8	12,2
	Фон	171,9 ± 2,6		44,2 ± 2,1	

Исследование сезонной реакции сеянцев на различный уровень почвенного питания, в том числе на дополнительное внесение минеральных элементов в течение сезона вегетации, позволит ближе подойти к направленному воспитанию молодых древесных растений с помощью агротехнических приемов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 3317—77. Сеянцы деревьев и кустарников: Бзамен ГОСТ 3317—55. — Введ. 01.01.77; Срок действия до 01.01.88. [2]. Карпцов Н. С. Влияние удобрений на некоторые показатели водного режима сеянцев сосны. — В кн.: Лесная наука — производству. Алма-Ата, 1972, с. 91—93. [3]. Медянова В. Ф. Особенности роста сеянцев лиственницы сибирской при различных условиях питания. — В кн.: Лесная

наука — производству. Алма-Ата, 1972, с. 111—114. [4]. Наквасина Е. Н. Дифференцированные сроки минеральных подкормок двухлетних сеянцев хвойных. — Лесохозяйств. информ., 1979, № 21, с. 8. [5]. Паплаускас В. В. Влияние минеральных удобрений на рост сосны. — Лесн. хоз-во, 1975, № 5, с. 50—51. [6]. Победов В. С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 200 с. [7]. Спичкевич М. С. Опыт выращивания сеянцев ели в подзоне средней тайги. — Лесн. хоз-во, 1972, № 3, с. 40—42. [8]. Слухай С. И. Питание и удобрение молодых древесных растений. — Киев: Наукова думка, 1965. — 300 с.

Поступила 28 апреля 1981 г.

УДК 630* 564

К ОБОСНОВАНИЮ ВЫБОРА МОДЕЛЬНОГО ДЕРЕВА

Б. Е. ВЛАСОВ

Московский лесотехнический институт

В данной статье мы уточняем трактовку для среднего модельного дерева, в основе которой лежит существенная динамичность живых объектов, особенно в процессе роста. В пределах класса бонитета рассмотрим достаточно большую совокупность деревьев, рост которых в высоту характеризуется некоторыми функциональными зависимостями $H_i = H_i(t)$ [9]. Каждую из таких зависимостей в пределах класса бонитета будем трактовать как отдельную реализацию случайной функции времени. Тогда, пользуясь методом обработки по сечениям реализаций случайной функции [2], найдем для каждого момента времени t_k соответствующие значения математических ожиданий $m_n(t_k)$, дисперсий $D_n(t_k)$, корреляционных моментов $K_n(t_k, t_e)$. После того как эти характеристики вычислены, можно, например, построить графики зависимости $m_n(t)$, $D_n(t)$, $K_n(t, t')$. Возможна аппроксимация этих зависимостей полиномами по точкам с подбором коэффициентов. Для этого целесообразно реализовать задачу на ЦВМ по стандартной программе.

Вопросы аппроксимации могут быть решены различными путями, например, методом наименьших квадратов, с помощью формул Лагранжа, Ньютона, с использованием сплайн-функций [11].

Очевидно, что для характерных кривых роста [3] мы получим $m_n = m_n(t)$, т. е. процесс не может рассматриваться как стационарный. Однако возможно перейти от некоторой случайной функции $X(t)$ к центрированной случайной функции $X(t)$, для которой математическое ожидание тождественно равно нулю. Тогда, если случайный процесс нестационарен только за счет переменного математического ожидания, это не мешает нам изучать его как стационарный [2]. Будем считать, что условие $D_n(t) \approx \text{const}$ выполняется.

Для стационарных случайных функций можно использовать спектральный аппарат. Колебательные режимы в процессе роста имеют место [1]. Тогда для нашего случая можно ввести понятие спектральной плотности, характеризующей распределение «мощности роста» по частотному спектру:

$$S_n(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} K_n(\tau) \cos \omega \tau d\tau.$$

На значения этой функции могут влиять погодичная динамика ФАР и климатические изменения.

Ряду стационарных случайных функций присуще свойство эргодичности. В этом смысле необходимо использовать аппарат стационарных процессов. Для эргодической функции среднее по времени на достаточно большом участке наблюдения приближенно равно среднему по множеству наблюдений. Об эргодичности можно судить по виду корреляционной функции на достаточно большом промежутке времени. Если, начиная с некоторого момента времени, корреляционная функция не убывает, а остается приблизительно постоянной, то это свидетельствует, что процесс не является эргодическим. Однако на практике руководствуются опытом и здравым смыслом [2]. Возможно аппаратное решение вопроса [7]. Таким образом, возможность по ходу роста одного модельного дерева судить о всей совокупности реализаций кривых роста предполагает соблюдение условий стационарности и эргодичности в указанном смысле. И это обстоятельство либо может быть допущением, либо требует в конкретном случае специального изучения.

Анализируя зависимость $m_n(t)$, можно говорить об информационной содержательности этой зависимости, трактуя ее как непрерывный сигнал. Так как информация [10] равна разности энтропий, то в конечном счете:

$$I(m_n) = - \int_{-\infty}^{\infty} f(m_n) \log f(m_n) dm_n,$$

где $f(m_n)$ — плотность вероятности для $m_n(t)$, трактуемой как случайная величина, принимающая непрерывный ряд значений.

Этот закон должен быть детально исследован. Однако, учитывая, что крайние значения m_n за время роста могут быть заранее известны (начало роста — t_0 , возраст спелости — t_{cn}), можно допустить равновероятное распределение. Тогда для ограничений t_0 и t_{cn}

$$I(m_n) = \lg(m_{cn} - m_0),$$

что и определяет информационные характеристики прогноза для процесса роста. Экспериментальную проверку высказанных соображений проводили по результатам замеров высоты семи моделей по годам на пробной площади культур сосны (густота посадки около 5000 экз. на 1 га) — табл. 1.

Таблица 1

t лет	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7
10	2,4	2,1	2,6	3,0	1,9	3,0	2,0
15	5,0	4,5	5,0	5,0	4,5	6,3	4,0
20	8,4	8,0	9,0	8,0	7,0	9,1	6,5
25	11,3	11,0	11,7	10,5	9,4	11,7	9,0
30	13,0	13,8	13,3	12,6	11,6	14,5	11,0
35	15,5	15,7	15,5	15,3	13,9	16,6	12,4
40	17,8	17,5	17,6	16,7	15,3	18,1	14,0
45	19,6	19,7	19,0	19,0	16,0	20,3	15,5
50	21,3	21,5	19,7	20,4	18,2	22,2	16,4

Процесс роста для каждой реализации имеет колебательный характер. Результаты обработки математического ожидания и дисперсии по сечениям приведены в табл. 2.

Таблица 2

t	m_t	D_t	t	m_t	D_t
5	0,743	0,0062	30	12,828	1,482
10	2,428	0,2089	35	14,985	1,7876
15	4,9	0,52	40	16,71	2,31
20	8,0	0,9366	45	18,44	3,6
25	10,657	1,176	50	19,95	4,2

Видно, что дисперсия зависит от времени. Однако, учитывая ограниченное число реализаций и в связи с этим наличие большого элемента случайности в статистических характеристиках, осредним значение дисперсии [2]. Тогда $D_{\text{ср}} = 1,49$ и $\sigma_{\text{ср}} = 1,22$. Таким образом, среднее модельное дерево может характеризоваться полученными значениями $m_n(t)$ и $D_{\text{ср}}$.

Значения осредненной нормированной корреляционной функции приведены в табл. 3.

Функция ρ_τ убывает. В связи с этим можно допустить эргодичность процесса. Однако полученный результат справедлив только в рассмотренных рамках.

На основании изложенных соображений можно вычислить нормированную спектральную плотность

$$S_0(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \rho(\tau) \cos \omega\tau d\tau,$$

значение которой может быть представлено приближенной аппроксимирующей зависимостью [2, 8]:

$$S_0(\omega) = \frac{1}{40\pi\omega^2} (1 - \cos 80\omega).$$

Отсюда видно, что пики колебательных процессов [4] роста приходятся на частоты $f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = 0,009$ 1/год, $f_2 = 0,0156$ 1/год. Это означает, что периоды колебательных процессов роста будут $T_1 = 111$ лет и $T_2 = 64$ года (и т. д.), но с различными амплитудами.

Соответственно можно оценить информационную характеристику процесса роста для срока $\Delta t = 5-50$ лет:

$$I = \lg_2(m_{50} - m_5) = \lg_2(19,95 - 0,743) = 4,25 \text{ бит.}$$

Такая характеристика позволяет оценивать возраст спелости с позиций максимального значения информации, а также информационную емкость лесных объектов в системе лесозаготовки [5], связывая объекты лесного хозяйства и лесозаготовки [6].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев В. А. Световой режим леса. — Л.: Наука, 1975. [2]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Физматгиз, 1958. [3]. Власов Б. Е., Дворников И. А. Исследование на аналоговой вычислительной машине кривой роста дерева: Лаб. раб. — М.: МЛТИ, 1977. [4]. Кудин К. А. Статистический метод исследования динамики прироста и влияния на нее различных факторов: Реф. докл. науч.-техн. конф. МЛТИ. Секц. лесн. хоз-ва. Повышение продуктивности ле-

сов. — М.: МЛТИ, 1967. [5]. Кудинов А. А. Теоретическое и экспериментальное исследование психологической загрузки оператора раскряжевочного агрегата: Дис. ...канд. техн. наук. — М.: МЛТИ, 1969. [6]. Мелехов И. С. Выдающийся деятель лесной науки (к 100-летию со дня рождения М. Е. Ткаченко). — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4. [7]. Мирский Г. Я. Аппаратурное определение характеристик случайных процессов. — М.: Энергия, 1972. [8]. Росин М. Ф., Булыгин В. С. Руководство к лабораторным работам по курсу «Статистическая динамика и теория эффективности систем управления». — М.: МАИ, 1964. [9]. Свалов Н. Н. Прогнозирование роста древостоев. — В кн.: Лесоведение и лесоводство. Т. 2. — М.: ВИНТИ, 1978. [10]. Усачев А. П. Конспект лекций по курсу «Прикладная теория информации». — М.: МАИ, 1971. [11]. Фирсов В. А. Воспроизведение обводов самолета в системе автоматизированного проектирования. — М.: МАИ, 1978.

Поступила 26 июля 1979 г.

УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

ДИНАМИКА РОТАЦИОННЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С БОКОВЫМ ПРИВОДОМ ПРИ ИХ ПЕРЕГРУЗКЕ

В. Р. КАРАМЫШЕВ, П. С. НАРТОВ

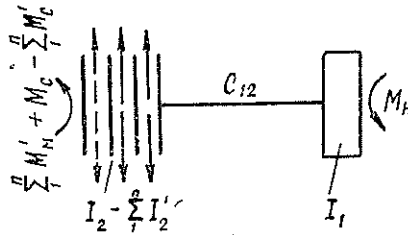
Воронежский лесотехнический институт

При перегрузках ротационных лесохозяйственных машин, вызванных наездом на препятствия (пни, корни, порубочные остатки) и другими нежелательными явлениями в момент срабатывания предохранительных муфт, в приводных линиях и элементах рабочих органов возникают значительные динамические нагрузки, которые необходимо учитывать при разработке новой техники. Однако в настоящее время, из-за отсутствия теоретических зависимостей для определения этих нагрузок, расчеты ведут по статическим нагрузкам, используя излишне большие коэффициенты запаса прочности, для вычисления которых не еще единой общепринятой методики. Выявление же действительного характера нагружения элементов ротационных лесохозяйственных машин, защищенных предохранительными муфтами различных типов, позволит изготовлять надежные конструкции машин за счет более обоснованного использования резервов прочности.

Большое распространение в лесном хозяйстве получили машины с активными рабочими органами с боковым приводом, причем каждый рабочий орган имеет индивидуальную фрикционную предохранительную муфту (лесная унифицированная фреза ФЛУ-0,8, площадкоделатель непрерывного действия ПНН-1,2 и др.). Такие машины известными методами [1] можно привести к двухмассовой расчетной системе с предохранительной муфтой, входящей в конструкцию рабочего органа [2]. При анализе динамических нагрузок следует учитывать, что перегрузка может возникнуть как на одном, так и на нескольких рабочих органах. В этом случае представляет интерес оценка динамических нагрузок в ведущей части (относительно муфты) двухмассовой системы. Динамические нагрузки в ведомой части (рабочем органе) системы, которую можно рассматривать как одномассовую с заделкой, определяются зависимостями, приведенными в работе [2].

Расчетная схема при перегрузке любого числа рабочих органов, показана на рис. 1, где I_1 — общий момент инерции массы 1; I_2 — общий момент инерции массы 2; I_2' — момент инерции каждого рабочего органа; n — число рабочих органов; M_m' — регулировочный момент предохранителя одного рабочего органа; M_c — суммарный момент

Расчетная схема ведущей части двухмассовой системы с несколькими рабочими органами.



сопротивления; M'_c — момент сопротивления одного рабочего органа; M_n — рабочий момент; C_{12} — жесткость соединительных связей.

Дифференциальные уравнения движения такой системы запишутся в виде

$$\left. \begin{aligned} I_1 \ddot{\varphi}_1 + (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} &= M_n; \\ \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) \ddot{\varphi}_2 - (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} &= - \left(\sum_1^n M'_m + M_c - \sum_1^n M'_c \right), \end{aligned} \right\} (1)$$

где φ_1 и φ_2 — угловые координаты масс системы.

Умножая первое уравнение на $(I_2 - \sum_1^n I_2')$, а второе — на I_1 и вычитая второе из первого, получим:

$$\begin{aligned} I_1 \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) (\ddot{\varphi}_1 - \ddot{\varphi}_2) + \left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) + I_1 \right] (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} &= \\ = \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) M_n + I_1 \left(\sum_1^n M'_m + M_c - \sum_1^n M'_c \right). \end{aligned} \quad (2)$$

Обозначим $\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi$. После преобразований уравнение (2) примет вид

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} + \frac{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) + I_1 \right] C_{12}}{I_1 \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right)} \varphi &= \\ = \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) M_n + I_1 \left(\sum_1^n M'_m + M_c - \sum_1^n M'_c \right)}{I_1 \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right)} \end{aligned} \quad (3)$$

или

$$\ddot{\varphi} + p^2 \varphi = \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) M_n + I_1 \left(\sum_1^n M'_m + M_c - \sum_1^n M'_c \right)}{I_1 \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right)}, \quad (4)$$

где $p^2 = \frac{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right) + I_1 \right] C_{12}}{I_1 \left(I_2 - \sum_1^n I_2' \right)}$ — частота свободных колебаний.

Общее решение уравнения (4) имеет вид

$$\varphi = A \sin pt + B \cos pt + \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_H + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'\right)}{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1\right] C_{12}}. \quad (5)$$

Найдем первую производную от φ по t :

$$\dot{\varphi} = pA \cos pt - pB \sin pt. \quad (6)$$

Полагая, что при $t = 0$ $\varphi = \frac{\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'}{C_{12}}$ и $\dot{\varphi} = 0$ и подставляя φ и $\dot{\varphi}$ в (5) и (6), получим:

$$B = - \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_H + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'\right)}{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1\right] C_{12}} + \frac{\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'}{C_{12}}; \quad A = 0.$$

Таким образом,

$$\varphi = \left\{ \frac{\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'}{C_{12}} - \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_H + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'\right)}{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1\right] C_{12}} \right\} \cos pt + \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_H + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'\right)}{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1\right] C_{12}}. \quad (7)$$

После преобразований выражение (7) запишется в виде

$$\varphi = \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_H + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'\right)}{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1\right] C_{12}} (1 - \cos pt) + \frac{\sum_1^n M_M' + M_C - \sum_1^n M_C'}{C_{12}} \cos pt. \quad (8)$$

Момент в соединительной связи

$$M = \varphi C_{12} = \frac{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_{II} + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_c - \sum_1^n M_c'\right)}{\left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1\right] C_{12}} (1 - \cos pt) + \left(\sum_1^n M_M' + M_c - \sum_1^n M_c'\right) \cos pt, \quad (9)$$

а максимальное его значение (при $\cos pt = -1$)

$$M_{max} = \frac{2 \left[\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) M_{II} + I_1 \left(\sum_1^n M_M' + M_c - \sum_1^n M_c'\right)\right]}{\left(I_2 - \sum_1^n I_2'\right) + I_1 - \sum_1^n M_M' - M_c + \sum_1^n M_c'}. \quad (10)$$

Если лесохозяйственная машина оборудована только одной предохранительной муфтой, входящей в конструкцию рабочего органа, задача по определению динамических нагрузок в ведущей части двух-массовой системы значительно упрощается. Эта часть муфты имеет тела с моментами инерции I_2' и I_1 , на которые действуют регулировочный момент муфты M_M и рабочий момент M_{II} . Уравнение (10) принимает вид

$$M_{max} = \frac{2 (I_2' M_{II} + I_1 M_M)}{I_2' + I_1} - M_M. \quad (11)$$

Экспериментальные исследования, проведенные на специальном стенде [3], полностью имитирующем динамическую систему лесохозяйственных машин с боковым приводом, показали достаточно хорошую сходимость экспериментальных данных с расчетными, выполненными по представленным выше зависимостям. Например, при частоте вращения 3 1/с экспериментальные значения моментов в ведущей части системы при стопорении всех рабочих органов (на стенде их было установлено четыре) составили 76,7 Н·м, а расчетные — 77,5 Н·м. Некоторые отклонения экспериментальных данных от теоретических объясняются, очевидно, погрешностями в оценке коэффициентов жесткости и моментов инерции системы, а также отсутствием учета ее демпфирующей способности при составлении уравнений движения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кожевников С. Н. Динамика машин с упругими звеньями. — Киев: АН УССР, 1961. [2]. Нартов П. С., Карамышев В. Р. К расчету динамических нагрузок в элементах лесных машин, защищенных предохранительными муфтами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1. [3]. Карамышев В. Р. Стенд для исследования предохранительных муфт. — Машиностроитель, 1981, № 7.

Поступила 10 ноября 1980 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.731.001.24

ДЕЙСТВИЕ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ
НА УПРУГОЕ ОСНОВАНИЕ

Б. В. УВАРОВ, В. В. ШЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Возмущения на поверхности, ограничивающей упругое основание, вызывают распространение волн, амплитуды которых максимальны на поверхности и достаточно быстро затухают с глубиной.

В общем случае механическое возмущение образует в упругой среде два типа волн: продольную волну, вызывающую изменение объема, но без изменения формы упругого элемента, распространяющуюся со скоростью $c_1 = \sqrt{\frac{\lambda + 2\nu}{\rho}}$, где λ и ν — постоянные Ламе, ρ — плотность среды; поперечную волну вихревого движения, обуславливающую изменение формы, но без изменения объема, со скоростью $c_2 = \sqrt{\frac{\nu}{\rho}}$.

В зависимости от соотношения скорости движения источника c_3 и скоростей волн в упругой среде уравнения движения имеют разный вид. Ниже рассматривается движение нагрузки со скоростями, меньшими c_1 и c_2 .

Для решения задачи используем уравнение движения в перемещениях без учета массовых сил [2].

При движении нагрузки с постоянной скоростью преобразованием переменных можно исключить время. Выражая координаты $x_1 = x - c_3 t$; $y_1 = y$; $z_1 = z$, получим уравнения движения в перемещениях:

$$\left. \begin{aligned} (k + \eta) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + k \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} \right) + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} &= 0; \\ (k + 1) \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + k \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial y \partial z} \right) + \eta \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} &= 0; \\ (k + 1) \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + k \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial z} \right) + \eta \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где u , v и w — компоненты перемещений по осям x , y и z ;

$$k = \frac{\lambda + \nu}{\nu}; \quad \eta = 1 - \frac{\rho c_3^2}{\nu}.$$

Для решения системы (1) используются интегральные преобразования: для всех перемещений по оси x , вдоль которой движется внешняя нагрузка, применяется общее преобразование Фурье; для перемещений u и w по координате y — косинус-преобразование, для перемещения v по координате y — синус-преобразование. Для всех компонентов перемещений по оси z (вертикальной) выполняется преобразование Лапласа.

Выполнив указанные преобразования системы (1), получим систему из трех алгебраических уравнений, которая может быть решена

относительно всех изображений компонентов \bar{u}^{**} , \bar{v}^{**} и \bar{w}^{**} . Выражение для изображений компонентов представляют собой дроби, числители и знаменатели которых являются степенями комплексной переменной, соответствующей в пространстве Лапласа координате z . Это позволяет выполнить обратное преобразование Лапласа, используя таблицы [1].

Формулы для изображений компонентов в пространстве Фурье имеют вид:

$$\begin{aligned} u^{**} = & \frac{A}{1-\eta} [(1+k) \operatorname{ch} a_1 z - (k+\eta) \operatorname{ch} a_2 z] + \frac{iB\alpha(1+k)}{r(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_1 z - \\ & - \operatorname{ch} a_2 z) + \frac{iCa_2}{a_1 r(1-\eta)} (a_2 \operatorname{sh} a_1 z - a_1 \operatorname{sh} a_2 z) + \frac{A_1}{1-\eta} \left(\frac{\operatorname{sh} a_1 z}{a_1} - \right. \\ & \left. - \frac{\eta}{a_2} \operatorname{sh} a_2 z \right) + \frac{iB_1\alpha}{a_1 a_2 r(1-\eta)} (a_2 \operatorname{sh} a_1 z - a_1 \operatorname{sh} a_2 z) + \\ & + \frac{iC_1(1+k)}{r(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_1 z - \operatorname{ch} a_2 z); \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} v^{**} = & \frac{iA\alpha(1+k)}{r(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_2 z - \operatorname{ch} a_1 z) + B \left[\frac{(1+k)\alpha^2}{r^2(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_1 z - \operatorname{ch} a_2 z) + \right. \\ & \left. + \operatorname{ch} a_2 z \right] + \frac{Ca a_2}{a_1 r^2(1-\eta)} (a_2 \operatorname{sh} a_1 z - a_1 \operatorname{sh} a_2 z) + \\ & + \frac{iA_1\alpha}{a_1 a_2 r(1-\eta)} (a_1 \operatorname{sh} a_2 z - a_2 \operatorname{sh} a_1 z) + \frac{B_1}{a_1 a_2 r^2(1-\eta)} \{ a_2 \alpha^2 \operatorname{sh} a_1 z - \\ & - a_1 [\alpha^2 + (\eta-1)r^2] \operatorname{sh} a_2 z \} + \frac{C_1\alpha(1+k)}{r^2(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_1 z + \operatorname{ch} a_2 z); \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} w^{**} = & \frac{iA(1+k)a_1}{a_2 r(1-\eta)} (a_2 \operatorname{sh} a_1 z - a_1 \operatorname{sh} a_2 z) + \frac{Ba(1+k)a_1}{a_2^2 r(1-\eta)} (a_1 \operatorname{sh} a_2 z - \\ & - a_2 \operatorname{sh} a_1 z) + \frac{C}{r^2(1-\eta)} [(\alpha^2 + r^2) \operatorname{ch} a_2 z - a_1^2 \operatorname{ch} a_1 z] + \\ & + \frac{iA_1}{r(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_1 z - \operatorname{ch} a_2 z) + \frac{B_1\alpha}{r^2(1-\eta)} (\operatorname{ch} a_2 z - \operatorname{ch} a_1 z) + \\ & + \frac{C_1(1+k)}{a_2 r^2(1-\eta)} [(\alpha^2 + r^2) \operatorname{sh} a_2 z - a_1 a_2 \operatorname{sh} a_1 z]. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь r и α — переменные, соответствующие в пространстве Фурье координатам x и y ;

$$a_1^2 = \alpha^2 + \left(1 - \frac{\rho c_2^2}{\lambda + 2\nu}\right) r^2; \quad a_2^2 = \alpha^2 + \left(1 - \frac{\rho c_1^2}{\nu}\right) r^2;$$

A, B, C, A_1, B_1, C_1 — значения перемещений и их первых производных при $z=0$, зависящие от r и α .

Полученные выражения (2) — (4) при предельном переходе $\eta \rightarrow 1$ должны превращаться в уравнения для статики. Совпадение ранее полученных значений u^{**} , v^{**} и w^{**} для статики [3] с формулами для таких же компонентов при предельном переходе подтверждает правильность проведенных вычислений.

Зная перемещения, можно по известному из теории упругости соотношению [2] вычислить все компоненты напряжений. В результате

получим выражения для изображений компонентов напряжений в пространстве Фурье. Последние в статье не приводятся.

Внешняя нагрузка принимается в виде постоянного распределенного давления на прямоугольной площадке размерами $2a \times 2b$ или в виде сосредоточенной силы.

Изображение внешней нагрузки в пространстве Фурье имеет вид: нагрузка, распределенная по прямоугольнику,

$$P_z^{**} = \frac{2P}{\pi ab} \frac{\sin aa}{a} \frac{\sin rb}{r}; \quad (5)$$

сосредоточенная сила

$$P_z^{**} = \frac{2P}{\pi}, \quad (6)$$

где P — суммарное внешнее усилие.

Значения компонентов перемещений и напряжений могут быть вычислены по изображениям для различных оснований: линейно-деформируемого полупространства, упругого слоя и слонстого основания. Ниже рассматривается самый простой случай — линейно-деформируемое полупространство.

Предварительно следует определить множество A, B, C, A_1, B_1 и C_1 . Их можно найти, используя шесть уравнений, отвечающих граничным условиям.

Первые три уравнения находим из условий на поверхности полупространства ($z = 0$), т. е. $\sigma_z^{**} = -P_z^{**}$; $\tau_{yz}^{**} = 0$ и $\tau_{yz}^{**} = 0$.

Оставшиеся три уравнения получим из условия равенства нулю изображений компонентов перемещений и напряжений при $z \rightarrow \infty$. Из этого условия можно получить много уравнений, так как имеется большое число компонентов и, кроме того, отдельно следует приравнять нулю выражения с множителями $e^{a_1 z}$ и $e^{a_2 z}$.

Из всего многообразия условий выбираем три независимых друг от друга, так как большинство их (условий) взаимосвязано. В результате имеем систему из шести алгебраических линейных уравнений относительно искомых величин. Решая систему, найдем:

$$\begin{aligned} A &= -\frac{iP_z^{**} r [2a_1 a_2 - (a_2^2 + a^2 + r^2)]}{\sqrt{[(a_2^2 + a^2 + r^2)^2 - 4a_1 a_2 (a^2 + r^2)]}}; \\ B &= \frac{P_z^{**} a (a_2^2 + a^2 + r^2 - 2a_1 a_2)}{\sqrt{[(a_2^2 + a^2 + r^2)^2 - 4a_1 a_2 (a^2 + r^2)]}}; \\ C &= -\frac{P_z^{**} (1 - \eta) r^2 a_1}{\sqrt{[(a_2^2 + a^2 + r^2)^2 - 4a_1 a_2 (a^2 + r^2)]}}; \\ A_1 &= -\frac{iP_z^{**} (1 - \eta) r^3 a_1}{\sqrt{[(a_2^2 + a^2 + r^2)^2 - 4a_1 a_2 (a^2 + r^2)]}}; \\ B_1 &= -\frac{P_z^{**} (1 - \eta) a r^2 a_1}{\sqrt{[(a_2^2 + a^2 + r^2)^2 - 4a_1 a_2 (a^2 + r^2)]}}; \\ C_1 &= \frac{P_z^{**} (1 + k) a_1 [2a_2 (a^2 + r^2) - a_1 (a_2^2 + r^2 + a^2)]}{\sqrt{[(a_2^2 + a^2 + r^2)^2 - 4a_1 a_2 (a^2 + r^2)]}}. \end{aligned}$$

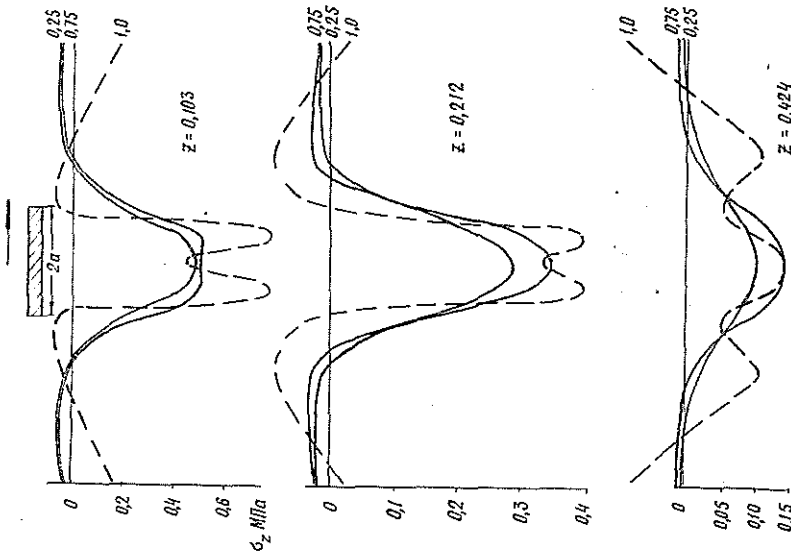


Рис. 2. $\sigma_z = f(x, y, z)$.

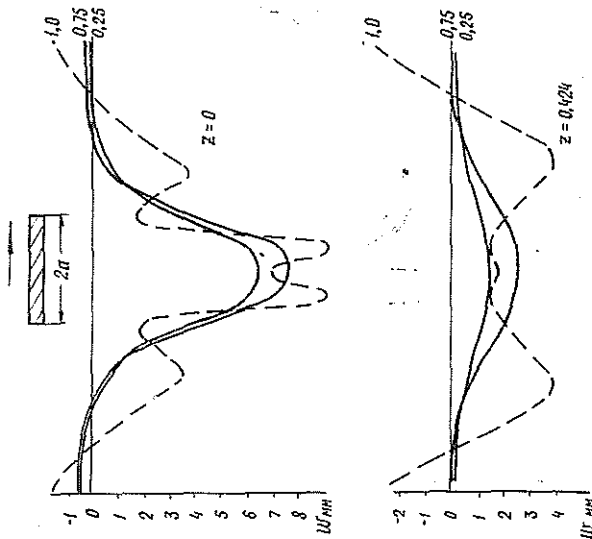


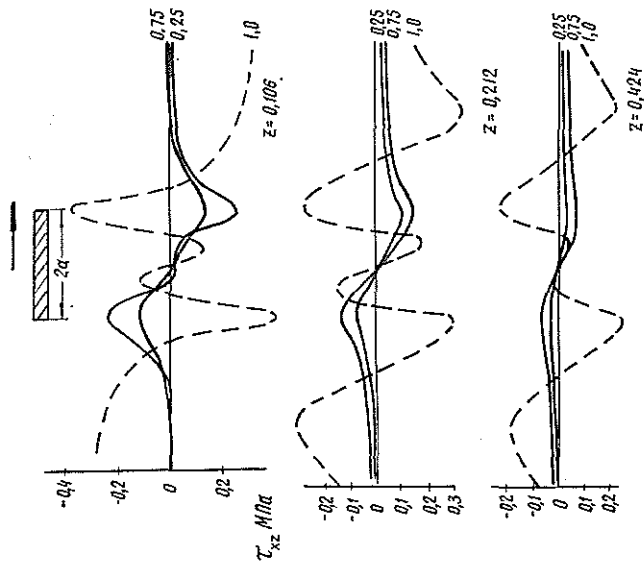
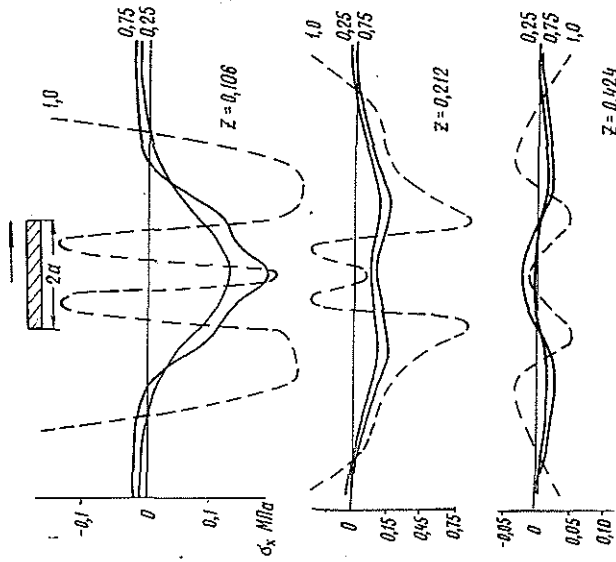
Рис. 1. $w = f(x, y, z)$.

Подстановка найденных значений в исходные формулы позволяет получить изображение компонентов перемещений и напряжений как функции α и r в явном виде. При этом изображения w^{**} , τ_{xy}^{**} и τ_{xz}^{**} оказываются чисто мнимыми, остальные — действительными.

Теперь следует перейти от изображений к реальным величинам. Для этого надо дважды выполнить обратное преобразование Фурье.

Для примера рассмотрим расчет перемещения w . Имеем

$$w = \frac{4}{\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} w^{**}(x, r, z) \cos \alpha y (\cos rx + i \sin rx) d\alpha dr.$$

Рис. 4. $\tau_{xz} = f(x, y, z)$.Рис. 3. $\sigma_x = f(x, y, z)$.

Поскольку w^{**} по r есть четная функция, то

$$\int_{-\infty}^{\infty} w^{**}(a, r, z) i \sin rx \, dr = C,$$

а

$$\int_{-\infty}^{\infty} w^{**}(a, r, z) \cos rx \, dr = 2 \int_0^{\infty} w^{**}(a, r, z) \cos rx \, dr.$$

Следовательно,

$$\omega = \frac{8}{\pi^2} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \omega^{**}(\alpha, r, z) \cos \alpha y \cos r x d\alpha dr. \quad (7)$$

Аналогичным образом получаем значения остальных компонентов, учитывая при этом следующие соображения. При умножении четной функции на синус она становится нечетной и часть интеграла в пределах от $-\infty$ до ∞ оказывается равной нулю. При умножении нечетной функции на косинус она остается нечетной и часть того же интеграла равна нулю. При умножении нечетной функции на синус она становится четной.

Вследствие сказанного все компоненты перемещений и напряжений выражаются действительными величинами.

В соответствии с рассмотренной методикой решения задачи составлена программа для ЭВМ «Наири-3.1». Программа позволяет выполнять обратное преобразование Фурье численным интегрированием двукратных несобственных интегралов типа (7). Применяли квадратурную формулу Гаусса с числом узлов, равным 40. Бесконечные верхние пределы интегрирования заменяли на конечные, выбравшиеся в зависимости от исходных данных для получения нужной точности. Расчет выполняли для вертикальной нагрузки при $a = 0,212$ м (в направлении движения), $b = 0,106$ м и $P = 0,53$ МПа. Такая интенсивность нагрузки ориентировочно соответствует воздействию заднего колеса автомобиля типа МАЗ-509 на поверхность дороги.

Некоторые результаты приводятся на рис. 1—4. На рис. 1 представлен график зависимости $\omega = f(x, y, z)$ для различных скоростей, выраженных в долях c_2 , при $y = 0$. На рис. 2—4 изображены зависимости $\sigma_z = f(x, y, z)$, $\sigma_x = f(x, y, z)$ и $\tau_{xz} = f(x, y, z)$ при тех же скоростях и $y = 0$.

Расчет свидетельствует о том, что приблизительно до скорости $c_3 \leq 0,75c_2$ значения компонентов перемещений и напряжений практически равны статическим. При достижении же скорости c_2 компоненты резко отличаются от статических и по величине, и по характеру зависимости. Отставания перемещений и напряжений от нагрузки не наблюдается, поскольку в статье учитывается только масса основания и не принимается во внимание его вязкость.

Дальнейшая задача заключается в отыскании решения для упругого слоя и слоистого основания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бейтмен Г., Эрдейи А. Таблицы интегральных преобразований. Т. 1. — М.: Наука, 1969. [2]. Новацкий В. Теория упругости. — М.: Мир, 1975. [3]. Уваров Б. В., Щелкунов В. В. О расчете слоистого основания под симметрично нагруженными балками и плитами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 5.

Поступила 17 июня 1981 г.

УДК 625.711.84:62-192

О НАДЕЖНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Г. К. ЛЕНЮК, Я. Г. МЕНШУТКИН

Ленинградская лесотехническая академия, УкрНПОбумпром

Лесовозная автомобильная дорога — комплексное транспортное сооружение или сложная техническая система длительного действия, и наличие определенной функциональной избыточности в ее структуре приводит к тому, что появление отказов отдельных элементов или значительные изменения их параметров могут привести не к полному

выходу системы из строя (полному отказу), а лишь к некоторому ухудшению качества функционирования и снижению выходного эффекта системы. Например, постепенные или внезапные отказы дорожной одежды могут быть устранены при ремонте дороги с местным стеснением движения или даже без него.

Для сложных систем [1] характеристикой качества функционирования обычно является производительность или вероятность успешного выполнения определенных функций в данный момент времени.

Система длительного действия выполняет поставленную задачу в течение интервала времени t , начиная с некоторого t_0 . Эффективность функционирования такой системы зависит от конкретной реализации процесса изменения состояний системы в течение этого периода. В некоторый произвольный момент времени каждый из элементов системы может находиться в определенном состоянии работоспособности или в состоянии отказа. Совокупность состояний элементов системы однозначно определяет состояние системы в целом.

С течением времени состояние системы меняется из-за изменения состояний входящих в ее состав элементов (отказы элементов, их восстановление и пр.).

Каждая реализация процесса перехода системы длительного действия из одного состояния в другое может быть охарактеризована вполне определенным условным показателем эффективности функционирования. Этот показатель отражает качество выполнения системой своих функций при условии, что система при этом во время решения задачи имела данную реализацию процесса перехода из одного состояния в другое.

Если обозначить через $dh_\pi(t_0, t_0 + t)$ элемент вероятности того, что система длительного действия в интервале $[t_0, t_0 + t]$ имела π -тую реализацию процесса перехода из одного состояния в другое, и через Φ_π — условный показатель эффективности функционирования системы для этой реализации процесса, то показатель эффективности функционирования системы длительного действия может быть определен по формуле:

$$E(t_0, t_0 + t) = \int_{G_\pi} \Phi_\pi dh_\pi(t_0, t_0 + t), \quad (1)$$

где интегрирование производится по пространству всех возможных реализаций процесса перехода системы из одного состояния в другое в интервале времени $[t_0, t_0 + t]$.

Для системы, состоящей из m независимых элементов, каждый из которых может находиться лишь в двух состояниях (работоспособности и отказа), формула (1) может быть записана в виде:

$$\begin{aligned} E(t_0, t_0 + t) = & \Phi_0 t_0 + \sum_{i=1}^m h_i \int_{t_0}^{t_0+t} \Phi_i(x_i) f_i(x_i) dx_i + \\ & + \sum_{1 < i < j < m} h_{ij} \int_{t_0}^{t_0+t} f_i(x_i) dx_i \int_{t_0}^{t_0+t} \Phi_{ij}(x_i, x_j) f_j(x_j) dx_j + \\ & + \sum_{1 < i < j < k < m} h_{ijk} \int_{t_0}^{t_0+t} f_i(x_i) dx_i \int_{t_0}^{t_0+t} f_j(x_j) dx_j \int_{t_0}^{t_0+t} \Phi_{ijk}(x_i, x_j, x_k) \times \\ & \times f_k(x_k) dx_k + \dots, \end{aligned} \quad (2)$$

где $f_i(x_i)$ — плотность вероятности отказа i -того элемента в момент времени x_i ;

h_0 — вероятность того, что ни один из элементов системы не откажет в интервале времени $[t_0, t_0 + t]$;

$$h_0 = \prod_{i=1}^m r_i(t_0, t_0 + t); \quad (3)$$

$r_i(t_0, t_0 + t)$ — вероятность состояния работоспособности i -того элемента системы в интервале времени $[t_0, t_0 + t]$;

h_i — вероятность того, что все элементы, не включая i -того, не откажут в интервале времени $[t_0, t_0 + t]$;

$$h_i = \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^m r_k(t_0, t_0 + t) = \frac{h_0}{r_i(t_0, t_0 + t)}; \quad (4)$$

h_{ij} — вероятность того, что элементы, не включая i -того и j -того, не откажут в интервале времени $[t_0, t_0 + t]$;

$$h_{ij} = \frac{h_0}{r_i(t_0, t_0 + t) r_j(t_0, t_0 + t)}; \quad (5)$$

Φ_0 — условный показатель эффективности функционирования системы при условии, что ни один из элементов не отказал в интервале времени $[t_0, t_0 + t]$;

$\Phi_i(x_i)$ — условный показатель эффективности функционирования системы при условии, что отказал только i -тый элемент, причем отказ произошел в момент времени x_i ($t_0 < x_i < t_0 + t$);

$\Phi_{ij}(x_i, x_j)$ — условный показатель эффективности функционирования системы при условии, что отказали только i -тый и j -тый элементы, причем отказы их произошли в моменты времени x_i и x_j соответственно ($t_0 < x_i < t_0 + t$; $t_0 < x_j < t_0 + t$).

Условный показатель эффективности функционирования выражается через эксплуатационные характеристики дороги.

Учитывая особенности лесовозных автомобильных дорог (почти полное отсутствие легковых автомобилей, сравнительно невысокие скорости движения, незначительные коэффициенты прочности и др.), естественно считать условным показателем эффективности функционирования фактическую пропускную способность или ее отношение к фактической пропускной способности идеальной (безотказной по всем элементам) дороги в данный момент времени. Предлагаемое определение, на наш взгляд, наиболее приемлемо и, разумеется, не является единственным.

Формулы (1) и (2) выражают математическое ожидание условного показателя эффективности функционирования дороги в течение промежутка времени $[t_0, t_0 + t]$.

Элементами дороги являются: земляное полотно, дорожное покрытие или дорожная одежда, укрепительные сооружения, устройства водоотвода, мосты, трубы, геометрические элементы дороги и т. п.

Примерами отказа элементов могут быть размывы, сползания откосов насыпей, выемок и всего земляного полотна, обвалы, переувлажнения грунтов земляного полотна и потеря ими несущей способности, пучинообразование, недопустимое по величине затопление низких насыпей водой, снежные заносы, просадки и проломы недостаточно прочной дорожной одежды, разрушения мостов и труб и т. д.

Вероятность полного отказа дороги, т. е. прекращения на некоторое время функционирования, вообще говоря, не исключается, что может быть вызвано крупной аварией, стихийным бедствием, соображениями безопасности.

Если величина $E(t_0, t_0 + t)$ меньше ее минимально допустимого значения $E(t_0, t_0 + t_{min})$, то дорога в целом за время функционирования t не выполнит возложенных на нее задач, например, по фактической провозной способности, а равенство указанных величин определит максимально допустимые сроки между капитальными ремонтами.

Сравнивая дорожные одежды по качеству функционирования дороги, следует без сомнения предпочесть варианты с наибольшими значениями $E(t_0, t_0 + t)$.

Многие разрабатываемые типы одежд и покрытий лесовозных автомобильных дорог еще ждут своего признания, однако для этого им предстоит выдержать конкуренцию не только по качеству функционирования, но и показателям экономической эффективности.

Суммарные приведенные затраты [2] за срок службы дороги определяют по формуле

$$C_{с.л} = C_n^{(об)} + C_{д.т.п} + \sum_{i=1}^m (C_{отк} n_i) + C_{тр}, \quad (6)$$

- где $C_{с.л}$ — суммарные приведенные затраты за срок службы дороги C_d ;
 $C_n^{(об)}$ — стоимость строительства дороги со всеми обустройствами;
 $C_{д.т.п}$ — потери от дорожно-транспортных происшествий;
 m — число видов элементов дорог, подверженных отказам за срок службы C_d ;
 $C_{отк}$ — средняя стоимость устранения отказа элемента дороги;
 n_i — число отказов соответствующих элементов за срок службы;
 $C_{тр}$ — затраты на осуществление автомобильных перевозок за срок службы;

$$C_{тр} = C_{дор} + C_t, \quad (7)$$

где $C_{дор}$ и C_t — соответственно дорожная и автотранспортная составляющие себестоимости перевозок.

Из выражения (6) следует, что большая надежность автомобильной дороги требует высоких строительных расходов. При меньшей надежности эти расходы снижаются, но возрастают эксплуатационные расходы на более частые и дорогостоящие ремонтные работы.

Таким образом, необеспеченность или необоснованное преувеличение надежности ведут к значительным убыткам.

Нетрудно видеть, что все величины, определяющие показатель эффективности функционирования дороги и суммарные приведенные затраты за срок ее службы, носят вероятностный характер и имеют определенный диапазон изменения.

Для оценки надежности и экономической эффективности дороги необходимо накопить сведения в различных климатических зонах об авариях, отказах элементов и других событиях, вызвавших снижение эффективности функционирования. К сожалению, подобная статистика еще крайне недостаточна [2] даже для дорог общего пользования и

тем более лесовозных автомобильных. Вместе с тем, эксплуатация лесовозных автомобильных дорог — это громадный реальный эксперимент по проверке их надежности, настоятельно требующий обобщения результатов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Методика выбора показателей для оценки надежности сложных технических систем. — М.: Изд-во стандартов, 1977. — 44 с. [2]. Повышение надежности автомобильных дорог/И. А. Золотарь, В. К. Некрасов, С. В. Коновалов и др. — М.: Транспорт, 1977. — 183 с.

Поступила 16 марта 1981 г.

УДК 625.731.9.001.5

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. М. КУЛИЖНИКОВ, Е. В. ЛОЗОВСКИЙ

Ленинградский инженерно-строительный институт
Гипронинеметаллоруд

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по улучшению строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог в стране» важное значение отводится вопросам использования в дорожном строительстве эффективных и нетрадиционных материалов, а также отходов и побочных продуктов производства.

К их числу относятся отходы механической обработки древесины, в том числе древесная кора, опилки и стружка. Хотя с каждым годом они находят все более широкое применение в народном хозяйстве, тем не менее вопросы полной их утилизации еще не решены. Основная причина — рассредоточенность мелких лесопильно-деревообрабатывающих комбинатов и отдаленность источников отходов от предприятий их рационального применения. Эти причины не препятствуют широкому использованию в дорожном строительстве в качестве местных материалов отходов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. В нашей стране уже имеется положительный опыт применения древесных отходов на лесовозных дорогах [2], [3], в то время как с начала 60-х годов в Скандинавских странах, США и Канаде они успешно применяются на дорогах общего пользования [1].

В целях выбора целесообразного способа использования и размещения древесных отходов в дорожных конструкциях автомобильных дорог общего пользования III—V технических категорий были обобщены известные и определены характерные для дорожного строительства их физико-механические свойства.

Известно, что древесные отходы — легкие и пористые материалы с хорошими теплозащитными свойствами (см. табл.), что и определило, в первую очередь, возможность применения их в качестве теплоизолирующих слоев дорожных одежд на пучиноопасных участках автомобильных дорог.

Однако обладающие малой теплопроводностью и высокой удельной теплоемкостью теплоизолирующие слои из отходов механической обработки древесины должны отвечать требованиям, предъявляемым к дорожно-строительным материалам. Для разрешения данного вопроса в лабораторных условиях были определены деформационные, проч-

Показатели	Значение показателей для различных материалов			
	Кора хвойных пород	Древесные опилки	Древесная стружка	Среднезернистый песок
Насыпная объемная масса в воздушносухом состоянии, кг/м ³	170	100	80	1950
Пористость, %	89,0	93,5	94,8	41,0
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,211	0,228	0,263	1,914
	0,223	0,268	0,306	2,436
Удельная теплоемкость, КДж/(кг·К)	3,331	3,050	3,050	1,092
	3,079	2,520	2,520	0,924
Модуль упругости, МПа компрессионный расчетный	3,5—10,0	6,5—16,0	5,0—12,5	—
	4,9—14,0	9,1—22,4	7,0—17,5	130
Угол внутреннего трения при оптимальной влажности, град	59—62	57—61	55—59	32
Коэффициент фильтрации, м/сут	130	6	20	35
Капиллярное поднятие, м	0,08	0,20	0,23	0,20

Примечание. В числителе приведены значения для талого материала; в знаменателе — для мерзлого (при влажности 80—90 %).

ностные и водные свойства древесных отходов, фракционный состав которых представлен на рис. 1.

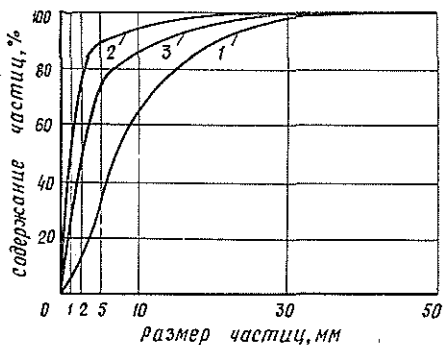


Рис. 1. Фракционный состав древесных отходов.

1 — измельченная древесная кора; 2 — древесные опилки; 3 — древесная стружка.

За основной деформационный показатель был принят компрессионный модуль упругости. Компрессионные испытания выполняли в одометрах высотой 50 мм и внутренним диаметром 110 мм.

При испытаниях удельную нагрузку на штамп создавали ступенями 0,1, 0,15, 0,2 МПа. Высоту образца измеряли перед каждой ступенью загрузки. Деформации фиксировали через 15, 30 с, 1, 3, 5, 10, 30 мин. Когда относительная деформация стабилизировалась (через 30 мин после приложения нагрузки скорость нарастания деформации не превышала 0,01 мм/мин), удельную нагрузку на каждой ступени уменьшали до 0,025 МПа, что равно среднему давлению на древесный слой от массы покрытия и слоев основания дорожной одежды. Деформации образцов при разгрузке определяли через те же промежутки времени, что и при нагружении.

Компрессионный модуль упругости E_y МПа вычисляли без учета бокового расширения:

$$E_y = \frac{p h_i}{l_i},$$

где p — удельная статическая нагрузка, МПа;

$$p = p_i - p_0;$$

p_i — удельная нагрузка на данной ступени загрузки, МПа;

p_0 — удельная нагрузка, равная давлению от массы покрытия и слоев основания, МПа;

h_i — начальная высота образца, замеренная на каждой ступени загрузки, м;

l_i — упругая деформация за ступень, м.

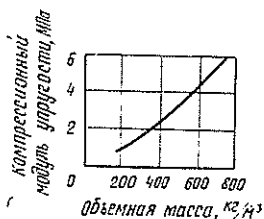


Рис. 2. Зависимость компрессионного модуля упругости древесной коры от объемной массы.

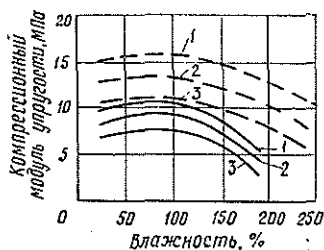


Рис. 3. Зависимость компрессионного модуля упругости древесных отходов от исходной влажности при различной удельной нагрузке.

1 — $p = 0,075$ МПа; 2 — $p = 0,125$ МПа; 3 — $p = 0,175$ МПа; сплошные линии — древесная кора; штриховые — древесные опилки.

Предварительно по результатам компрессионных испытаний древесной коры влажностью 200 %, практически равной фактической, была выбрана уплотняющая нагрузка. Так как зависимость модуля упругости древесной коры от ее объемной массы, характеризующей степень уплотнения (рис. 2), аппроксимируется (при вероятности 90 %) уравнением

$$L_y^k = 0,00000512\gamma^2 - 0,00375\gamma - 0,00398,$$

γ — объемная масса, кг/м³,

то деформационные свойства древесной коры пропорциональны степени уплотнения. В дальнейшем за уплотняющую удельную нагрузку была принята максимально возможная для компрессионного прибора, равная 0,2 МПа.

По результатам компрессионных испытаний в зависимости от исходной влажности была также определена оптимальная влажность древесного материала, соответствующая максимальной жесткости (рис. 3).

В силу специфики компрессионных испытаний компрессионный модуль упругости нельзя принять за расчетный. Для определения расчетного модуля упругости были выполнены полевые испытания древесной коры. Испытания проводили при помощи штампа диаметром 0,33 м на слое коры толщиной 1,5 м. По их результатам установлено, что расчетный модуль упругости древесной коры в 1,28—1,54 раза выше компрессионного. Так как свойства древесной коры близки к свойствам древесных опилок и стружки, данный поправочный коэффициент распространен и на них.

Угол внутреннего трения определяли с помощью прибора УВТ-2 с увеличенным диаметром столика, равным 200 мм. Коэффициент фильтрации измеряли с помощью прибора ПК-Ф Союздорнии при стандартном уплотнении древесного материала. Для определения капиллярного поднятия использовали трубку диаметром 30 мм, наполненную уплотненным древесным материалом и опущенную в кристаллизатор с водой.

Результаты лабораторных испытаний сведены в таблицу, где для сравнения приведены физико-механические свойства традиционного морозозащитного материала — среднезернистого песка.

Из результатов лабораторных испытаний сделаны следующие выводы.

1. При проектировании автомобильных дорог с теплоизолирующими слоями из отходов механической обработки древесины следует обратить особое внимание на расчет по допускаемому упругому прогибу, так как расчетный модуль упругости древесных отходов мал и равен 4,9—22,4 МПа.

2. Жесткость древесного материала определяется степенью его уплотнения. Эффективное уплотнение достигается при оптимальной влажности древесной коры 90 %, древесных опилок — 75 %.

3. Древесные отходы обладают хорошей распределяющей способностью, так как их угол внутреннего трения почти в 2 раза больше,

чем у песка. Кроме того, высокий угол внутреннего трения гарантирует лучший проезд строительных машин по древесному слою, чем по песчаному.

4. Из отходов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий древесная кора имеет самый высокий коэффициент фильтрации (у песков этот коэффициент в 3 раза меньше), что способствует применению ее в качестве дренирующего материала.

5. Малая высота капиллярного поднятия жидкости в слое древесной коры (в 2,5 раза меньше, чем у песков, опилок и стружки) позволяет использовать ее в качестве материала для капилляропрерывающих слоев.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Богачева Т. В. Использование новых материалов для устройства морозозащитных слоев дорожных одежд: Обзор зарубежного опыта. — В кн.: ЦИНИ и НТИ «Оргтрансстрой». М., 1975. — 16 с. [2]. Коковкин Ф. В. Термоизоляция оснований и покрытий лесовозных дорог. — Науч. тр./ Урал. лесотехн. ин-т. Свердловск, 1970, вып. 21, с. 45—49. [3]. Рейнас П. Д. Опыт строительства гравийных дорог для вывозки леса. — В кн.: Пути развития сухопутного транспорта леса. М., 1964, с. 127—133.

Поступила 10 февраля 1981 г.

УДК 625.731.1.042

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Е. И. ШЕЛОПАЕВ

Красноярский политехнический институт

В настоящее время на основании многолетнего опыта проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог возникла необходимость разработать научный метод прогноза влажности и модуля упругости грунтов с учетом двухмерных схем водно-теплового режима [4].

Эксперименты и расчеты, выполненные научными сотрудниками Союздорнии (М. Б. Корсунский, В. И. Рувинский и др.), МАДИ (А. Я. Тулаев, Ю. М. Яковлев), КАДИ (В. М. Сиденко), ХАДИ (В. А. Анфимов), АЛТИ (Т. А. Гурьев, В. А. Лукина), СибАДИ (В. А. Давыдов), КПИ (Е. И. Шелопаев) и других организаций, показали следующее.

1. Для дорог, находящихся в IV и V дорожно-климатических зонах, при диффузном режиме увлажнения земляного полотна расчетные характеристики грунтов в одномерной и двухмерной схемах существенно не различаются.

2. При инфильтрационном, пленочном и капиллярно-инфильтрационном режимах увлажнения земляного полотна расчетные характеристики грунтов в одномерной и двухмерной схемах значительно различаются. Это наблюдается для дорог, расположенных в I, II и III дорожно-климатических зонах. Отклонения вызваны влиянием как ширины земляного полотна, так и характером дорожной конструкции. В этом случае необходимо учитывать неоднородность по влажности и модулю упругости грунта не только по глубине, но и в горизонтальных слоях.

Согласно инструкции ВСН 46-72 [2], в расчетах по одномерным схемам учитываются в основном характеристики грунтов по оси доро-

гн. В результате снижается толщина дорожной одежды еще на стадии ее проектирования [3], и одежда преждевременно разрушается в период эксплуатации. Более правильно использовать расчетные характеристики грунтов не по оси дороги, а под проезжей частью на расстоянии 1,0 м от края, где динамические нагрузки от колес автомобильного транспорта и, следовательно, площадь разрушения покрытия наибольшие.

В двухмерных схемах, по сравнению с одномерными, влажности грунтов больше на 38 %, модули упругости меньше на 16 % в насыпях, на 28 % в нулевых местах и на 37 % в выемках.

Дорожно-климатическая зона	Тип местности по условиям увлажнения (по СНиП II-Д 5--72)	Среднее многолетнее значение нормативной влажности грунтов W_H в активной зоне земляного полотна, доли от W_T на границе текучести			
		Супесь легкая, оптимальная смесь	Песок пылеватый, супесь тяжелая	Суглинок легкий и тяжелый, глина	Супесь пылеватая, суглинок пылеватый
I ₁	1	0,65	0,67	0,69	0,71
	2	0,67	0,69	0,71	0,73
	3	0,70	0,72	0,73	0,75
I ₂	1	0,61	0,64	0,67	0,69
	2	0,63	0,66	0,69	0,70
	3	0,65	0,68	0,70	0,72
I ₃	1	0,67	0,68	0,70	0,73
	2	0,69	0,70	0,73	0,75
	3	0,71	0,72	0,74	0,77
II ₁	1	0,62	0,64	0,66	0,68
	2	0,64	0,66	0,68	0,71
	3	0,66	0,68	0,70	0,73
II ₂	1	0,65	0,67	0,69	0,72
	2	0,68	0,69	0,71	0,73
	3	0,70	0,71	0,73	0,76
III	1	0,60	0,63	0,65	0,66
	2	0,62	0,65	0,67	0,68
	3	0,64	0,67	0,69	0,70
IV	1	0,58	0,60	0,62	0,63
	2	0,60	0,62	0,64	0,66
	3	0,62	0,64	0,66	0,67
V	1	0,56	0,57	0,59	0,62
	2	0,58	0,59	0,61	0,64
	3	0,59	0,60	0,62	0,65

Примечания. 1. Для участков земляного полотна в выемках и нулевых местах значения влажности грунтов на 0,03 больше приведенных в таблице. 2. При укрепленных обочинах дорог значения влажности грунтов меньше на 0,04. 3. Зона вечной мерзлоты разделена на три подзоны: I₁ — северная; I₂ — центральная; I₃ — южная [2, 5]. Зона избыточного увлажнения разделена на две подзоны: II₁ — европейская часть; II₂ — Западная и Восточная Сибирь.

В результате анализа многолетних данных наблюдений за водно-тепловым режимом грунтов земляного полотна автомобильных дорог в разных дорожно-климатических зонах [1, 3] получены значения нормативной влажности (см. табл.) и модулей упругости (рис. 1) грунтов в активной зоне земляного полотна при двухмерной схеме водно-теп

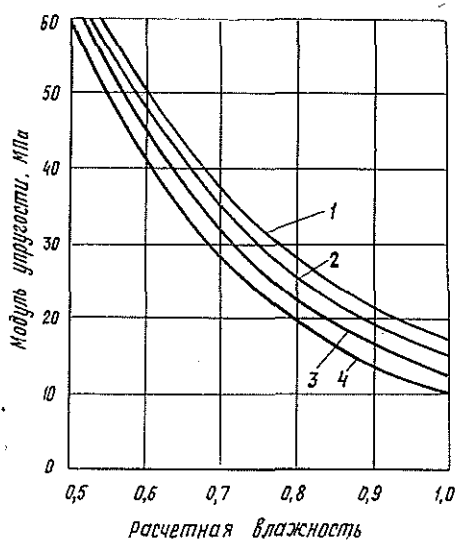


Рис. 1. Зависимость модуля упругости от влажности грунта. 1 — супесь легкая; 2 — песок пылеватый, супесь пылеватая; 3 — суглинок легкий и тяжелый, глина; 4 — супесь тяжелая, суглинок пылеватый.

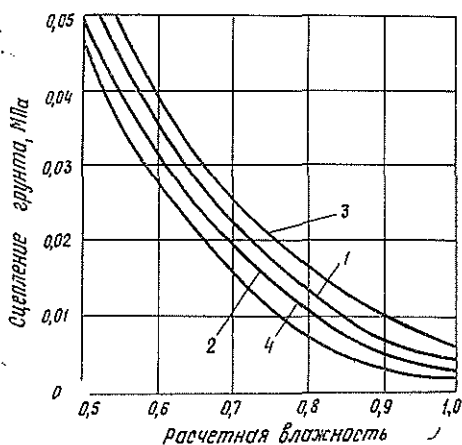


Рис. 2. Зависимость сцепления от влажности грунта. Обозначения те же.

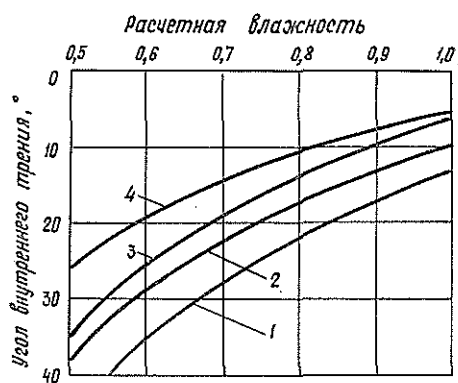


Рис. 3. Зависимость угла внутреннего трения от влажности грунта. Обозначения те же.

лового режима. Значения, приведенные в таблице, существенно отличаются от данных, полученных М. Б. Корсунским и др. [3].

Расчетную влажность грунта W_p следует определять с учетом надежной работы дорожной конструкции в период между капитальными ремонтами по формуле М. Б. Корсунского [3]:

$$W_p = W_n + \sigma_w t = \left(1 + \frac{\sigma_w t}{W_n}\right) = W_n K_w,$$

где W_n — среднее многолетнее (нормативное) значение влажности в наиболее неблагоприятный (весенний) период года (принимается по таблице);

σ_w — среднее квадратичное отклонение значения влажности грунта (принимается равным: 0,05 при $W_n = 0,5-0,6$; 0,065

при $W_n = 0,61—0,7$; $0,076$ при $W_n = 0,71—0,8$; $0,097$ при $W_n = 0,81—0,96$);

t — нормативное отклонение, зависящее от заданного уровня надежности (определяется по известным таблицам для одностороннего критерия оценки);

K_n — коэффициент надежности (принимается для цементнобетонного покрытия равным $1,22$; асфальтобетонного — $1,20$; щебеночного — $1,18$; черногравийного — $1,17$; щебеночного и гравийного — $1,15$).

Используя графики (рис. 1, 2 и 3), по значению расчетной влажности грунта $W_p = \frac{W}{W_T}$ (где W — естественная влажность грунта, %, W_T — влажность грунта на пределе его текучести, %) определяют модуль его упругости, угол внутреннего трения и величину сцепления, необходимые для расчета дорожных одежд по трем критериям [2, 5].

Применение дифференцированного учета влажности грунта при расчете дорожных одежд обеспечит их прочность, морозоустойчивость и надежность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Земляное полотно автомобильных дорог в северных условиях/Под ред. А. А. Малышева. — М.: Транспорт, 1974. — 288 с. [2]. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46—72. — М.: Транспорт, 1973. — 110 с. [3]. Корсунский М. Б., Васильев Ю. М., Гайворонский В. Н. Прогнозирование и регулирование влажности грунтов земляного полотна. — Автомоб. дороги, 1980, № 11, с. 17—19. [4]. Шелопаев Е. И. Методы расчета водно-теплого режима земляного полотна и дорожных одежд. — Красноярск: КПИ, 1976. — 65 с. [5]. Шелопаев Е. И., Потатуева Т. В. Проектирование дорожных одежд нежесткого типа в условиях вечной мерзлоты. — Томск: ТИСИ, 1980. — 28 с.

Поступила 2 июля 1981 г.

УДК 629.114.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ ХЛЫСТОВ БЕЗ НАРУШЕНИЯ ИХ ЦЕЛОСТНОСТИ

*Н. И. БИБЛЮК, В. Н. ВИТВИЦКИЙ, А. А. БОЙКО,
Б. Т. ПЕРЕТЯТКО, И. Л. МИРЕЦКИЙ*

Львовский лесотехнический институт

При решении задач статики и динамики лесосечных, лесотранспортных и нижнескладских машин и оборудования требуется полная информация о физико-механических характеристиках деревьев, хлыстов и их совокупности (пакетов). Одна из важных характеристик древесного ствола — модуль упругости при изгибе.

Первые экспериментальные исследования по определению модуля упругости при изгибе стволовой древесины растущего дерева были выполнены финским ученым А. Юлинемом [1]. Им обнаружено линейное уменьшение модуля упругости от комля к вершине растущего дерева (для березы в 1,5 и для хвойных пород — в 2 раза). При этом уменьшение модуля стволовой древесины сосны от комля к 0,8 высоты дерева составило 17 %, к вершине — 18 %.

В 1974 г. Б. В. Билык и Б. Т. Перетятко предложили методику определения модуля упругости древесины хлыста без нарушения его

целостности, основанную на измерении кривизны изгиба [2]. Выполненные ими экспериментальные исследования показали, что значения модуля упругости древесины свежесрубленных хлыстов карпатской ели существенно (в 1,5—2 раза) отличаются от определенных на образцах, подготовленных согласно ГОСТу 16483.0—70.

В работе [2] приведены значения модуля упругости на участке от комлевого среза до 0,7 длины хлыста (как объекта тракторной трелевки), при этом не было выявлено закономерности его изменения по длине.

В настоящей работе изложена методика определения модуля упругости при изгибе для полного хлыста, являющаяся уточнением и развитием метода [2], и приведены результаты экспериментального исследования модуля упругости хлыстов карпатской ели.

В основу метода положено общепринятое представление о хлысте как балке переменного поперечного сечения [3] на двух опорах, которыми хлыст условно разделен на пролетную и консольную части. Учитывая, что максимальные значения стрелы прогиба участка хлыста при постановке эксперимента не превышают 5% его длины, уравнение упругой линии n -го элемента хлыста запишем в виде:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M_n}{E_n I_n}, \quad (1)$$

где $\frac{d^2y}{dx^2}$ — кривизна изгиба в некотором сечении n -го элемента хлыста;

M_n — изгибающий момент;

E_n — модуль упругости при изгибе;

I_n — момент инерции поперечного сечения хлыста.

Для решения уравнения (1) целесообразно использовать конечно-разностный метод, позволяющий единообразно, достаточно просто и точно решить поставленную задачу.

Для трех произвольных точек упругой линии, расположенных с интервалом Δx по длине хлыста (рис. 1), уравнение прогибов в конечных разностях, согласно [4], запишем в виде:

для пролетной части

$$y_{n+1} = -y_{n-1} + 2y_n + \frac{\Delta x^2}{12} \left[\frac{M_{n-1}}{E_{n-1} I_{n-1}} + 10 \frac{M_n}{E_n I_n} + \frac{M_{n+1}}{E_{n+1} I_{n+1}} \right]; \quad (2)$$

для консольной части

$$y_{n+1} = y_{n-1} + 2\Delta x y'_{n-1} + \frac{2\Delta x^2}{3} \left[\frac{M_{n-1}}{E_{n-1} I_{n-1}} + 2 \frac{M_n}{E_n I_n} \right]. \quad (3)$$

Учитывая, согласно [2], что для пролетной части $y_{n-1} + y_{n+1} = 2(y_n - \delta_n)$, а $2\delta_n = \delta_{n-1} + \delta_{n+1}$ (рис. 1, а), и приняв модуль упругости на участке хлыста длиной $2\Delta x$ постоянным и равным E_n , после некоторых преобразований получим выражение для определения модуля упругости в пролете:

$$E_n = \frac{\Delta x^2}{12(\delta_{n-1} + \delta_{n+1})} \left[\frac{M_{n-1}}{I_{n-1}} + 10 \frac{M_n}{I_n} + \frac{M_{n+1}}{I_{n+1}} \right]. \quad (4)$$

Для консольной части хлыста (рис. 1, б) можно записать, что

$$y_{n+1} = y_{n-1} + 2\Delta x y'_{n-1} + z + \delta_{n-1} + \delta_{n+1}, \quad (5)$$

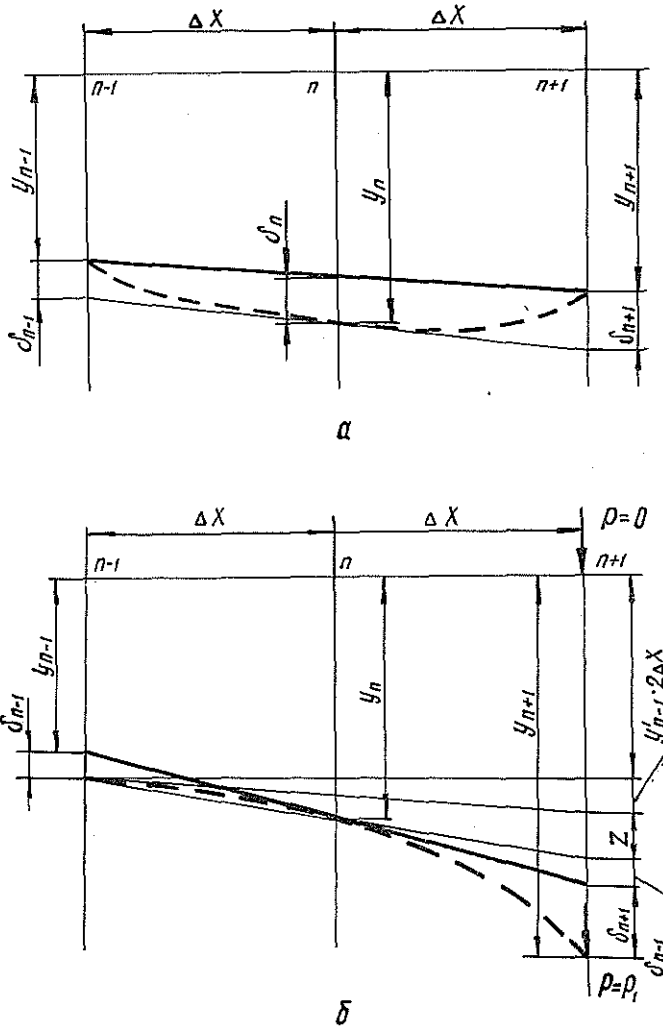


Рис. 1. Схема изгиба участка хлыста длиной $2\Delta x$.
 а — пролетная часть; б — консольная часть; y_{n-1} , y_n , y_{n+1} и δ_{n-1} , δ_n , δ_{n+1} — значения прогибов и относительных смещений сечений в точках $n-1$, n , $n+1$; z — удвоенная величина прогиба точки n относительно $n-1$ от касательной к кривой изгиба в точке $n-1$. Сплошная линия — ось измерительной рейки; штриховая — кривая изгиба хлыста.

$$y_n = y_{n-1} + \Delta x y'_{n-1} + z/2. \quad (6)$$

Составив уравнение (3) для y_n в виде

$$y_n = y_{n-1} + \Delta x y'_{n-1} + \frac{\Delta x^2}{6} \left[\frac{M_{n-1}}{E_{n-1} I_{n-1}} + 2 \frac{M_{n-1/2}}{E_{n-1/2} I_{n-1/2}} \right] \quad (7)$$

и решив совместно уравнения (3), (5), (6), (7), получим выражение для определения модуля упругости в консольной части хлыста:

$$E_n = \frac{\Delta x^2}{3(\delta_{n-1} + \delta_{n+1})} \left[\frac{M_{n-1}}{I_{n-1}} + 4 \frac{M_n}{I_n} - 2 \frac{M_{n-1/2}}{I_{n-1/2}} \right]. \quad (8)$$

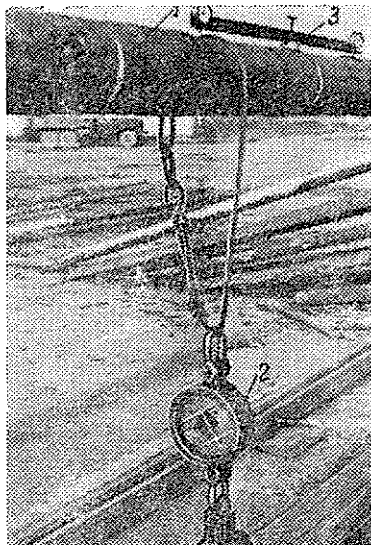


Рис. 2. Установка приспособлений для измерения кривизны изгиба участка хлыста.

1 — хлыст; 2 — динамометр; 3 — рейка.

при помощи таблицы случайных чисел из 69 деревьев, срубленных в чистом еловом насаждении Iа класса бонитета, III класса возраста с запасом около 400 м³/га при полноте 0,8, приведены на рис. 3. Скачкообразное изменение модуля упругости по длине хлыстов объясняется пороками древесины, погрешностями измерений и имеет случайный характер.

Используя методику, изложенную в работе [2], мы измеряли модуль упругости древесины хлыстов ели на специальной установке, смонтированной на территории Славского ЛХЗ. Установка выполнена в виде двух массивных опор, на одной из которых установлен на подшипниках качения вал, обеспечивающий свободное продольное перемещение комлевого сечения хлыста при изгибе. Изгиб хлыста осуществляли при помощи ручной лебедки, усилие от которой через систему полиспастов прикладывали в определенных сечениях хлыста и регистрировали динамометром растяжения. Кривизну упругой линии хлыста измеряли специальной рейкой длиной 1 м с индикаторами часового типа (рис. 2), позволяющими получать высокую точность.

На рис. 2 измерительное устройство и натяжное приспособление условно совмещены. При измерениях расстояние между ними принимали не менее 2 м для уменьшения влияния поперечной силы на изгиб участка хлыста.

Изгибающую нагрузку измеряли в шестикратной повторности. Показания индикаторов δ_n записывали как средние арифметические из последних трех измерений. Модуль упругости вычисляли по формулам (4), (8) через 1 м по длине хлыста.

Результаты определения модуля упругости при изгибе для пяти хлыстов длиной 24—26 м и диаметром на высоте груди 24—32 см, выбранных

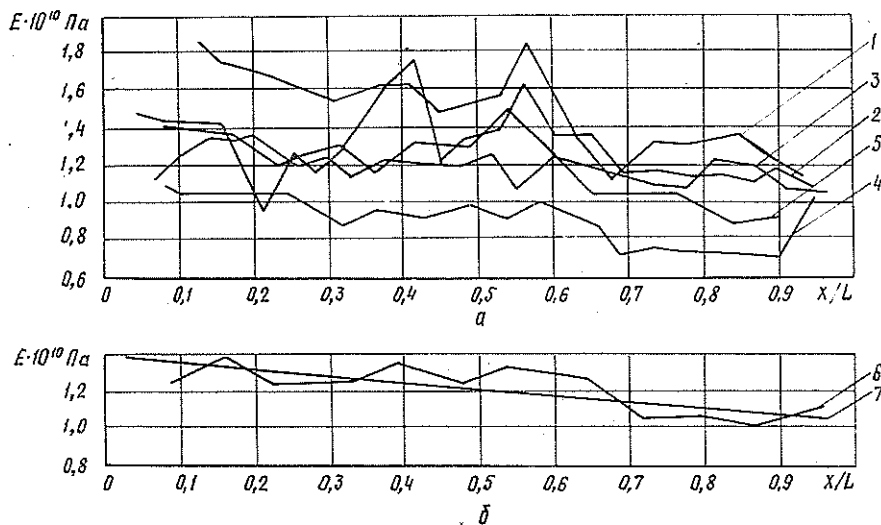


Рис. 3. Изменение модуля упругости древесины хлыстов при изгибе.

1 — хлыст № 10; 2 — хлыст № 18; 3 — хлыст № 28, 4 — хлыст № 15; 5 — хлыст № 13;
6 — средние значения по пяти хлыстам; 7 — график аппроксимирующей зависимости.

В результате обработки данных методами математической статистики получены следующие характеристики модуля упругости при изгибе: среднее значение $E_{\text{ср}} = (12,1 \pm 0,254)$ ГПа, среднее квадратичное отклонение $\sigma = (2,535 \pm 0,180)$ ГПа, коэффициент вариации $\nu = (20,96 \pm 1,55)$ %, мера косости $\alpha = 0,0156 \pm 0,245$, мера крутости $t = -0,310 \pm 0,490$. Распределение значений модуля упругости при изгибе соответствует нормальному.

Проверка соответствия проведена по критерию согласия Пирсона, при этом $P(\chi^2) \leq 0,5$.

Установлено, что значения модуля упругости уменьшаются от комля к вершине для отдельных хлыстов более чем на 25 %. Корреляционное уравнение зависимости модуля упругости (ГПа) при изгибе от отношения x/L получено в виде:

$$E\left(\frac{x}{L}\right) = E_{\text{ср}} \left(1,127 - 0,245 \frac{x}{L}\right), \quad (9)$$

где $E_{\text{ср}} = 12,1$ ГПа — среднее значение модуля упругости при изгибе;
 x — расстояние от комлевого среза до сечения хлыста, для которого определяется модуль упругости, м;

L — полная длина хлыста, м.

Средняя ошибка корреляционного уравнения равна 0,8 ГПа, что составляет 6,6 % от $E_{\text{ср}}$.

Полученное среднее значение модуля упругости древесины свежесрубленных хлыстов при изгибе для карпатской ели существенно отличается от рекомендуемых в древесиноведении (в 1,2—1,5 раза). Модуль упругости при изгибе уменьшается от комля к вершине в среднем на 20 % (для некоторых хлыстов на 40 %).

Анализ условий измерений и полученных результатов показал, что отношение M/I на участке $2\Delta x$ изменяется незначительно. Поэтому расчетные выражения (4) и (8) представляется возможным привести к виду

$$E_n = \frac{\Delta x^2 M_n}{(\delta_{n-1} + \delta_{n+1}) I_n}. \quad (10)$$

Погрешность формулы (10) зависит в основном от сбега хлыстов и возрастает к вершине. При сбеге менее 5 см на 1 м длины хлыста относительная ошибка вычисления модуля упругости не превышает 6—7 %.

Полученные значения модуля упругости древесины хлыстов при изгибе и характер их изменений по длине хлыста рекомендуется использовать при аналитических исследованиях статике и динамике хлыстов и пакетов как объекта работы лесных машин в горных условиях.

Предложенная методика определения модуля упругости хлыстов без нарушения их целостности рекомендуется для практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ашкенази Е. К. Анизотропия древесины и древесных материалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. [2]. Билык Б. В., Перетятко Б. Т. К вопросу о методике определения модуля упругости древесины хлыстов как объекта транспортирования. — В кн.: Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Киев: Будівельник, 1974, вып. 4. [3]. Гастев Б. Г., Мельников В. И. Ос-

новы динамики лесовозного подвижного состава. — М.: Лесн. пром-сть, 1967, [4]. Микеладзе Ш. Е. Некоторые задачи строительной механики. — М.—Л.: ОГИЗ — Гостехиздат, 1948.

Поступила 27 августа 1980 г.

УДК 656.6.001.24

К РАСЧЕТУ ОПОРНЫХ УЗЛОВ НАПЛАВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Опорным узлом наплавных сооружений принято называть устройство, состоящее из наплавной и донной опор и связи между ними, предназначенной для передачи обычно горизонтально направленной нагрузки от наплавной опоры к донной. Опорные узлы служат в качестве несущих конструктивных элементов продольных запаней на донных опорах, используются как наплавные русловые причалы для плотов и пунктов погрузки судов, а также для крепления различного рода рейдовых сооружений и в других целях.

В качестве связи между опорами наиболее распространена гибкая нить (стальной канат, цепь и т. п.), обычно называемая шеймой [4]. Для поддержания верхнего конца шеймы в надводном положении на время, когда он отсоединен от наплавной опоры, служит сторожковый буй. Последний может быть представлен в виде типового [3] или так называемого удлиненного цилиндрического буя [11].

В литературе [1, 2, 5, 8, 10, 12] излагаются методы расчета опорных узлов с гибкими связями, но однако они представляются в некоторой мере путанными и достаточно сложными. В настоящей работе предлагается метод расчета опорных узлов наплавных сооружений с гибкими связями, отличающийся от известных простотой и ясностью.

Первым элементом опорного узла с гибкой связью, который при известной горизонтальной нагрузке H подлежит расчету, является якорная шейма. Известно, что расчетное натяжение в шейме незначительно превышает нагрузку H , поэтому ее сечение вполне допустимо подобрать по разрывному сопротивлению, определяемому по формуле:

$$R = (1,05 - 1,10) \eta H, \quad (1)$$

где η — коэффициент запаса прочности. Для неподвижных донных опор $\eta = 3,5$ [9];
1,05—1,10 — коэффициент, учитывающий превышение натяжения каната над действующей горизонтальной нагрузкой. Чем больше вертикальный угол подхода каната к донной опоре, тем большим должен быть этот коэффициент.

На якорную шейму в речном потоке воздействуют два вида распределенных по канату сил: собственный вес, направленный по вертикали вниз, и сила влечения каната потоком, совпадающая по направлению с вектором скорости течения. В работе [5] сделана попытка учесть и эту нагрузку. Однако при сравнительно малом вертикальном угле наклона шеймы в потоке этот вид распределенных сил составляет весьма незначительную долю собственного веса, и для упрощения решения задачи им вполне допустимо пренебречь. Такое допущение позволяет использовать при решении задачи о расчете шеймы теорию расчета

гибких нитей, находящихся под воздействием равномерно распределенной вертикальной нагрузки [6, 13].

Система уравнений равновесия элементарного отрезка гибкой нити в плоской системе координат (рис. 1) имеет вид

$$-H + (H + dH) = 0; \quad (2)$$

$$-V + pdS + (V + dV) = 0, \quad (3)$$

где H и V — составляющие силы натяжения нити по координатным осям;

p — вес единицы длины нити. Для рассматриваемого нами случая берется вес единицы длины шейки с учетом взвешивающего влияния воды.

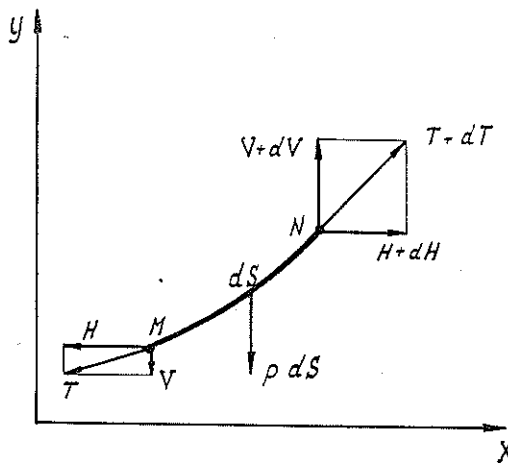


Рис. 1. Расчетная схема к уравнениям статического равновесия элемента гибкой нити.

Из уравнения (2) следует весьма важный вывод, что горизонтальная составляющая натяжения нити H на всей длине остается величиной постоянной. При расчете якорных шейм этот вывод примечателен, прежде всего, тем, что эта сила заранее известна.

Из уравнения (3), в свою очередь, следует, что приращение вертикальной составляющей натяжения нити определяется выражением

$$dV = pdS. \quad (4)$$

Между силой натяжения нити T , углом ее наклона к горизонту α , и горизонтальной составляющей H существует совершенно очевидное соотношение

$$T = \frac{H}{\cos \alpha}. \quad (5)$$

Очевидно также, что

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{V}{H}. \quad (6)$$

Взяв вторую производную из выражения (6) и подставив dV из выражения (4), получим дифференциальное уравнение равновесия нити:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{p}{H} \frac{dS}{dx}. \quad (7)$$

Подставив это выражение в уравнение (5), получим

$$T = \frac{Hy}{a} = \frac{Hyp}{H} = py. \quad (13)$$

В самой нижней точке провеса гибкой нити, где $x = 0$ и $y = 0$, а также $\alpha = 0$, согласно формуле (5), $T = H$. Это минимальное значение натяжения. Для любой другой точки гибкой нити, где $y > 0$ и $\alpha > 0$,

$$T = H + py. \quad (14)$$

Длина цепной линии определяется формулой

$$S = a \operatorname{sh} \frac{x}{a}, \quad (15)$$

а координаты x из выражения (8)

$$x = a \operatorname{arch} \left(\frac{y}{a} + 1 \right). \quad (16)$$

С помощью приведенных формул в принципе можно рассчитать якорную шейму. Однако при практическом их использовании встречается следующая трудность. Известно, что для стальных канатов значение a близко к 5000 м, что при решении задач с использованием приведенных формул требует весьма подробных таблиц гиперболических функций. В самом деле значение аргумента $\frac{x}{a}$ мало отличается от нуля, а значение $1 + \frac{y}{a}$ близко к единице.

Заменив гиперболические функции на тригонометрические, А. Н. Лебедев [8] получил хорошо известную формулу для расчета рабочей длины якорной шеймы:

$$l_{ш} = \sqrt{a^2 \operatorname{tg}^2 \alpha_A + 2ah \sec \alpha_A + h^2} - a \operatorname{tg} \alpha_A, \quad (17)$$

где h — глубина потока;

α_A — вертикальный угол подхода шеймы к донной опоре (рис. 2).

Правая часть приведенной формулы представляет собой разность двух больших величин, что приводит к значительным неточностям при вычислении $l_{ш}$.

Якорную шейму, однако, вполне допустимо рассчитывать и по методу параболы [7]. В этом методе для гибких нитей с опорами на одном уровне существует хорошо известное соотношение

$$H = \frac{pl^2}{8f}, \quad (18)$$

где l — длина пролета;

f — стрела провеса нити по ее середине.

В координатах x, y (рис. 2) при известных значениях H и p выражение (18) имеет вид:

$$y = \frac{p(2x)^2}{8H}. \quad (19)$$

Воспользуемся этим уравнением для получения более простого метода расчета якорной шеймы.

Поскольку горизонтальное натяжение якорной шеймы H бывает известно, а вертикальный угол α_A подхода якорной шеймы к донной

опоре (рис. 2) задан типом донной опоры [9], то, согласно выражению (5), натяжение шейки в точке A

$$T_A = \frac{H}{\cos \alpha_A}, \quad (20)$$

и вместе с тем, согласно (14),

$$T_A = H + p y_A,$$

откуда ордината

$$y_A = \frac{T_A - H}{p}. \quad (21)$$

Подставив вычисленное таким образом значение y_A в выражение (19), получим абсциссу точки A :

$$x_A = \sqrt{2a y_A}. \quad (22)$$

Для точки B , где якорная шейма крепится за наплавную опору, имеем

$$y_B = y_A + h + a_0, \quad (23)$$

где h — расчетная глубина потока, т. е. глубина в месте установки опорного узла при расчетном расходе;

a_0 — расстояние от уровня воды до точки крепления шейки на наплавной опоре.

Тогда соответственно абсцисса точки B

$$x_B = \sqrt{2a y_B}. \quad (24)$$

Натяжение шейки в точке B

$$T_B = T_A + p(h + a_0). \quad (25)$$

Полученное таким образом натяжение шейки T_B является наибольшим, и его нужно сравнить с расчетным усилием $\frac{R}{\eta}$ из выражения (1). Если последнее окажется не менее T_B , то сечение якорной шейки по R подобрано правильно.

Вертикальный угол подхода шейки к точке B

$$\alpha_B = \arccos \frac{H}{T_B}, \quad (26)$$

а вертикальная составляющая натяжения шейки

$$V_B = T_B \sin \alpha_B. \quad (27)$$

Известно далее, что длина гибкой нити между опорами как длина параболы определяется формулой

$$S = l + \frac{8f^2}{3l}, \quad (28)$$

отсюда длина линии между точками O и A

$$S_{OA} = x_A + \frac{2}{3} \frac{y_A^2}{x_A}, \quad (29)$$

соответственно между точками O и B

$$S_{OB} = x_B + \frac{2}{3} \frac{y_B^2}{x_B}. \quad (30)$$

Тогда рабочая длина якорной шейки

$$l_{ш} = S_{OB} - S_{OA}, \quad (31)$$

а полная длина

$$l_{п} = l_{ш} + l_{я} + l_{о}, \quad (32)$$

где $l_{я}$ и $l_{о}$ — длина отрезков шейки для закрепления ее соответственно за донную и наплавную опоры.

При использовании в качестве донной опоры винтового якоря

$$l_{я} = \left(\frac{\pi}{4} - \alpha_A \right) h_{я}, \quad (33)$$

где $h_{я}$ — глубина завинчивания якоря в грунт.

Таким образом, сочетание двух методов расчета гибкой нити по цепной линии и по параболе позволяет значительно упростить расчет опорных узлов наплавных сооружений.

Расчет опорных узлов по изложенной методике выполняют в такой последовательности:

- 1) определяют горизонтальную нагрузку на опорный узел H , подбирают и рассчитывают донную опору;
- 2) по формуле (1) подбирают сечение якорной шейки;
- 3) при заданном в зависимости от типа донной опоры угле α_A по формуле (20) определяют натяжение шейки T_A в точке A ;
- 4) по формулам (21) — (24) находят координаты точек A и B якорной шейки в координатной системе, изображенной на рис. 2;
- 5) по формуле (25) рассчитывают натяжение шейки T_B в точке B , по формуле (26) — угол подхода шейки α_B к точке B и по формуле (27) — вертикальную составляющую натяжения шейки, которую в последующем используют при расчете наплавной опоры на плавучесть;
- 6) по формуле (31) с использованием формул (29) и (30) определяют рабочую длину шейки $l_{ш}$, а затем в зависимости от типа донной опоры и способа крепления шейки за наплавную опору и ее полную длину.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Водный транспорт леса: Справочник. — М.: Гослесбумиздат, 1963. — 561 с.
- [2]. Гипролестранс. Гибкие продольные запаны (проектирование, строительство и эксплуатация). — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1955. — 108 с. [3]. Гипролестранс. Альбом типовых конструкций наплавных сооружений для лесных рек и рейдов. — Л., 1970.
- [4]. ГОСТ 16032—70. Лесосплав. Термины и определения. — Введ. 01.01.71. — 21 с.
- [5]. Грунов Н. А. Исследование действующих сил в элементах гибкой продольной запаны на донных опорах без отдорных креплений: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. — Красноярск, 1971. — 20 с. [6]. Гутер Р. С., Ямпольский А. Р. Дифференциальные уравнения. — М.: Физматгиз, 1962. — 246 с. [7]. Курс сопротивления материалов Ч. 1/М.М. Филоенко-Бородич, С. М. Изюмов, Б. А. Олисов, Л. И. Малыгин. — М.: Физматгиз, 1961. — 656 с. [8]. Лебедев А. Н. Водный транспорт леса. — Л.: Гослестехиздат, 1939. — 463 с. [9]. Минлеспром СССР. Инструкция по проектированию лесосплавных предприятий. ВСН 4—78. — Л., 1979. — 293 с. [10]. ЦНИИЛесосплава. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации запаней. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 104 с. [11]. Чекалкин К. А. О равновесии цилиндрического буга на течении. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 4, с. 66—71. [12]. Шульц Г. Ф. Наплавные лесонаправляющие сооружения. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. — 239 с. [13]. Ямпольский А. Р. Гиперболические функции. — М.: Физматгиз, 1960. — 194 с.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.031.772.224.3

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
СВИЛЕВАТОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЯВОРА

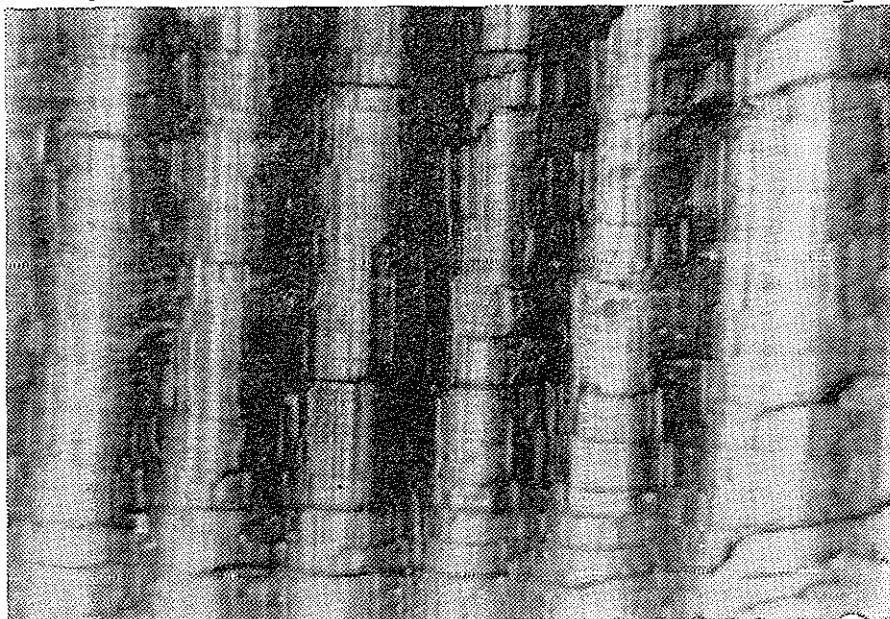
И. С. ВИНТОНИВ

Львовский лесотехнический институт

В яворовых насаждениях Украинских Карпат встречаются экземпляры явора со свилеватым строением древесины. Древесина со свилеватым струйчатым строением волокон высоко ценится в музыкальном производстве, так как из нее изготавливают особо ответственные узлы и детали [3]. Ее применяют в мебельном производстве в качестве декоративного отделочного материала.

В связи с этим возникла необходимость исследовать древесину явора со струйчатым строением. Экспериментальный материал заготавливали в Гринковском лесничестве (квартал 48, лесной участок 4) Осмолодского лесокombината на высоте 620 м над ур. м. Исследования произведены в лаборатории древесиноведения Львовского лесотехнического института.

Струйчатая древесина явора (см. рис.) отличается мелкой равномерной волнистостью с расстоянием между соседними гребнями 7—8 мм. Глубины впадин 1,5—2,0 мм. Как правило, такая древесина формируется в нижней части ствола (от корневой шейки до высоты 3—4 м).



Струйчатая свилеватость древесины явора.

Иногда в литературе встречается термин «клен курчавый» [1, 3]. Такое название древесины явора (белого клена) со струйчатым строением оправдано, поскольку напоминает «курчавость». В древесине явора курчавого струйчатость явно выражена на радиальном и тангенциальном разрезах. Такая древесина отличается оригинальной декоративной текстурой. Особую декоративность придают ей белый цвет с зеленоватым или розоватым оттенком, шелковистый блеск и струйчатое макростроение.

Некоторые показатели физико-механических свойств древесины явора курчавого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	<i>n</i>	<i>M</i>	$\pm\sigma$	$\pm m$	<i>v</i> %	<i>p</i> %
Коэффициент усушки:							
радиальный K_r	%	32	0,22	0,04	0,007	17,5	3,2
тангенциальный K_t	"	32	0,29	0,05	0,009	17,2	2,6
объемный K_o	"	32	0,57	0,09	0,016	16,3	2,8
Плотность ρ_0	кг/м ³	25	589	12,0	2,4	2,0	0,41
Плотность ρ_{12}	"	28	570	14,0	2,7	2,4	0,47
Предел прочности при сжатии вдоль волокон σ_{12}	МПа	44	37,4	3,8	0,57	10,0	1,54
Модуль упругости при статическом изгибе E_{12}	ГПа	55	7,84	1,39	0,188	17,8	2,41

При сравнении коэффициентов усушки древесины явора с прямоволокнистым строением [2], формы «птичий глаз» [1] и явора курчавого установлены некоторые отличия. Так, в древесине явора курчавого коэффициент линейной усушки вдоль волокон составил 0,06, что значительно превышает этот же показатель для древесины явора и его формы «птичий глаз» (0,02). Коэффициент радиальной усушки древесины явора курчавого на 16 % больше в сравнении с прямоволокнистой древесиной явора, а коэффициент тангенциальной усушки — на 12 % меньше. Коэффициент объемной усушки древесины явора курчавого наибольший и составляет 0,57, явора — 0,52, формы «птичий глаз» — 0,34. Неравномерность усушки (отношение тангенциальной усушки к радиальной) прямоволокнистой древесины явора составляет 1,51, явора курчавого — 1,30, формы явора «птичий глаз» — 1,53.

Плотность древесины явора курчавого ($\rho_{12} = 0,589$ г/см³) несколько меньше формы «птичий глаз» ($\rho_{12} = 0,612$ г/см³) и явора с прямоволокнистым строением ($\rho_{12} = 0,627$ г/см³). По плотности древесина явора курчавого относится ко второй группе пород со средней плотностью ($\rho_{12} = 0,550 - 0,740$ г/см³) [4]. Причем плотность древесины данной формы явора ближе к нижнему пределу показателей, характеризующих вторую группу пород.

В данном случае при практически одинаковой плотности явора и его форм «птичий глаз» и курчавый коэффициенты усушки различны, хотя известно, что для большинства древесных пород с увеличением плотности усушка древесины возрастает [4]. Эти различия в коэффициентах линейной и объемной усушек в большей мере увязаны с особенностями строения, чем с плотностью. Эта же особенность коэффициентов усушки характерна не только для аномальной древесины явора («птичий глаз», курчавый), но и для древесины карельской березы, креновой древесины, наростов и древесины с наклоном волокон. Для всех них, как и для явора форм «птичий глаз» и курчавый, усушка и структура находятся в более тесной связи, чем усушка и плот-

ность. Однако при одинаковой плотности различных древесных пород объем субмикрокапилляров древесины также должен быть идентичен. Коэффициенты усушки зависят от значения субмикрокапилляров. В древесине названных аномалий изменение структуры не приводит к изменению плотности, а следовательно, и к изменению субмикрокапилляров. По-видимому, уменьшение усушки происходит за счет изменения структуры, что, в свою очередь, приводит к стеснению усушки и увеличению внутренних напряжений. Эту особенность следует учитывать при сушке древесины явора форм «птичий глаз», курчавый и других видов декоративной древесины с явно выраженной измененной структурой (свиватость струйчатая или путанная).

Показатель прочности при сжатии вдоль волокон ($\sigma_{12} = 37,4$ МПа) и модуль упругости при статическом изгибе ($E_{12} = 7,84$ ГПа) древесины явора курчавого несколько ниже соответствующих показателей древесины явора с прямоволокнистым строением ($\sigma_{12} = 43,3$ МПа, $E_{12} = 10,6$ ГПа). По-видимому, уменьшение прочностных характеристик в древесине явора курчавого в большей мере связано с плотностью, которая в этой древесине несколько меньше.

Данные зависимости некоторых физико-механических характеристик от плотности (в пределах изменения плотности от 544 до 625 кг/м³) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость	Уравнение зависимости	Ошибка уравнения
коэффициента объемной усушки древесины явора с волнистым строением K_0 от плотности ρ_{12}	$K_0 = 1,40 - 1,43\rho_{12}$	$\pm 0,05$
предела прочности при сжатии вдоль волокон $\sigma_{сж}$ от плотности ρ_{12}	$\sigma_{12} = 7325 - 11\,765\rho_{12}$	$\pm 1,70$
модуля упругости при статическом поперечном изгибе E_{12} от плотности ρ_{12}	$E_{12} = 90,1 - 19\rho_{12}$	$\pm 0,56$

* В уравнениях зависимости плотность ρ_{12} приведена в граммах на кубический сантиметр (г/см³).

Результаты исследований позволяют отнести древесину явора курчавого к сильноусыхающей со значительной усушкой вдоль волокон и прочной со средней плотностью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Винтонив И. С. Влияние экологических условий на строение и физико-механические свойства древесины явора, произрастающего в Карпатах: Автореф. дис... канд. биолог. наук. — Л., 1974. — 24 с. [2]. Винтонив И. С. К вопросу изучения физико-механических свойств древесины явора в связи с изменением плотности. — В кн.: Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообаб. пром-сть. Киев: Будівельник, 1975, вып. 6, с. 32—35. [3]. Новодержкин А. М. Материаловедение. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 303 с. [4]. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 382 с.

Поступила 23 февраля 1981 г.

УДК 621.792.052 : 630*824

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ ПО ИХ ЖЕСТКОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

Цель настоящей работы заключалась в оценке возможности определения неразрушающим способом прочности зубчатых клеевых соединений массивной древесины по их модулю упругости при изгибе. Это имеет значение в производстве клеевых деревянных конструкций, где сращивание на зубчатый шип неизбежно, а существующие методы испытания требуют как больших затрат времени, так и разрушения образцов, взятых из готовой продукции или полуфабрикатов [1, 2].

Для изготовления образцов использовали заготовки сосны, склеенные фенолформальдегидным клеем КБ-3. Чистовые размеры образцов после строжки составили $19 \times 70 \times 1000$ мм с клеевым соединением по средние длины. Зарезку шипов проводили по пласти; длина шипов — 50 мм, шаг — 12 мм, зазор в стыке — примерно 1 мм, затушение шипов — 2 мм. Образцы выдерживали в условиях лаборатории в течение трех месяцев.

Все испытания выполняли на машине Р-5 со специальным приспособлением, позволяющим изгибать сосредоточенной силой образец, который располагался на круглых опорах диаметром 100 мм и при расстоянии между ними 40 см. Для уменьшения смятия под образец подкладывали прокладки из древесноволокнистой плиты толщиной 3 мм. Порядок испытаний следующий. Образцы располагали на опорах, помещая клеевое соединение точно под нажимным ножом. Затем в интервале нагружения от 200 до 600 Н определяли прогиб образца индикатором часового типа с точностью 0,01 мм и предел прочности — путем фиксирования разрушающей нагрузки. Разрушение происходило всегда в зоне клеевого соединения. При определении модуля упругости расчеты вели по обычным формулам сопротивления материалов. На каждый клеевой образец имели по два контрольных длиной примерно 500 мм. Эти образцы испытывали по той же методике, в результате чего имели возможность сравнить прочность клеевых образцов и цельной древесины.

Помимо абсолютных показателей, рассчитывали относительную жесткость и относительную прочность образцов по формулам:

$$E_{\text{отн}} = \frac{2E_2}{E_1 + E_3} 100\%; \quad (1)$$

$$\sigma_{\text{отн}} = \frac{2\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_3} 100\%. \quad (2)$$

Здесь индексы 1 и 3 относятся к контрольным образцам, а индекс 2 — к клеевым. Дополнительно для каждого образца определяли относительную прочность с учетом прочности только того контрольного, по древесине которого произошло разрушение, т. е. менее прочного ($\sigma_{\text{отн}}^*$).

Результаты экспериментов представлены в таблице и на рис. 1.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы.

1. Корреляция между показателями жесткости и прочности клеевых образцов достаточно высокая. Коэффициент корреляции r составил $0,79 \pm 0,08$. Это означает, что модуль упругости при изгибе может служить критерием прочности зубчатого клеевого соединения.

2. Уравнения связи между указанными показателями для цельной и клееной древесины различны. Отсюда следует, что практически трудно оценить в одной машине клесные и неклесные заготовки.

Показатели	Единица измерения	Среднее арифметическое	Коэффициент вариации	Число образцов	Коэффициент корреляции	Уравнение связи
E_1 и E_3	ГПа	11,2	16,0	46	0,84	$\sigma = 7,64E - 1,6$
σ_1 и σ_3	МПа	8,4	19,4	46		
E_2	ГПа	11,6	12,8	22	0,79	$\sigma = 4,53E + 8,5$
σ_2	МПа	6,1	14,0	22		
$E_{отн}$	%	103,6	8,8	22	0,48	—
$\sigma_{отн}$	"	72,6	15,2	22		—
$\sigma_{отн}^*$	"	80,2	11,2	22	0,30	—

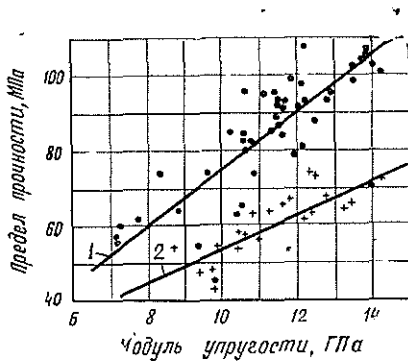


Рис. 1. Взаимосвязь предела прочности и модуля упругости при изгибе цельных (1) и клееных (2) образцов.

$$\sigma_1 = 7,64 E - 1,6; \quad \sigma_2 = 4,53E + 8,5.$$

прочность не может быть выше 82,8 %. Полученный в опытах результат (80,2 %) хорошо согласуется с этой цифрой. Увеличение прочности соединений возможно при уменьшении затупления шипов, снижения зазора в стыке, а также при использовании соединения с различной длиной шипов, что позволяет рассредоточить ослабленное сечение, как это предложено сотрудниками лабораторий клееных конструкций ЛТА [3].

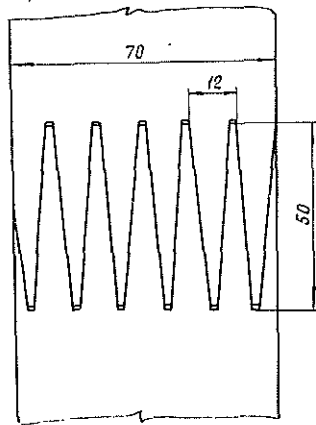
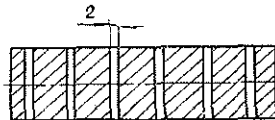


Рис. 2. Зубчатое клевое соединение испытанных образцов.



3. Относительная жесткость клееных образцов составила 103,6 %. Можно считать, что наличие клевого соединения практически не отражается на модуле упругости при изгибе.

4. Относительная прочность клееных образцов составила 72,6 %, а с учетом прочности наиболее слабого контрольного образца — 80,2 %.

5. Для клееных образцов наблюдается в основном хрупкое разрушение по древесине в наиболее ослабленном сечении — по кончикам шипов. Для исследованного соединения ослабление сечения даже в самом благоприятном случае составляет не менее 17,2 % (рис. 2). Это означает, что теоретическая

6. Корреляция между относительными показателями жесткости и прочности невысокая — $r = 0,48$, а между $E_{отн}$ и $\sigma_{отн}^*$ — всего 0,30. Это объясняется тем, что эти показатели оказывают косвенное влияние. Поскольку уменьшение прочности не снижает модуля упругости при изгибе, то и взаимосвязь этих показателей не может быть достаточно тесной. У цельной древесины низкие модули упругости и соответственно низкие пределы прочности в зоне сучков вызваны главным образом присучковым косослоем, поскольку отклонение направления волокон от продольного резко снижает эти показатели. Известно, что прочность и модуль упругости поперек волокон в 25—40 раз ниже, чем вдоль волокон [4]. В зоне зубчатых клеевых соединений имеет место незначительный искусственный косослой, но его влияние на модуль упругости, как видно, неощутимо. Ослабление же сечения вызывает неизбежное падение прочности при изгибе, но очень мало отражается на модуле упругости. В частности, специальный эксперимент показал, что даже при ослаблении сечения на 30 % — путем сверления отверстия в образце в зоне максимального изгибающего момента — снижение модуля упругости составляет всего 3 %.

Таким образом, жесткость зубчатых клеевых соединений хорошо коррелирует с их прочностью при изгибе, но абсолютные показатели жесткости для клееных и цельных образцов одинаковы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 19414—74. Древесина клееная. Зубчатые соединения для склеивания древесины по длине. [2]. ГОСТ 15613.4—78. Древесина клееная. Методы определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при статическом изгибе. [3]. Коротков С. Г. Повышение прочности зубчатых клеевых соединений древесины по длине. — *Деревообработ. пром-сть*, 1980, № 9, с. 14—15. [4]. Уголев Б. Н. Древесноеведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975.

Поступила 26 декабря 1980 г.

УДК 674.046.006.016

МЕТОД РАСЧЕТА ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОПТЕРЬ БАССЕЙНОВ ДЛЯ ГИДРОТЕРМООБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. РОМАНОВ, Ю. Н. СТРИЖЕВ, Е. Ф. МОСИН

ЦНИИФ

Расчет потерь тепла через ограждения (стенки и дно) бассейнов в грунт составляет неотъемлемую часть общего расчета теплового баланса технологического режима гидротермообработки древесины. Необходимость достаточно точных методов расчетов обусловлена большими топливно-энергетическими затратами на тепловую обработку древесины. При этом относительно небольшое повышение точности может дать существенную экономию ресурсов на основе введения более строгих и научно обоснованных норм расхода тепла.

Анализ работы бассейнов показывает, что с достаточной для практики точностью расчет грунтовых теплопотерь можно произвести на основе решения системы двух уравнений [1]:

$$\frac{\partial \theta_0}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 \theta_0}{\partial X^2}, \quad (Fo > 0, \quad 0 < X < 1); \quad (1)$$

$$\frac{\partial \theta_r}{\partial Fo} = a \frac{\partial^2 \theta_r}{\partial X^2}, \quad (Fo > 0, \quad 1 < X < \infty), \quad (2)$$

которыми в безразмерном виде описываются температурные поля соответственно ограждения бассейна и грунта.

В формулах (1), (2)

$$\Theta_6 = \frac{t_6(x, \tau) - t_0}{t_b - t_0}; \quad \Theta_r = \frac{t_r(x, \tau) - t_0}{t_b - t_0};$$

$$Fo = \frac{a_6 \tau}{l^2}; \quad X = \frac{x}{l}; \quad a = \frac{a_3}{a_6},$$

где t_b , t_6 и t_r — температура воды в бассейне, ограждения и грунта;

t_0 — начальная температура ограждения и грунта;

x — пространственная координата, отсчитываемая от поверхности ограждения, контактирующей с водой;

a_6 и a_r — коэффициенты теплопроводности ограждения и грунта;

l — толщина ограждения;

τ — текущее время;

Fo — критерий Фурье;

X — безразмерная координата;

a — относительный коэффициент теплопроводности грунта.

Краевые условия для этих уравнений имеют вид

$$-\frac{\partial \Theta_6(0, Fo)}{\partial X} = Bi [1 - \Theta_6(0, Fo)]; \quad (3)$$

$$\Theta_6(1, Fo) = \Theta_r(1, Fo); \quad (4)$$

$$\frac{\partial \Theta_6(1, Fo)}{\partial X} = \lambda \frac{\partial \Theta_r(1, Fo)}{\partial X}; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Theta_r(\infty, Fo)}{\partial X} = 0; \quad (6)$$

$$\Theta_6(X, 0) = \Theta_r(X, 0) = 0, \quad (7)$$

где число Био Bi и относительный коэффициент теплопроводности грунта λ соответственно равны

$$Bi = \frac{al}{\lambda_6}; \quad \lambda = \frac{\lambda_r}{\lambda_6}.$$

Здесь a — коэффициент теплоотдачи от воды к ограждению бассейна;

λ_6 и λ_r — коэффициенты теплопроводности ограждения и грунта.

Допущения, лежащие в основе уравнений (1), (2) и условий (3) — (7), здесь не рассматриваются, так как они общеизвестны [1, 2].

Используя для решения задачи метод интегрального преобразования Лапласа по переменной Фурье (Fo), получаем следующее изображение (по Лапласу) безразмерных температур ограждения и грунта:

$$\Theta_{6L}(X, S) = \frac{Bi \{h \exp[V\bar{S}(X-2)] + \exp(-X V\bar{S})\}}{S(\sqrt{S} + Bi) \left[1 - h \frac{\sqrt{S} - Bi}{\sqrt{S} + Bi} \exp(-2\sqrt{S})\right]};$$

$$\Theta_{rL}(X, S) = \frac{(1+h) Bi \exp\left[V\bar{S}\left(\frac{1}{V\bar{a}} - 1 - \frac{X}{V\bar{a}}\right)\right]}{S(\sqrt{S} + Bi) \left[1 - h \frac{\sqrt{S} - Bi}{\sqrt{S} + Bi} \exp(-2\sqrt{S})\right]},$$

где

$$\Theta_{\delta L}(X, S) = L[\Theta_{\delta}(X, Fo)];$$

$$\Theta_{rL}(X, S) = L[\Theta_r(X, Fo)];$$

$$h = \frac{1 - \frac{\lambda}{\sqrt{a}}}{1 + \frac{\lambda}{\sqrt{a}}}.$$

На практике значения λ и a обычно приближаются к 1 и, следовательно, $|h \frac{\sqrt{S}-Bi}{\sqrt{S}+Bi} \exp(-2\sqrt{S})| \ll 1$. Учитывая это, при переходе от изображений к оригиналам получаем:

$$\begin{aligned} \Theta_{\delta} = h \left\{ \operatorname{erfc} \frac{2-X}{2\sqrt{Fo}} - \exp[Bi(2-X) + (Bi)^2 Fo] \operatorname{erfc} \left(\frac{2-X}{2\sqrt{Fo}} + \right. \right. \\ \left. \left. + Bi\sqrt{Fo} \right) \right\} + \operatorname{erfc} \frac{X}{2\sqrt{Fo}} - \exp[BiX + (Bi)^2 Fo] \operatorname{erfc} \left(\frac{X}{2\sqrt{Fo}} + \right. \\ \left. + Bi\sqrt{Fo} \right); \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \Theta_r = (1+h) \left\{ \operatorname{erfc} \frac{1 + \frac{X-1}{\sqrt{a}}}{2\sqrt{Fo}} - \exp \left[Bi \left(1 + \frac{X-1}{\sqrt{a}} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + (Bi)^2 Fo \right] \operatorname{erfc} \left(\frac{1 + \frac{X-1}{\sqrt{a}}}{2\sqrt{Fo}} + Bi\sqrt{Fo} \right) \right\}. \end{aligned} \quad (9)$$

Плотность теплового потока от воды в ограждение и грунт выражается в виде

$$q = \alpha [t_b - t_0(0, \tau)].$$

Подставляя в это выражение переведенный в размерный вид результат (8) при $X = 0$, получаем:

$$\begin{aligned} \bar{q} = \exp[(Bi)^2 Fo] \operatorname{erfc}(Bi\sqrt{Fo}) - h \left\{ \operatorname{erfc} \frac{1}{\sqrt{Fo}} - \right. \\ \left. - \exp[2Bi + (Bi)^2 Fo] \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{\sqrt{Fo}} + Bi\sqrt{Fo} \right) \right\}, \end{aligned} \quad (10)$$

где

$$\bar{q} = \frac{q}{\alpha(t_b - t_0)}.$$

Аналогично для плотности поступающего от стенок ограждения в грунт теплового потока

$$q_r = -\lambda_r \frac{\partial t_r}{\partial x} \Big|_{x=l}$$

находим

$$\bar{q}_r = (1+h) \frac{Bi}{\sqrt{a}} \exp[Bi + (Bi)^2 Fo] \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2\sqrt{Fo}} + Bi\sqrt{Fo} \right),$$

где

$$\bar{q}_r = \frac{q_r l}{\lambda_r (t_b - t_0)}.$$

Перейдя в выражении (10) к размерной записи

$$q = \alpha (t_b - t_0) \left\{ \exp\left(\frac{a^2 a_6 \tau}{\lambda_6^2}\right) \operatorname{erfc}\left(\frac{a}{\lambda_6} \sqrt{a_6 \tau}\right) - \frac{\lambda_6 \sqrt{a_r} - \lambda_r \sqrt{a_6}}{\lambda_6 \sqrt{a_r} + \lambda_r \sqrt{a_6}} \left[\operatorname{erfc} \frac{l}{\sqrt{a_6 \tau}} - \exp\left(\frac{2al}{\lambda_6} + \frac{a^2 a_6 \tau}{\lambda_6^2}\right) \operatorname{erfc}\left(\frac{l}{\sqrt{a_6 \tau}} + \frac{a}{\lambda_6} \sqrt{a_6 \tau}\right) \right] \right\} \quad (11)$$

и рассматривая q как $q(a_6, \lambda_6, l)$, используем формулу (11) для приближенной интегральной оценки теплоизолирующих свойств ограждения бассейна. Например, приняв в качестве эталона ограждение толщиной $l_{\text{эТ}}$, выполненное из материала со свойствами $a_{6\text{эТ}}$ и $\lambda_{6\text{эТ}}$, можно оценить эффективность другого по величине отношения

$$\frac{q(a_6, \lambda_6, l)}{q(a_{6\text{эТ}}, \lambda_{6\text{эТ}}, l_{\text{эТ}})}$$

Из выражения (9) следует, что

$$\Theta_r < (1+h) \operatorname{erfc} \frac{1 + \frac{X-1}{\sqrt{a}}}{2\sqrt{Fo}}$$

Полагаем, что границе прогрета грунта отвечает $\Theta_r = \Theta_r$, где

$$\Theta_r = \frac{t_r(H, \tau) - t_0}{t_b - t_0}$$

Здесь $t_r(H, \tau)$ — условно принимаемая минимальная температура прогретой части грунта.

Вводя величину b , определяемую условием $\operatorname{erfc} b = \frac{\Theta_r}{1+h}$, получаем неравенство для оценки прогрета грунта за время τ :

$$\frac{1 + \frac{\bar{H}}{\sqrt{a}}}{2\sqrt{Fo}} < b,$$

где

$$\bar{H} = \frac{H}{l}$$

Отсюда для верхней границы оценки глубины H_b прогрета грунта получаем выражение

$$H_b = 2b \sqrt{a_r \tau} - l \sqrt{\frac{a_r}{a_6}}$$

При этом

$$\tau > \frac{l^2}{4b^2 a_6},$$

т. е. нижняя граница пространства повышенной (над t_0) температуры должна выйти за пределы ограждения бассейна.

Следовательно, если, например, полагать, что на границе прогрета грунта повышение температуры последнего составляет $5 \cdot 10^{-3}$ от разности температуры воды в бассейне и начальной температуры грунта, то за время τ (при условии, что $\tau > 6,3 \times 10^{-2} \frac{l^2}{a_6}$) глубина прогрета грунта (верхняя оценка) достигает следующей величины:

$$H_b \approx 4 \sqrt{a_r \tau} - l \sqrt{\frac{a_r}{a_6}}$$

Здесь $b = 1,985$ для $\theta_r = 5 \cdot 10^{-3}$ [1] и $h \ll 1$.
В безразмерной форме имеем

$$\bar{H}_b = \sqrt{a} (2b \sqrt{Fo} - 1) \text{ при } Fo > \frac{0,25}{b^2}.$$

Аналогично промежуточное время τ_b , потребное для прогресса грунта на глубину H , можно выразить следующим образом:

$$\tau_b = \frac{0,25}{b^2} \left(\frac{H}{\sqrt{a_r}} + \frac{l}{\sqrt{a_6}} \right)^2;$$

в безразмерном виде

$$Fo_b = \frac{0,25}{b^2} \left(1 + \frac{\bar{H}}{\sqrt{a}} \right)^2.$$

Полученные формулы позволяют рассчитывать распределения температуры по толщине ограждения бассейна и в грунте за бассейном для любых произвольных моментов времени, вычислять тепловые потоки, отводимые в ограждение и в грунт, а также легко оценивать глубину прогресса грунта. Эти формулы можно использовать при тепловых расчетах разнообразных бассейнов гидротермообработки древесины, в том числе для разработки мероприятий по снижению затрат топливно-энергетических ресурсов на действующих в промышленности бассейнах и при проектировании новых бассейнов, а также при моделировании бассейна как объекта управления.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Нестеренко А. В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Высш. школа, 1971. — 460 с. [2]. Ямке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. Формулы, графики, таблицы. — М.: Наука, 1977, — 344 с.

Поступила 18 мая 1981 г.

УДК 674-419.3

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕРЕВЯННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ В СЛОЙ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОРЕЗЕЙ

Л. М. КОВАЛЬЧУК, А. С. ЖУКОВА
ЦНИИСК

Известно [1], что начальная прочность клееных конструкций после завершения процесса их изготовления не остается постоянной, а изменяется в зависимости от условий эксплуатации и от начального состояния конструкций.

Одна из причин резкого снижения прочности клееных конструкций вплоть до их расслоения — внутренние технологические напряжения деформированных слоев [2]; особенно неблагоприятно влияет их кривоватость. Исследования показали, что при запрессовке деформированных слоев для их выпрямления требуется прикладывать давление в 2—3 раза большее, чем при склеивании слоев без существенных дефектов формы. А это в свою очередь приводит к возникновению больших внут-

ренных напряжений в склеенных конструкциях. Так, например, при склеивании слоев со стрелой прогиба 8 мм на длине 3 м внутренние напряжения, действующие нормально к площади клеевой прослойки, достигают 0,13 МПа, а при прогибе 20 мм — 0,27 МПа. Такие напряжения при относительно малой прочности клеевых соединений поперек волокон древесины, суммируясь с эксплуатационными напряжениями от переменных влажностных воздействий, даже при минимальных внешних силовых нагрузках вызывают расслоение конструкций.

Один из эффективных способов повышения прочности и предотвращения расслоения конструкций — уменьшение толщины склеиваемых по пласти заготовок. Однако осуществить это не всегда возможно из-за увеличенного расхода древесины, клеев и повышения трудоемкости изготовления заготовок. Поэтому нами рассмотрен другой способ: введение в слои конструкций продольных прорезей, которые снижают жесткость и уменьшают в результате этого внутренние напряжения. Литературных данных по этому вопросу мы не обнаружили. Попытки определить размеры и количество прорезей расчетным путем также не дали положительного результата. Поэтому задачу решали экспериментально.

Вначале определяли, насколько прорези снижают жесткость досок. В досках путем их кручения искусственно создавали наиболее существенный вид дефектов формы — крыловатость. По усилию кручения можно было оценивать жесткость склеиваемых слоев и направленно ее изменять путем изменения количества и глубины продольных прорезей. Описанный прием не может дать точных количественных характеристик жесткости слоев, однако качественная оценка вполне достоверна.

Для испытаний из досок длиной 300 см изготавливали парные образцы размером $150 \times 13 \times 4$ см с продольными прорезями и без них. Глубину прорезей при постоянной ширине 2,5 мм принимали равной $1/3$, $1/2$, $2/3$ толщины образцов. Количество прорезей варьировали от одной до трех.



Рис. 1. Испытание образцов на кручение.

Образцы закрепляли в захваты машины (рис. 1), подвергали кручению и через каждые 50 Н·м крутящегося момента измеряли угол поворота образца. По ГОСТу 20850—75 максимально допустимая крыловатость склеиваемых слоев характеризуется стрелой прогиба на участке длиной 3 м и составляет 8 мм; соответствующий угол поворота 4° . Эта величина и была принята в качестве контрольной.

Опыты показали (рис. 2), что наибольшей жесткостью обладают образцы без прорезей. Для поворота на 4° требовалось приложить усилие в 250 Н·м. Введение одной прорези резко уменьшило жесткость, и

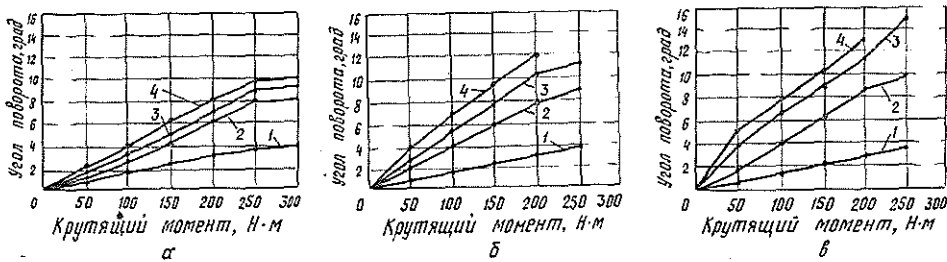


Рис. 2. Влияние размеров и количества прорезей на жесткость образцов.

а — одна прорезь; б — две; в — три прорези; кривая 1 — при глубине прорези, равной $1/3$ толщины образцов; 2 — $1/2$ толщины образцов; 3 — $2/3$ толщины образцов; 4 — без прорезей.

для поворота на 4° требовалось усилие в 100—150 Н·м. Еще больший эффект достигнут при двух и трех прорезях: практически для поворота на 4° потребовалось всего 50—80 Н·м. При двух и трех прорезях, а также при глубине их в $1/2$ и $2/3$ толщины образца в данных не было существенной разницы.

Следовательно, при ширине слоев 130 мм можно ограничиться двумя прорезями, расположенными на расстоянии 4—5 см друг от друга и имеющими глубину, равную $1/2$ толщины доски. С увеличением ширины досок количество прорезей соответственно возрастает. Аналогичные опыты проведены с образцами толщиной 20 мм, на жесткость которых, как и следовало ожидать, прорези существенно не влияют. Из-за малой жесткости даже сильно деформированные слои требовали небольшого усилия для выравнивания.

Прорези в слоях могут оказывать двойное влияние. С одной стороны, они ослабляют древесину и уменьшают реальную площадь склеивания, с другой, повышают стойкость к переменным температурно-влажностным воздействиям из-за уменьшения внутренних напряжений.

Нами определено влияние прорезей на начальную прочность. С этой целью склеивали модельные парные балки размером $230 \times 20 \times 13$ см, заготовки для слоев которых вырезали из одинаковых досок; одна часть заготовок была без прорезей, другая — с прорезями глубиной, равной $1/2$ толщины. Количество прорезей — 2 и 3. Для склеивания использовали резорциновый клей ФР-12. Балки испытывали на изгиб, прилагая нагрузку в двух точках на расстоянии 75 см от опор, за счет чего обеспечивалось преимущественное разрушение от нормальных напряжений, выражавшееся в разрушении нижнего растянутого слоя в центральной части пролета. Кратность испытаний — $4 \div 6$ балок на точку.

Испытания не выявили какого-либо достоверного различия в жесткости балок, прогиб в центре пролета которых составлял 1,6—1,8 см. Прочность же балок без прорезей и с прорезями различна. Для балок без прорезей при испытании на изгиб среднее разрушающее напряжение составляло 45,4 МПа и было практически таким же, как для балок с двумя прорезями ($\sigma_{\text{разр}} = 45,1$ МПа); для балок, имевших три прорези, разрушающее напряжение составляло 40,2 МПа, что на 13 % меньше первого варианта. Уровень касательных напряжений колебался в пределах 2,4—3,5 МПа.

Достаточная начальная прочность не всегда гарантирует надежную работоспособность конструкций в процессе эксплуатации. Поэтому нами изучена также стойкость балок к эксплуатационным воздействиям.

Как и в предыдущем случае, склеивали парные балки из слоев толщиной 3,4 см, имевших максимально допустимую ГОСТом 20850—75 крыловатость (8 мм на длине 3 м). В первой партии балок слоев не имели прорезей, во второй — имели две прорези глубиной 1/2 толщины слоя, в третьей — три прорези той же глубины. Из торцевых частей балок вырезаны образцы для испытаний на расслаивание [1]; балки размером 200×20×13 см из средней части выставляли для длительного экспонирования в незащищенных атмосферных условиях. Как первый, так и второй виды испытаний отличались весьма жесткими эксплуатационными воздействиями, что позволило в относительно короткий срок получить сравнимые результаты.

Образцы размером 20×13×7,5 см (последний размер вдоль волокон) подвергали испытаниям на расслаивание при циклическом увлажнении под вакуумом, давлении и высушивании. Кратность — 17÷20 образцов на точку.

Номер образцов	Расслоение образцов, %					
	контрольных с двумя прорезями			контрольных с тремя прорезями		
1	0	1,15	1,15	2,3	2,3	2,3
	0	0	0	1,15	1,92	1,92
2	6,61	8,46	13	0	0	0
	0	0	0	2,3	2,69	5,0
3	3,07	3,23	3,23	7,9	12,84	18,46
	1,15	1,15	1,15	3,46	3,46	10,9
4	2,15	2,15	3,85	1,53	2,69	3,38
	0	0	1,6	1,05	1,92	1,92
5	8,07	8,07	11,92	1,53	1,53	4,38
	0	0	0	3,07	3,46	5,0
6	6,69	6,69	13,46	6,69	6,69	13,46
	0	0	0	3,46	4,46	10,38
7	1,9	2,69	10,5	3,07	7,38	15,0
	1,76	1,76	3,10	0,95	1,15	1,15
8	2,69	5,15	5,76	2,3	0,5	6,9
	1,15	1,55	5,76	0	0	0
9	3,25	6,0	7,3	6,9	11,5	25
	1,53	1,53	1,53	0	1,9	2,07

Опыты показали (см. табл.), что если до испытаний образцы не имели каких-либо видимых нарушений клеевых соединений (рис. 3,а), то уже после трех циклов испытаний образцы без прорезей имели значительные расслоения по клеевым прослойкам и растрескивание древесины (рис. 3,б). В лучшем состоянии были образцы, имевшие прорези (рис. 3,в).

В образцах без прорезей средний показатель расслоения составлял 5,52 % при большом разбросе данных; в образцах с прорезями расслоение составляло 0,88—1,25 при хорошей стабильности показателей.

После годичной выдержки в атмосферных условиях расслоение балок без прорезей (выраженное отношением общей длины клеевых прослоек, выходящих на поверхность балок, к длине прослоек с расслоениями) примерно в 2—2,5 раза выше, чем балок с двумя прорезями.

Подводя итог изложенному, можно сделать вывод, что при ожидаемых больших внутренних напряжениях, например из-за использования деформированных или толстых слоев, жестких переменных влажностных воздействий, клеевые конструкции целесообразно изготавливать из слоев, имеющих компенсационные продольные прорези. Глубину про-

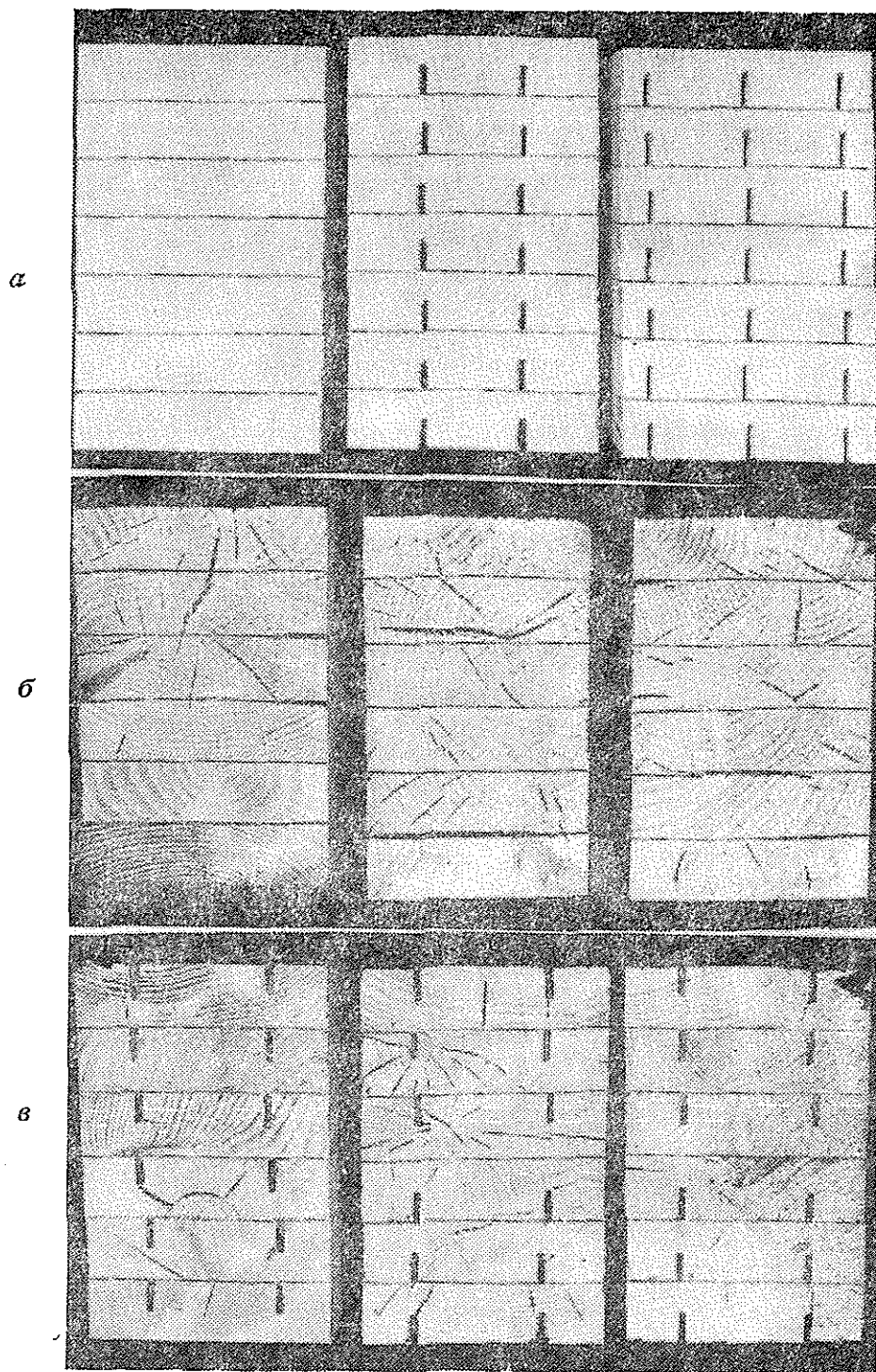


Рис. 3. Общий вид образцов.

a — до испытаний; *б* — после испытаний на расслаивание (образцы без прорезей); *в* — после испытаний на расслаивание (образцы с прорезями).

резей можно принимать равной $1/2$ толщины слоев, расстояние между ними до 5 см.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ковальчук Л. М. Производство деревянных клееных конструкций. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. [2]. Кувшинов А. П. Влияние некоторых технологических факторов на прочность деревянных клееных конструкций.—Науч. тр./ЦНИИСК, 1972, Теоретические исследования строительных конструкций.

Поступила 10 августа 1979 г.

УДК 535.8

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЯННОГО ЭЛЕМЕНТА С СУЧКОМ МЕТОДОМ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

А. А. ВОЕВОДИН, Л. А. ГУБЕНКО

Ленинградский технологический институт
Архангельский лесотехнический институт

Преимущество метода измерения деформаций при помощи голографической интерферометрии по сравнению с другими методами состоит в том, что интерферограмма характеризует напряженно-деформированное состояние объекта как в целом, так и в отдельных интересующих исследователя зонах. Идея такого метода высказана в ряде работ [1, 2, 5, 6].

В простейшем случае деформации выявляют путем регистрации рассеянного света от недеформированного и деформированного тел на одной фотопластинке с последующим проявлением ее и получением на ней двух смещенных голограмм. На голограмме появляется картина интерференционных полос, связанных с деформационными перемещениями отдельных участков.

Наша задача — определить деформации и напряжения в деревянном элементе с сучком, подвергаемом воздействию осевых сжимающих сил. С этой целью проведены эксперименты по записи, восстановле-

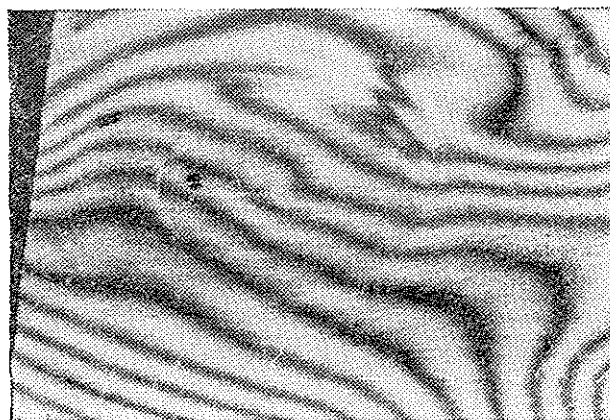


Рис. 1.

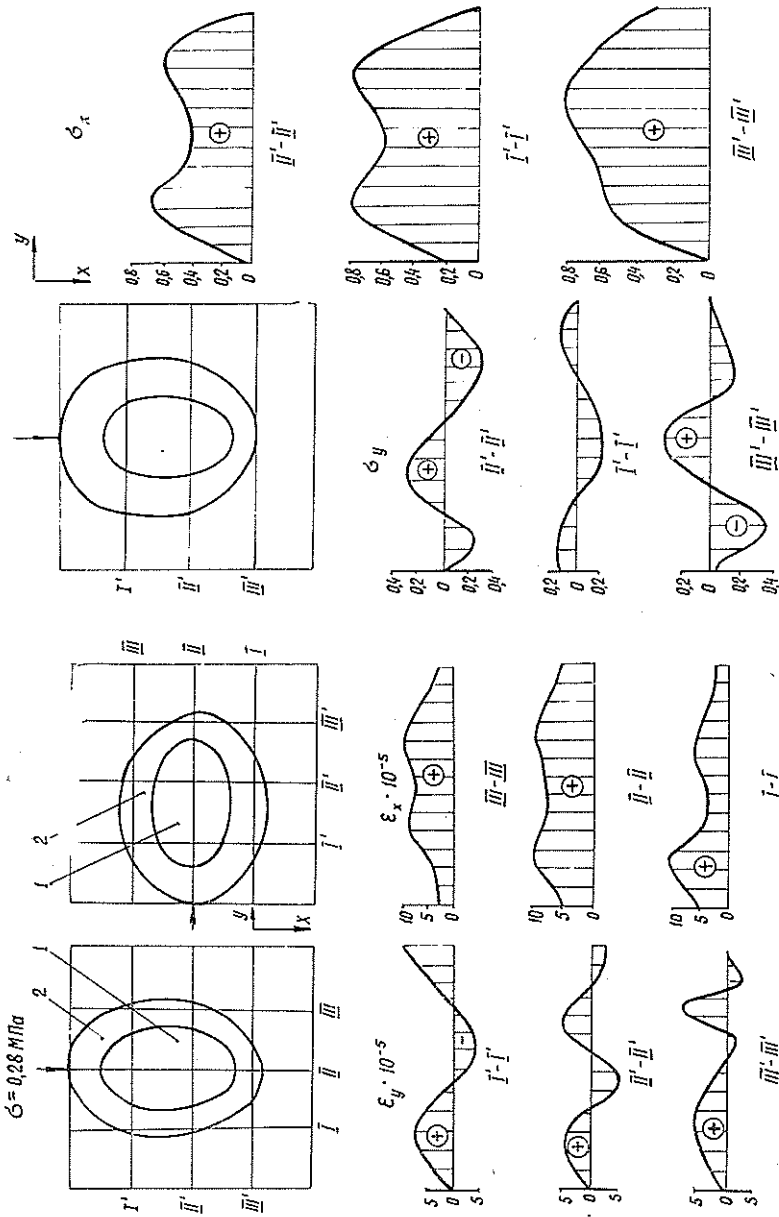


Рис. 2. Эпюры деформаций исследуемых образцов.
1 — сучок; 2 — прищучивая зона.

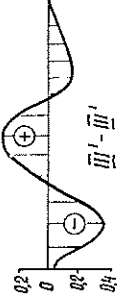
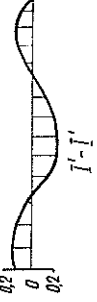
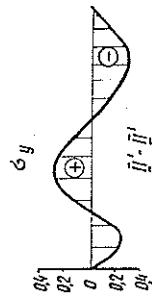
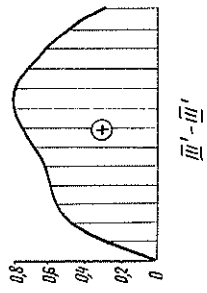
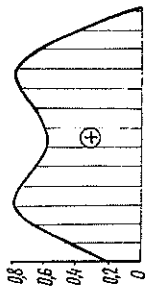
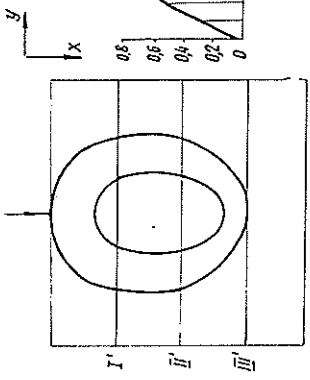


Рис. 3.

нию и расшифровке голографических интерферограмм методом двойной экспозиции [6]. Голограммы записывали во встречных пучках [5] и расшифровывали исходя из предложенного в работе [1] уравнения

$$(N_a - N_b) \lambda = r (n_a - n_b),$$

где \vec{r} — вектор перемещения точки поверхности образца при деформации;
 λ — длина волны когерентного источника;

- \vec{n}_a, \vec{n}_b — векторы двух различных направлений наблюдения восстановленного изображения;
- N_a, N_b — порядки интерференционных полос, проходящих при наблюдении из указанных двух направлений через заданную точку поверхности.

На рис. 1 приведена голографическая интерферограмма образца размером $60 \times 60 \times 15$ мм.

Напряжение сжатия равномерной нагрузкой составило 0,28 МПа. Векторы перемещения точек поверхности послужили основанием для построения эпюр деформаций в вертикальных и горизонтальных сечениях образцов. Эти эпюры, отображающие зависимость ϵ_y от высоты y и ϵ_x от ширины x , приведены на рис. 2.

Из эпюр следует, что присучковая зона обладает повышенной деформативностью, особенно возрастают деформации при переходе от древесины к присучковой зоне. Сучок деформирует меньше. По мере удаления от сучка деформации уменьшаются.

По средним значениям деформации вычислены средние модули упругости по формуле

$$F_{\text{ср}} = \frac{\sigma_{\text{ср}}}{\epsilon_{\text{ср}}}.$$

Результаты приведены в таблице. Они почти совпали с данными, полученными другими методами, в частности традиционным стандартным и импульсным ультразвуковым [3].

Материал	Модуль упругости, МПа
Присучковая зона	$E_r = 3010$
Древесина	$E_a = 11\,200$
Сучок	$E_r = 6220$

Напряжения вычисляли по закону Гука. Эпюры напряжений исследуемых образцов σ_x и σ_y представлены на рис. 3. Из анализа эпюр следует, что предложенный метод дает несколько отличную от традиционной картину распределения напряжений в элементе с ослаблением. В частности, смещается место концентрации напряжений: оно расположено не у самой грани ослабления, а на расстоянии от него, за присучковой зоной.

Аналогичные результаты получены ранее Л. А. Губенко [4] при решении этой задачи теоретически, методом конечных элементов (МКЭ).

Это позволяет утверждать, что присучковая зона в большей степени, чем сам сучок, являясь концентратором напряжений, может оказывать решающее влияние на прочность элемента с сучком.

Хорошее совпадение результатов экспериментов по определению деформаций и напряжений методом голографической интерферометрии с аналогичными данными, полученными другими способами, позволяет рекомендовать этот метод для исследований полей деформаций и напряжений деревянных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Александров Е. Б., Бонч-Бруевич А. М. Исследование поверхностных деформаций тел с помощью голограммной техники. — ЖТФ, 1967, № 37, с. 360—362. [2]. Воеводин А. А. Измерение упругих характеристик полимерных материалов методом голографической интерферометрии. — В кн.: Конструкции из клееной древесины и пластмасс: Межвуз. темат. сб. тр. Л., 1979, с. 102—105, [3]. Губенко Л. А. Исследование ультразвуковым методом упругих свойств древесины с пороками. — В кн.: Комплексное использование лесных ресурсов и их воспроизводство на Евро-

пейском Севере: Тез. докл. к науч.-техн. конф., посвященной 50-летию АЛТИ. Архангельск, АЛТИ, 1979, с. 64. [4]. Губенко Л. А. Оценка влияния некоторых пороков на несущую способность дощатых элементов строительных конструкций при растяжении: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук. — Л., 1980. — 18 с. [5]. Кольер Р., Беркхарт К., Линн Л. Оптическая голография. — М., 1973. — 126 с. [6]. Hildebrand В. Р., Haines К. А. Surface deformation measurement using the wavefront reconstruction technique. — Applied Optics, 1966, N 5, p. 595.

Поступила 16 февраля 1981 г.

УДК 536.244

ТЕПЛОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПУЧКОВ ИЗ ТРУБ С НАСАДНЫМИ ОТБОРТОВАННЫМИ РЕБРАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КАЛОРИФЕРОВ

В. Б. КУНТЫШ, А. И. АНИКИН, В. Ф. ВАШУТА

Архангельский лесотехнический институт

В ряде лесосушильных камер, например типа СПМ-2К, устанавливают паровые калориферы, пучок которых состоит из одного ряда стальных труб с насадными шайбовыми стальными ребрами, отбортованными у основания. Геометрические размеры трубы и ребер приведены на рис. 1, а. В первом приближении конвективный коэффициент теплоотдачи и аэродинамическое сопротивление таких труб можно

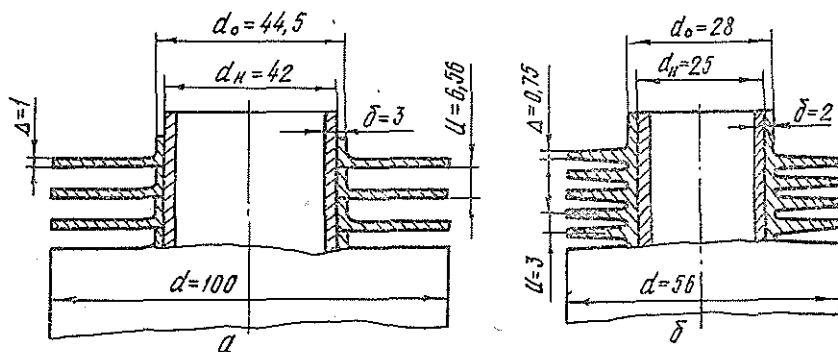


Рис. 1. Оребренные трубы.

а — с насадными ребрами; б — с накатными ребрами.

определить по обобщенным зависимостям [5, 6]. Тепловая эффективность труб при достаточно высоких значениях коэффициента теплоотдачи по стороне конденсирующего пара зависит от термического контактного сопротивления (ТКС) на границе: наружная поверхность несущей трубы — основание ребра. В литературе мы не встретили обоснованных рекомендаций по теоретическому определению ТКС для указанных труб и по его оптимальным значениям, обеспечивающим высокую теплопередающую способность оребрения. Сравнительное исследование по энергетическим коэффициентам [1] труб с насадными ребрами и перспективных для калориферов труб (рис. 1, б) с накатными алюминиевыми ребрами [3] требует точных расчетных теплоаэродинамических характеристик сопоставляемых типов поверхностей, которые не существуют для насадных ребер. Восполнению указанных пробелов посвящена предлагаемая статья.

Нами исследованы коридорные и шахматные пучки из труб, представленных на рис. 1, а. Конструктивные параметры пучков приведены в таблице.

Номер пучка	Шаг труб в пучке, мм		Число рядов труб z	Тип пучка	Постоянные коэффициенты			
	S_1	S_2			c_1	c_2	c_3	n
I	103,5	—	1	—	0,27	1,93	0,0635	0,33
II	103,5	103,5	2	Коридорный	0,27	1,93	0,986	0,33
III	103,5	103,5	3	"	0,27	1,93	0,845	0,28
IV	107	—	1	"	0,286	1,97	0,0597	0,33
V	107	107	2	Коридорный	0,286	1,97	0,92	0,33
VI	107	107	3	"	0,286	1,97	0,823	0,28
VII	103,5	89,6	2	Шахматный	0,29	1,99	0,7	0,28
VIII	103,5	89,6	3	"	0,3	2,01	1,13	0,28

Опыты проведены на установке и по методике [7]. Теплоотдачу исследовали локальным моделированием, при котором измерительную трубку-калориметр устанавливали в центре каждого поперечного ряда пучка. По измеренным значениям теплового потока Q_i трубки-калориметра, температурному напору между основанием ребра и набегающим потоком воздуха Δt_i или между наружной поверхностью несущей трубы и набегающим потоком воздуха $\Delta t'_i$ для каждого i -того ряда соответственно определяли приведенные коэффициенты теплоотдачи α_i и α'_i . Коэффициент α'_i учитывает влияние ТКС в зоне дискретного контакта: несущая труба — ребро. Используя значения α_i и α'_i , по общепринятому методу находили средние коэффициенты теплоотдачи α и α' для всего пучка труб. Коэффициенты теплоотдачи во всех случаях вычислены по полной наружной поверхности оребрения.

ТКС определяли способом, изложенным в работе [2], по формуле

$$R_k = \Delta T_k / q_k \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \quad (1)$$

где ΔT_k — температурный перепад на контакте;
 q_k — удельный тепловой поток через контактную зону с поверхностью несущей трубы диаметром d_{II} .

Аналитическая связь между α'_i , α_i и R_k или α , α' и R_k устанавливается выражением

$$\frac{1}{\alpha' \varphi} = \frac{1}{\alpha \varphi} + R_k \frac{d_0}{d_{II}} + \frac{\delta_p}{\lambda_p} \cdot \frac{d_0}{d_{II}} \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}. \quad (2)$$

Здесь δ_p — толщина основания ребра;
 λ_p — теплопроводность ребра;
 φ — коэффициент оребрения трубы.

Для исследуемых труб $\varphi = 14,93$.

Опытные данные обрабатывали в критериях подобия

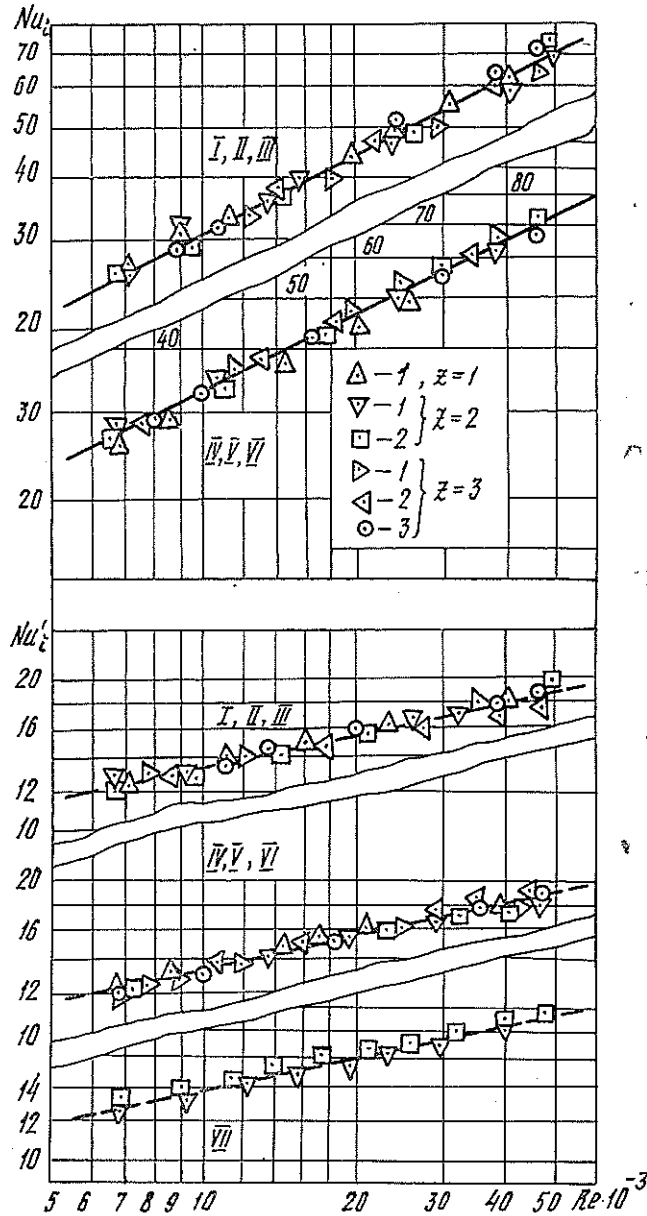
$$Nu_i = \frac{\alpha_i d_0}{\lambda}; \quad Nu'_i = \frac{\alpha'_i d_0}{\lambda}; \quad Re = \frac{w d_0}{\nu}; \quad Eu = \frac{\Delta P}{\rho w^2},$$

где w — скорость воздуха в узком поперечном сечении пучка;
 ΔP — перепад статического давления воздуха на пучке.

Константы воздуха λ , ν , ρ принимали по его средней температуре в пучке.

Рис. 2 Теплоотдача пучков.

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII — номера пучков (см. табл.); 1, 2, 3 — номера рядов; сплошные линии — расчеты проведены по формуле (3); штриховые — по формуле (4).



На рис. 2 в логарифмических координатах нанесены опытные точки по теплоотдаче, представленные критериями подобия Nu_i и Nu'_i разных рядов пучков I—VII в зависимости от числа Re . В коридорных пучках II, III и V, VI не обнаружено явной зависимости теплоотдачи от ряда пучка. Теплоотдача любого ряда при увеличении z от 1 до 3 не изменяется и равна теплоотдаче однорядного пучка. Общеизвестен факт турбулизации потока впереди стоящим рядом труб, что выражается в повышении интенсивности теплоотдачи следующих рядов. Однако этого не произошло, видимо, из-за ламинизации потока в узких межреберных полостях, усиленной тесной компоновки пучков и сыгравших роль демпфера турбулентных пульсаций.

Одновременное увеличение шагов разбивки труб S_1 и S_2 от 103,5 до 107 мм (на 3,4 %) повысило интенсивность средней теплоотдачи по Nu на 5,9 %, а по Nu' — на 2 %. Шахматные пучки VII и VIII характеризуются размещением труб по вершинам разностороннего треугольника. Из анализа данных пучка VII следует, что теплоотдача Nu_2 второго ряда выше Nu_1 первого ряда на 16,7 %, а значения Nu_i указанных рядов расходятся на 6,2 %. В пучке VIII (результаты опытов не приведены на рис. 2) теплоотдача второго и третьего рядов одинакова и превышает теплоотдачу первого ряда в соотношениях пучка VII. Средняя теплоотдача трехрядного пучка VIII выше теплоотдачи двухрядного пучка VII на 3,5 % по Nu и на 1 % по Nu' .

Средняя теплоотдача пучков I—VIII обобщается критериальным уравнением

$$Nu = c_1 Re^{0,51}. \quad (3)$$

С учетом ТКС средняя теплоотдача пучков I—VIII подчиняется уравнению

$$Nu' = c_2 Re^{0,21}, \quad (4)$$

$$\text{где } Nu = \frac{ad_0}{\lambda}; \quad Nu'_0 = \frac{a'd_0}{\lambda};$$

a и a' — соответственно средние коэффициенты теплоотдачи всего пучка.

Постоянные c_1 и c_2 приведены в таблице.

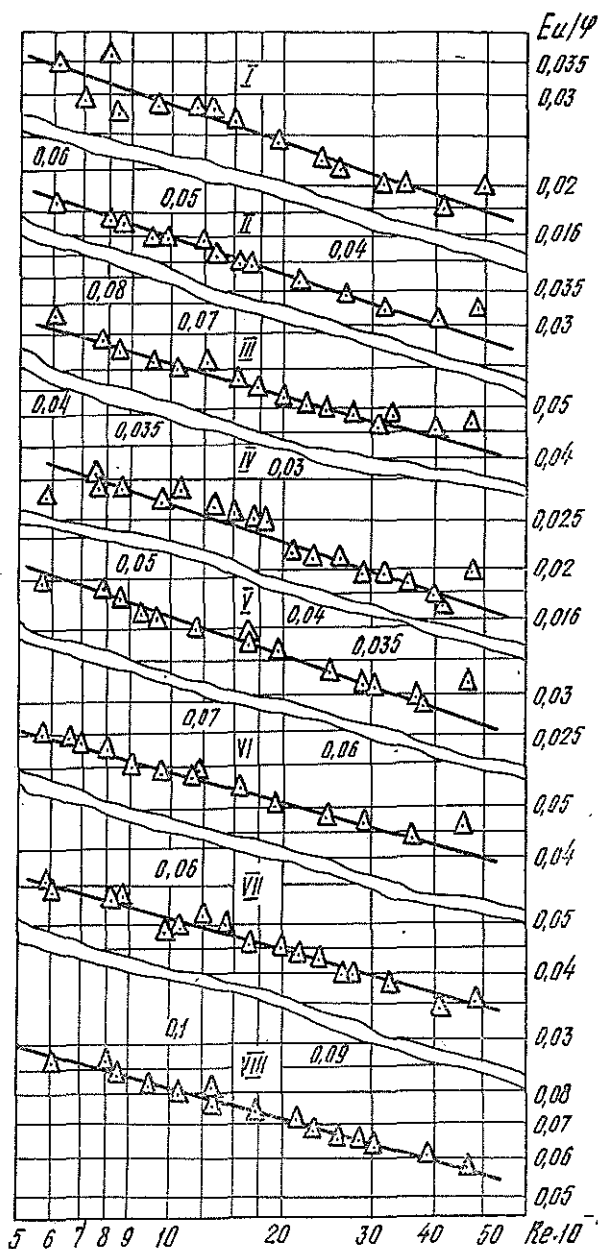
Сравнение между собой в идентичных условиях коридорного и шахматного пучков, например II и VII, указывает на повышенную интенсивность теплоотдачи в 1,072 раза (по Nu) для шахматного пучка во всем диапазоне числа Re .

Для исследуемых труб пучков I—VIII по измерениям среднее значение ТКС $R_{к\text{ср}} = 0,0043 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; оно в 39 раз больше ТКС для труб с накатными алюминиевыми ребрами (рис. 1, б, $R_{к\text{ср}} = 0,00011 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ по [4]). Исключительно высокая величина $R_{к\text{ср}}$ труб с насадными ребрами обусловлена просчетами в разработанной конструкции ребер. Из рис. 1, а видно, что между основанием ребра и наружным диаметром трубы существует кольцевой зазор $\delta_{\text{ср}} = 0,25 \text{ мм}$, который при эксплуатации не устраняется. Зазор заполнен воздухом, который из-за низкой теплопроводности служит теплоизолятором основной трубы. Приняв температуру воздуха в зазоре $t = 50^\circ\text{C}$ (которой соответствует теплопроводность воздуха $\lambda_b = 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$), вычисляем теоретическое значение термического сопротивления зазора $R_{к\text{ср}}^T = \frac{\delta_{\text{ср}}}{\lambda_b} = 0,0089 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Расхождение $R_{к\text{ср}}^T$ с измеренным составляет приблизительно 200 %, что указывает на вероятное эксцентричное расположение ребер и появление пятен непосредственного металлического контакта между трубой и ребром, что способствует передаче части тепла через них и уменьшению $R_{к\text{ср}}$ по отношению к $R_{к\text{ср}}^T$.

Отрицательное влияние значительной величины $R_{к\text{ср}}$ проявляется в сильном снижении теплоотдающих характеристик труб, что подтверждается сравнением уравнений (3) и (4) между собой. Показатель степени при Re уменьшается от 0,51 до 0,21, а значение показателя характеризует тангенс угла наклона кривой теплоотдачи к оси абсцисс.

Рис. 3. Аэродинамическое сопротивление пучков.

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII — номера пучков (см. табл.); сплошные линии — расчеты проведены по формуле (5).



Темп нарастания интенсивности теплоотдачи (числа Nu') с ростом Re замедлен по причине проявления влияния ТКС. Для повышения теплоотдачи таких труб необходимо внести коррективы технологию изготовления, обеспечивающую беззазорное соединение их (установка ребер по плотной посадке или дорнование трубы) и чистоту обработки контактируемых поверхностей, соответствующую 4- или 5-му классам.

Анализ кривых средней приведенной теплоотдачи по уравнениям типа (3) пучков труб с насадными и накатными алюминиевыми [3] ребрами показывает большую крутизну кривой $Nu = f(Re)$ для последнего типа труб, так как показатель степени Re составляет 0,7 против 0,51 пучков I—VIII (см. табл.). Уменьшение показателя степени обусловлено пониженным коэффициентом эффективности насадного ребра, что равнозначно его повышенному термическому сопротивлению. Расчеты коэффициента эффективности насадного ребра (по методу [6]) пучков I—III для скорости воздуха $w = 5$ м/с дают значение его $\eta = 0,71$. Это говорит о необоснованном завышении высоты ребра при принятых размерах труб калориферов (рис. 1, а). Оребрение не уча-

ствуем в теплообмене с требуемой эффективностью η , которую целесообразно поддерживать не менее 0,8.

На рис. 3 приведены данные по аэродинамическому сопротивлению пучков I—VIII. Значения Eu/φ даны для z рядов в пучке. Сопротивления пучков вычисляли по критериальному уравнению

$$Eu = c_3 \varphi Re^{-n}. \quad (5)$$

Постоянные c_3 и n даны в таблице.

Уравнения (3)—(5) действительны для пучков труб исследованных параметров в диапазоне $Re = (6 \div 50) \cdot 10^3$.

Далее сравнивали тепловую эффективность коридорного пучка III с трехрядным коридорным пучком из труб (рис. 1, б) с шагом $S_1 = S_2 = 58$ мм [3] и коэффициентом оребрения $\varphi = 15,23$. Тепловую эффективность оценивали коэффициентом тепловой эффективности $\psi = \frac{\alpha}{\alpha_{III}}$ или $\psi' = \frac{\alpha'}{\alpha'_{III}}$, рассчитываемым при одинаковых удельных затратах мощности N_0 на перемещение воздуха через пучок [1]. Здесь α_{III} и α'_{III} —соответственно средняя теплоотдача пучка III без учета и с учетом ТКС; α и α' — то же для пучка из труб на рис. 1, б по данным [3]. Расчеты выполняли для температуры воздуха 50°C . При $N_0 = 0,99$ Вт/м² (что соответствует скорости воздуха в узком сечении пучка ≈ 5 м/с) получены следующие значения коэффициента тепловой эффективности: $\psi = 1,52$ и $\psi' = 3,33$.

Следовательно, при $N_0 = \text{const}$ интенсивность теплоотдачи к воздуху для труб с насадными ребрами в 3,33 раза ниже, чем для труб с накатными алюминиевыми ребрами. Тепловая эффективность собственно оребрения для сравниваемых типов различается в 1,52 раза. Компактность пучка III составляет 195 м²/м³, что в 2,05 раза меньше, чем для труб с алюминиевыми ребрами. Трубы с насадными ребрами имеют и очень значительную металлоемкость ($b = 11,23$ кг/м), которая в 5—6 раз выше для труб с алюминиевыми ребрами.

Таким образом, можно заключить, что трубы с насадными ребрами не пригодны в качестве теплообменной поверхности для калориферов лесосушильных камер и производство их нецелесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антуфьев В. М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. — М.—Л.: Энергия, 1966. [2]. Кунтыш В. Б., Пир А. Э. Экспериментальное исследование контактного термического сопротивления биметаллических оребренных труб. — Архангельск: АЛТИ, 1978. [3]. Кунтыш В. Б., Пир А. Э., Зайцев В. Г. Тепловые и аэродинамические характеристики коридорных оребренных пучков для воздухонагревателей лесосушильных камер. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 90—94. [4]. Кунтыш В. Б., Пир А. Э., Федотова Л. М. Исследование контактного термического сопротивления биметаллических оребренных труб АВО. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 5, с.121—126. [5]. Обобщение опытных данных о конвективном теплообмене при поперечном омывании пучков с поперечным ленточным и шайбовым оребрением /В. Ф. Юдин, Л. С. Тохтарова, В. А. Локшин, С. Н. Тулин. — Труды ЦКТИ, 1968, вып. 82, с. 108—134. [6]. Стасюлявичюс Ю., Скринска А. Теплоотдача поперечно обтекаемых пучков ребристых труб. — Вильнюс: Минтис, 1974. [7]. Экспериментальное исследование теплоотдачи и сопротивления пучков АВО из биметаллических труб/В. Б. Кунтыш, А. Э. Пир, А. И. Егоров и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Энергетика, 1977, № 12, с. 89—93.

Поступила 1 июля 1980 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 66.02.001.57

ЗАДАЧА МАСШТАБНОГО ПЕРЕХОДА
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРЫ ЖИДКОСТНОГО ПОТОКА
В ГИДРОЛИЗАППАРАТАХ

Е. С. САПОТНИЦКИЙ, Б. В. ЕРМОЛОВ, А. И. КИПРИАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В гидролизной промышленности планируется создание гидролиз-аппаратов большой емкости. Известно, что увеличение объема реактора приводит к изменениям характеристик протекающих в нем процессов. В связи с этим актуальна задача осуществления масштабного перехода от небольших физических установок до реакторов промышленных размеров.

В первую очередь эту задачу следует решить для гидродинамических процессов, в частности для структуры жидкостных потоков, поскольку последняя в значительной степени отределяет интенсивность массо- и теплообмена в гидролизаппарате, скорость реакции гидролиза полисахаридов и распада образовавшихся моносахаридов, т. е. все те процессы, которые зависят от длительности пребывания и локальной концентрации вещества в каждой точке реактора.

Масштабный переход структуры потоков можно осуществить, соблюдая физическое подобие; при этом требуется найти соответствующие критерии подобия, которые сохраняются постоянными при любых размерах реактора. Решению данной задачи посвящена настоящая работа.

Для вывода критериев подобия необходимо привести уравнения, определяющие структуру потоков в слое гидролизуемого сырья, к безразмерному виду. Показано [4, 8], что структура потоков в гидролиз-аппарате может быть описана в рамках однопараметрической диффузионной модели, для которой характеризующий параметр — критерий Пекле при продольном перемешивании. Такое перемешивание может происходить по двум различным механизмам: за счет осевой молекулярной диффузии и за счет гидродинамического смешения [12]. От того, какой из этих механизмов реализуется в промышленных гидролиз-аппаратах, зависит вид уравнений, определяющих продольное перемешивание жидкой фазы. Диффузионный и гидродинамический механизмы коррелируют с диффузионным критерием Пекле

$$Pe' = \frac{\omega d_э}{D'}$$

где ω — линейная скорость потока;

$d_э$ — эквивалентный диаметр насадки;

D' — коэффициент молекулярной диффузии.

Обнаружено [12], что при $Pe' > 10^4$ продольное перемешивание определяется гидродинамическим смешением жидкости. Пороговую линейную скорость ω_n течения жидкости в гидролиз-аппарате, соответствующую (при фиксированном гранулометрическом составе сырья) гра-

нице между диффузионной и гидродинамической областями продольного перемешивания, можно рассчитать по формуле:

$$w_n = 10^4 D' / d_s.$$

Полученное значение пороговой скорости сравним с реальной линейной скоростью потока в промышленном гидролизаппарате, которую находим из формулы [5]:

$$w = v^{-1} \pi D \left(\frac{1}{12} n H_{\phi} + \frac{1}{4} D \right) \varepsilon,$$

где v — скорость перколяции, м³/с;

D — внутренний диаметр гидролизаппарата, м;

n — число фильтров, вытянутых в цилиндрическую часть реактора;

H_{ϕ} — высота фильтра в цилиндрической части реактора, м;

ε — порозность слоя гидролизуемого сырья, м³/м³.

Расчетными методами получено: коэффициент молекулярной диффузии глюкозы в водном растворе при средней температуре гидролиза (~150°C) равен $0,15 \cdot 10^{-8}$ м²/с; эквивалентный диаметр насадки, состоящей из смеси щепы и опилок (которые по размерам соответствуют ГОСТу на сырье для гидролиза и загружены в соотношении 50:50), равен $0,854 \cdot 10^{-2}$ м. Следовательно, пороговая скорость равна $0,18 \times 10^{-2}$ м/с.

В среднем для существующих конструкций гидролизаппаратов $D = 3$ м; $n = 4$; $H_{\phi} = 2$ м; $\varepsilon = 0,5$. При скорости перколяции $0,0139$ м³/с (50 м³/ч) линейная скорость потока равна $0,2$ м/с, что выше пороговой.

Учитывая современную тенденцию к увеличению скорости перколяции, можно уверенно считать, что продольное перемешивание жидкой фазы в гидролизаппаратах происходит в гидродинамической области. Гидродинамическое смешение в свою очередь определяется многими факторами, основные из которых — турбулентные пульсации жидкости и поперечный профиль скорости [3]. Рассмотрим условия физического подобия этих составляющих.

Для описания турбулентных пульсаций жидкости в насадке уравнение Навье—Стокса неприменимо [2]. Наиболее приемлема модель Бринкмана [11], описывающая поле скоростей жидкости, обтекающей в ламинарном режиме частицы плотноупакованного слоя:

$$\text{grad } p = - \frac{\mu'}{k} w + \mu \nabla^2 w, \quad (1)$$

где p — давление;

k — проницаемость слоя;

μ' — кажущаяся динамическая вязкость жидкой фазы;

μ — физическая динамическая вязкость жидкой фазы.

Выражение (1) — уравнение равновесия между градиентом давления, силами вязкостного трения жидкости и тормозящей силой, оказываемой насадкой. Примем, что в рамках модели Бринкмана интенсивность турбулентных пульсаций, приводящих к продольному перемешиванию, определяется конкуренцией силы вязкостного трения и тормозящей силы. Их соотношение характеризуется критерием подобия

$$\Pi = \mu' R_p^2 / \mu k,$$

где R — радиус частиц насадки.

Для плотноупакованного неподвижного зернистого слоя $\mu \approx \mu'$ [11], поэтому $\Pi = R_p^2 / k$. Проницаемость слоя определяется линейной комбинацией квадрата радиуса частиц и порозности слоя, поэтому вы-

ражение R_p^2/k следует рассматривать как один параметр α , зависящий от порозности слоя и геометрии его межчастичного пространства. При осуществлении масштабного перехода на параметр накладывается одно ограничительное условие: $\alpha = \text{idem}$.

Следовательно, число степеней свободы при моделировании сводится к нулю, и масштабный переход возможен только в том случае, когда промышленный реактор и уменьшенная установка загружены одной и той же насадкой. Действительно, критерий α характеризует тонкую структуру насадки, и для каждого типа насадки он имеет свое значение. Полученные выводы базируются на допущении, что критерий α — действительно аргумент критерия Re , хотя непосредственно из уравнения (1) критерий Re не выводится. Правильность этого допущения можно доказать, если закономерности изменения критерия Re , предсказанные на основе зависимости

$$Re = f(\alpha), \quad (2)$$

совпадут с экспериментально наблюдаемыми.

Из уравнения (2) следует, что в пределах ламинарного режима течения и без поперечной неравномерности скоростей критерий Re не зависит от скорости потока, физических характеристик жидкости (вязкости, поверхностного натяжения и т. д.) и высоты насадки, а определяется только ее типом. Предсказанные характеристики критерия Re полностью подтверждаются известными экспериментальными данными. И. Е. Ампилогов и другие [1] показали, что Re не зависит от скорости потока и вязкости жидкости. И. М. Стояновский [9] установил, что Re не зависит от скорости потока, высоты слоя, а также от плотности, вязкости и поверхностного натяжения жидкости. Авторы работы [14] исследовали структуру потока в трех типах насадки и установили, что во всех случаях критерий Re не зависит от скорости, но для каждого типа насадки он принимает свое значение. Показано [7], что при тении жидкости через слой пропаренной щепы в тех случаях, когда поперечный профиль скорости плоский, критерий Re также не зависит от скорости потока. Следовательно, справедливость уравнения (2) и условия масштабного перехода продольного перемешивания можно считать доказанными.

Поперечный профиль скорости жидкой фазы в насадке возникает, в основном, из-за различия гидравлического сопротивления насадки у стенки и в ядре слоя. Для описания такого профиля используем модель, в которой насадка состоит из двух коаксиальных соприкасающихся зон, имеющих различную порозность. Характер распределения жидкости по сечению такой насадки не зависит от среднего перепада давления, отношения высоты насадки к диаметру частиц и средней скорости течения на выходе из насадки [13]. Отсюда следует, что скорости потока в ядре слоя и в пристенной зоне определяются соотношением гидравлических сопротивлений этих зон. Если в качестве масштаба взять гидравлическое сопротивление, усредненное по всему сечению слоя, то для каждой из зон относительные гидравлические сопротивления можно записать так:

$$\frac{\Delta p_{\text{п}}}{\Delta p_{\text{в}}} = \frac{\lambda_{\text{п}}}{\lambda_{\text{в}}} \cdot \frac{w_{\text{п}}^2}{w_{\text{в}}^2} \cdot \frac{d_{\text{эп}}}{d_{\text{эв}}}; \quad \frac{\Delta p_{\text{я}}}{\Delta p_{\text{в}}} = \frac{\lambda_{\text{я}}}{\lambda_{\text{в}}} \cdot \frac{w_{\text{я}}^2}{w_{\text{в}}^2} \cdot \frac{d_{\text{эп}}}{d_{\text{эв}}}, \quad (3)$$

где λ — коэффициент сопротивления;
индекс в — полное сечение слоя;
п — пристенная зона;
я — ядро слоя.

При использовании на модели и оригинале одной и той же насадки выполняются условия

$$\frac{\lambda_{\Pi}}{\lambda_{\text{в}}} = \text{idem}; \quad \frac{\lambda_{\text{д}}}{\lambda_{\text{в}}} = \text{idem}; \quad \frac{d_{\text{эл}}}{d_{\text{эв}}} = \text{idem}; \quad \frac{d_{\text{эл}}}{d_{\text{эв}}} = \text{idem}. \quad (4)$$

Последнее условие выполняется в силу того, что поверхность слоя гидролизующего сырья на 4—5 порядков выше поверхности стенки гидролизатора [6]; следовательно, при определении эквивалентного диаметра пристенной зоны поверхностью стенки можно пренебречь. Так как относительная скорость потока — параметр, зависящий от λ и $d_{\text{э}}$, то из выражения (4) следует:

$$\frac{\Delta p_{\Pi}}{\Delta p_{\text{в}}} = \text{idem}; \quad \frac{\Delta p_{\text{д}}}{\Delta p_{\text{в}}} = \text{idem}.$$

В этом случае линейные скорости течения жидкости в пристенной и центральной зонах, отнесенные к скорости течения в полном сечении слоя, постоянны при любых размерах реактора. Условием подобия поперечного профиля скорости жидкости является равенство отношений геометрических размеров ядра слоя и пристенной зоны в модели и оригинале. Соответствующий критерий подобия

$$\Gamma = \frac{R_r - \Delta}{\Delta}, \quad (5)$$

где индекс r — реактор.

Входящая в данный критерий толщина пристенного слоя Δ определяется структурой слоя и, следовательно, не варьирует произвольно. Кроме того, есть данные о функциональной связи параметра Δ с радиусом реактора [10]. Следовательно, на один независимый параметр R_r накладывается одно ограничительное условие

$$\frac{R_r - \Delta}{\Delta} = \text{idem}, \quad (6)$$

и число степеней свободы при моделировании сводится к нулю. Отсюда следует, что совместное выполнение условий масштабного перехода (2) и (6) можно обеспечить только при эксперименте на натуре.

Таким образом, нами показано, что в рамках методов физического моделирования возможен масштабный переход только одной составляющей продольного перемешивания: турбулентных пульсаций жидкости. При этом выбор типа насадки на уменьшенной установке определяется условием (2), выбор трассера — условием $Re' > 10^4$, а максимальная скорость фильтрации ограничена ламинарным режимом течения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ампилогов И. Е., Харин А. Н., Курочкина И. С. Исследование продольного переноса при движении растворов через несорбирующую шихту. — ЖФХ, 1958, 32, № 1, с. 141—145. [2]. Буевич Ю. А., Марков В. Г. Континуальная механика монодисперсных суспензий. Реологические уравнения для суспензий умеренной концентрации. — ПИММ, 1973, вып. 6. [3]. Дорохов И. Н. Математическое моделирование гидродинамической структуры потоков в насадочных колоннах. — В кн.: Процессы и аппараты химической технологии, 1973, т. 1, с. 5—61. [4]. Ермолов Б. В., Персианцев Г. В., Сапотницкий Е. С. Исследование структуры потока в гидролизаторе при перколяционном гидролизе. — Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1976, № 1, с. 7—10. [5]. Корольков И. И., Крестан Э. Ш., Ульяновская Р. И. Гидродинамические факторы при перколяционном способе гидролиза с центральной подающей трубой. — Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1972, № 3, с. 3—6. [6]. Определение условий моделирования фильтрации

при вертикальной перколяции/Б. В. Ермолов, В. М. Скачков, Г. В. Персанцев, Е. С. Сапотницкий. — Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1975, № 2, с. 5—7. [7]. Повышение доброкачественности гидролизата/Е. С. Сапотницкий, Б. В. Ермолов, Л. Н. Краев, А. И. Киприанов. — Гидролиз. пр-во, 1979, № 9, с. 1—4. [8]. Сапотницкий Е. С., Краев Л. Н. Применение метода кибернетики при изучении структуры потоков при перколяциионном гидролизе растительного сырья. — Сб. тр./ВНИИГидролиз, 1978, т. 28, с. 45—50. [9]. Стояновский И. М. Исследование продольного переноса йода в различных растворителях при движении тока жидкости сквозь стеклянную шихту. — ЖПХ, 1961, 34, № 9, с. 1958—1965. [10]. Яновский В. А. О критерии моделирования процесса фильтрации малоконцентрированных суспензий через зернистые среды. — Тр. Новочеркас. инж.-мелнор. ин-та, 1975, 16, № 4, с. 107—111. [11]. Brinkman H. C. A calculation of the viscous force exerted by a flowing fluid on a dense swarm of particles. — Applied Scientific Research, 1947, A1, N 1, p. 27—34. [12]. Miyachi Terukatsu, Kikuchi Tatsunji. Axial dispersion in packed beds. — Chem. Eng. Sci., 1975, 30, N 3, p. 343—348. [13]. Stanek V., Szekely J. Three-dimensional flow of fluids through nonuniform packed beds. — AIChE Journal, 1974, 20, N 5, p. 977—980. [14]. Strang D. A., Geankoplis C. J. Longitudinal diffusivity of liquids in packed beds. — Ind. and Eng. Chem., 1958, 50, N 9, p. 1305—1308.

Поступила 6 июля 1981 г.

УДК 630*892.6 : 674.032.471.4

СОСТАВ МОНОТЕРПЕНОВ ЭФИРНОГО МАСЛА ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСА УСМАНСКОГО БОРА

В. М. МАКСИМОВ, Р. И. ДЕРЮЖКИН, Р. Д. КОЛЕСНИКОВА,
А. М. ДАВУДОВ

Воронежский лесотехнический институт

Изучение структуры природных популяций представляет интерес для генетики при решении вопросов практической селекции, а также для теории и практики лесоразведения [6]. Важно определить, различаются ли по составу монотерпенов эфирного масла (ЭМ) насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в различных экологических условиях.

Имеющиеся по этому вопросу сведения в литературе весьма противоречивы. Одни авторы, изучавшие состав терпентинного масла сосны обыкновенной [11], характеризуют ее четырьмя типами биосинтеза монотерпенов и считают, что популяции сосны в различных лесорастительных условиях имеют сходный фенотипический состав [12]. Другие исследователи [1, 4, 13] пришли к выводу, что условия произрастания влияют на количественное содержание компонентов терпентинного масла живицы в пределах изученных ими насаждений.

При изучении ЭМ лиственницы сибирской установлено, что деревья одного подвида обладают постоянным качественным составом компонентов, но под влиянием условий места произрастания могут несколько различаться по их количественному распределению. Однако эти различия недостоверны [2].

Нами сделана попытка сравнить насаждения сосны обыкновенной Усманского бора Воронежской области в различных условиях произрастания по типам биосинтеза монотерпенов ЭМ хвои. С этой целью заложены четыре пробные площади (размером по 0,5 га каждая), таксационная характеристика которых приведена в табл. 1. На пробных площадях описывали биометрические показатели деревьев (высоту, диаметр ствола, протяженность и поперечники крон), а хвою из средней части кроны отбирали с помощью отстреливающего устройства. Типы леса выделяли в соответствии с классификацией типов леса Усманского бора [7].

Тип условий места произрастания	Тип леса	Возраст, лет	Состав	Диаметр на 1,3 м, см		
				Сосна	Береза	Дуб
A ₀₋₁	Сосняк лишайниковый (1)	110	10С	29,0	—	—
A ₂	„ зеленомошниковый (2)	110	10С	36,0	—	—
B ₂	„ черничниковый (3)	110	6СЗБ1Д	35,0	33,0	16
B ₄	„ травяно-болотный (4)	110	9С1Б	33,5	22,0	—

ЭМ из хвои выделяли экстрагированием диэтиловым эфиром по методике, разработанной в Воронежском лесотехническом институте [5]. Состав ЭМ хвои установлен методом газо-жидкостной хроматографии [9]. По экспериментальным данным состава ЭМ рассчитывали критерий Д. А. Родионова [8] для классификации выборок и определения границ между классами (однородными группами).

Анализ показал, что для сосны обыкновенной выделены три основных типа биосинтеза монотерпенов (с определенным составом основных компонентов фракции — α -пинена и Δ^3 -карена): каренистый, промежуточный и пиненистый [10]. В пределах каждого типа нами выделено по три группы (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика типов биосинтеза монотерпенов по содержанию α -пинена и Δ^3 -карена в ЭМ сосны обыкновенной

Компонент	Градация классов по типам и группам биосинтеза								
	Пиненистый			Промежуточный			Каренистый		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
α -пинен	54 и	48 (52—42)	36 (41—31)	24 (30—18)	36 (41—31)	42 (54—42)	18 (24—12)	24 (30—18)	12 и
Δ^3 -карен	12 и	24 (30—18)	18 (24—12)	24 (30—18)	33 (41—31)	18 (54—42)	36 (41—24)	48 (54—42)	54 и

Для выделения типов и групп биосинтеза монотерпенов в ЭМ хвои сосны обыкновенной изучен обширный материал по составу монотерпенов. Число изученных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) разного возраста и происхождения достигло 2000. Данная классификация сосны по типам биосинтеза монотерпенов ЭМ хвои существенно отличается от предложенной ранее классификации по типам биосинтеза терпентинного масла [11].

Тип условий места произрастания	Тип леса	Количество изученных деревьев	Распределение			
			Пиненистый			Всего
I	II	III				
A ₀₋₁	Сосняк лишайниковый (1)	54	24	19	18	61
A ₂	„ зеленомошниковый (2)	55	10	24	19	53
B ₂	„ черничниковый (3)	52	10	42	18	70
B ₄	„ травяно-болотный (4)	54	46	17	26	89

Примечание. $t_{05} = 2,0$; $t_{01} = 2,68$; $t_{001} = 3,5$.

Таблица 1

Высота, м			Запас, м ³ /га	Пол- нота	Клас- се бонитета	Число деревьев на 1 га			
Сосна	Береза	Дуб				Всего	В том числе		
							Сосна	Береза	Дуб
23,5	—	—	294	0,7	III	384	384	—	—
32,0	—	—	616	0,8	Ia	376	376	—	—
27,5	27,0	16,5	354	0,7	II	456	268	156	32
23,5	18,5	—	284	0,7	III	346	260	86	—

Выделение типов биосинтеза имеет принципиальное значение для характеристики исследуемых популяций [12].

Данные распределения деревьев сосны обыкновенной по установленным типам биосинтеза монотерпенов ЭМ хвои в разных типах леса Усманского бора представлены в табл. 3.

Для сосняка лишайникового установлено: 61 % деревьев пиненистого типа, 32 % — промежуточного и 7 % — каренистого. В типе леса сосняк зеленомошниковый обнаружено: 53 % деревьев пиненистого типа, 25 % — промежуточного и 22 % — каренистого. Для сосняка черничникового установлено, что в пиненистый тип входит 70 % деревьев, в промежуточный — 27 %, в каренистый — 3 %.

В сосняке травяно-болотном пиненистый тип представлен 89 % деревьев, промежуточный — 11 %. Деревья каренистого типа здесь не обнаружены.

Расчет критерия Стьюдента [3] показал, что существуют различия в распределении деревьев по типам биосинтеза монотерпенов для сосняков травяно-болотного, зеленомошникового и лишайникового ($t_{4,1} = 3,54$; $t_{4,2} = 4,5$ при $t_{st} = 3,5$). Для сосняков травяно-болотного и черничникового установлены различия при 5 %-ном уровне значимости ($t_{3,4} = 2,46$). Достоверных различий между сосняками лишайниковым и зеленомошниковым не установлено ($t_{1,2} = 0,84$). Критерий различия между сосняком черничниковым и сосняком зеленомошниковым равен — 1,82, он также недостоверен.

Следовательно, в сосняках лишайниковом и зеленомошниковом наблюдается практически одинаковое распределение деревьев по типам биосинтеза. Сосняк травяно-болотный существенно отличается по распределению деревьев от первых двух типов. Сосняк черничниковый занимает промежуточное положение.

Эти результаты до некоторой степени подтверждают данные Н. З. Ворончихина [1] о том, что почвенно-грунтовые условия оказы-

Таблица 3

деревьев, %, по типам и группам биосинтеза								Критерий различия
Промежуточный				Каренистый				
IV	V	VI	Всего	VII	VIII	IX	Всего	
22	10	—	32	5	2	—	7	$t_{1,2} = 0,84$
8	17	—	25	13	7	2	22	$t_{4,2} = 4,5$
8	19	—	27	3	—	—	3	$t_{2,3} = 1,82$
2	8	1	11	—	—	—	—	$t_{3,4} = 2,46$
								$t_{4,1} = 3,54$

вают влияние на количественный состав монотерпенов в терпентинном масле живицы в популяции сосны обыкновенной Пермской области и Марийской АССР.

В итоге можно предположить, что структура популяций сосны обыкновенной по типу биосинтеза монотерпенов ЭМ хвои в Усманском бору зависит от лесорастительных условий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ворончихин Н. З. Состав терпентинных масел сосны обыкновенной в разных типах леса. — Растит. ресурсы, 1979, т. 15, вып. 2, с. 286—291. [2]. Дерюжкин Р. И., Краснобаярова Л. В., Латыш В. Г. Влияние отдельных факторов на состав эфирных масел лиственницы сибирской. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 6, с. 111—114. [3]. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. с. 415. [4]. Ливадин М. В. Влияние типов леса на выход и качество живицы при подсочке сосны обыкновенной: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. — Воронеж, 1954. [5]. Максимов В. М. Изучение состава эфирного масла хвои сосны обыкновенной, извлеченного методом экстрагирования и с водяным паром. — В кн.: Рациональное и комплексное использование лесных ресурсов: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. М., 1980, с. 179—182. [6]. Правдин Л. Ф. Задачи науки и практики по лесной генетике, селекции и семеноводству. — Лесн. хоз-во, 1978, № 1, с. 70—72. [7]. Ремезова Г. Л. Типы леса Воронежского государственного заповедника. — Воронеж: Воронеж. кн. изд-во, 1959, вып. 8, с. 187—231. [8]. Родионов Д. А. Статистические методы разграничения геологических объектов по комплексу признаков. — М.: Наука, 1968, с. 120—126. [9]. Состав эфирных масел некоторых кавказских и крымских видов сосен/Р. Д. Колесникова, А. И. Чернодубов, В. Г. Латыш и др. — Растит. ресурсы, 1977, т. 12, вып. 2, с. 351—357. [10]. Чернодубов А. И., Дерюжкин Р. И., Колесникова Р. Д. Состав эфирного масла и скипидара индивидуальных деревьев сосны обыкновенной. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1978, № 2, с. 11—12. [11]. Чудный А. В., Проказин Е. П. Географическая изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной на территории СССР. — Растит. ресурсы, 1973, т. 9, вып. 4, с. 494—503. [12]. Чудный А. В. Структура популяций сосны обыкновенной в разных экологических условиях. — Экология, 1979, вып. 6, № 1, с. 37—42. [13]. Juvonen S. Über die Terpenbiosynthese beein blussenden Faktoren in *Pinus silvestris* L. — Acta Botanica finnica, 71. Helsinki, 1966, p. 1—76.

Получена 16 июня 1981 г.

УДК 674.817-41

МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ ПРОДУКТАМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАРБАМИДА СО СПИРТАМИ

Т. В. МАЛЬЦЕВА, И. А. ГАМОВА, А. А. ЭЛЬБЕРТ

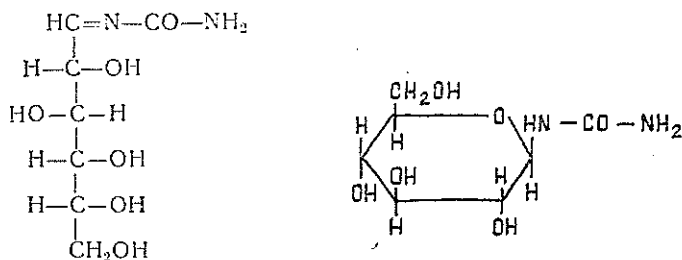
Ленинградская лесотехническая академия

При производстве древесноволокнистых плит (ДВП) воздушного формования наряду с традиционными поликонденсационными связующими можно использовать бифункциональные соединения, такие как карбамид и уреиды дикарбоновых кислот. Они взаимодействуют с компонентами древесины и тем самым улучшают физико-механические свойства плит [1].

В данной работе исследована возможность применения продуктов конденсации карбамида со спиртами в качестве модифицирующего состава. При нагревании карбамид реагирует со спиртом с образованием уретанов, которые в свою очередь способны к дальнейшим реакциям с гидроксильными и альдегидными группами [4].

Реакции аминов с альдегидами широко известны в органическом синтезе. Шуль и Мак-Фарлане показали в нормально-цепной и цикли-

ческой форме строение продукта конденсации карбамида с глюкозой в кислой среде [6]



Термическая стойкость уретановых связей, а также возможность взаимодействия применяемых реагентов с компонентами древесины создали предпосылки их применения для модификации свойств ДВП, тем более, что связанные с технологией воздушного формования плит возможности (когда продукты деструкции гемицеллюлоз и лигнина находятся на поверхности древесных волокон) благоприятствуют протеканию конденсационных процессов.

Для получения уретанов применяли низкомолекулярные многоатомные спирты, такие как этиленгликоль, глицерин и ксилит, а также высокомолекулярный поливиниловый спирт, для которого характерны все реакции многоатомных спиртов [5].

Таблица 1

Функциональность	Спирт			
	Этиленгликоль	Глицерин	Ксилит	поливиниловый
Молекулярная	2	3	5	1000
Удельная	1,90	2,22	2,56	2,27

В табл. 1 приведены данные о функциональности моноуретанов. С увеличением удельной функциональности возрастает скорость процесса превращения в трехмерный полимер, т. е. чем выше удельная функциональность, тем реакционноспособнее данное вещество [2]. Как следует из данных табл. 1, наибольшая склонность образования трехмерных полимеров присуща моноуретанам ксилита и поливинилового спирта.

Конденсацию карбамида со спиртами осуществляли при температуре 95 °С в течение 30 мин, а затем при 180 °С в течение 2 мин, что приближалось к промышленным условиям изготовления ДВП.

Характеристика продуктов взаимодействия карбамида с низкомолекулярными и высокомолекулярными спиртами приведена в табл. 2, из которой видно, что относительные молекулярные массы продуктов близки к расчетным для моноуретанов. И хотя потенциальная функциональность низкомолекулярных спиртов создает возможность образования трехмера, но, видимо, их реакционная функциональность не достигает трех.

В процессе реакции с низкомолекулярными спиртами карбамид не подвергается возможным собственным изменениям, о чем можно судить по отсутствию чувствительности на биуретановую реакцию продукта взаимодействия; видимо, система стремится к образованию уретановых связей как энергетически более выгодных по сравнению с биуретовыми и аллофанатными. Можно предположить, что дегидратаци-

Таблица 2

Спирт	Соотношение группы карбамида и спирта		Характеристика продукта				
	-NH ₂	-OH	Относительная молекулярная масса	Консистенция	Количество растворимых в воде, %	Содержание азота, %	Наличие биурета
Этиленгликоль	2	2	104	Бальзамоподобный (янтарного цвета)	100	—	—
	6	2	106		100	—	—
Глицерин	2	3	137	Маслообразный (янтарного цвета)	100	—	—
	6	3	118		100	—	—
Ксилит	2	5	193	Бальзамоподобный (коричневого цвета)	100	—	—
	6	5	198		100	—	—
Поливинилловый	10	1	—	Твердый кристаллический	100	27,6	↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ Уменьшение интенсивности биуретовой реакции
	10	3	—	»	100	23,1	
	10	5	—	»	100	23,7	
	10	10	—	»	100	23,0	
	10	30	—	Твердый хрупкий	99,8	22,8	
	10	50	—	»	99,5	22,1	

онные процессы в спиртах пространственно затруднены из-за введения аминогрупп, т. е. в продуктах взаимодействия возможны неблокированные гидроксильные группы.

Реакция с высокомолекулярным спиртом протекает с меньшей скоростью, чем с низкомолекулярными, и карбамид успевает подвергнуться собственным изменениям, о чем говорит наличие биурета в продуктах реакции. Содержание биурета в продуктах реакции определяли путем сравнения окрасок исследуемого и стандартного растворов. С увеличением количества гидроксильных групп в исследуемом соотношении интенсивность биуретовой реакции падает, т. е. наблюдается тенденция к наиболее глубокой блокировке аминогрупп гидроксильными спирта, количество реакционноспособных групп для дальнейшей реакции уменьшается.

С увеличением количества гидроксильных групп в соотношении исходных компонентов изменяется содержание азота в продуктах реакции, что связано в большей степени со взаимодействием карбамида с поливинилловым спиртом, а не с собственным изменением карбамида.

Возможности, связанные с технологией прессования, благоприятствуют углублению конденсационных процессов; в условиях горячего прессования создаются условия для взаимодействия первоначальных продуктов конденсации с продуктами водного гидролиза древесины, находящимися на древесных волокнах.

Древесное волокно с технологической линии цеха ДВП Шекснинского завода обрабатывали продуктами конденсации в количестве 5% от массы абс. сухого волокна, подсушивали до влажности 6—8% и таким образом формовали древесноволокнистый ковер. Прессование осуществляли в прессе при температуре 200°C в течение 8 мин при $p_{уд} = 5,6$ МПа.

Данные испытаний ДВП приведены в табл. 3, из которой видно, что с увеличением атомности низкомолекулярного спирта физико-механические свойства плит ухудшаются. Это объясняется тем, что в период горячего прессования углубляется процесс взаимодействия аминогрупп с гидроксильными спирта, который опережает взаимодействие применяемых реагентов с древесиной.

Таблица 3

Модифицирующая добавка			Физико-механические свойства плит			
Спирт	Соотношение групп карбамида и спирта		Плотность, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Набухание, %
	-NH ₂	-ОН				
Этиленгликоль	2	2	890	42,7	29,0	19,1
	6	2	890	42,3	33,0	22,8
Глицерин	2	3	880	39,8	35,3	25,0
	6	3	900	41,2	36,3	27,7
Ксилит	2	5	900	33,1	44,6	32,4
	6	5	870	37,2	46,3	33,1
Поливиниловый спирт	10	1	900	43,2	32,5	25,0
	10	3	990	44,0	30,5	20,4
	10	5	980	45,8	26,0	16,3
	10	10	990	45,5	20,1	16,7
	10	30	995	40,5	22,5	18,5
	10	50	980	40,9	23,0	18,7

С увеличением количества гидроксильных групп (больше эквивалентных количеств) поливинилового спирта в соотношении амин: гидроксил физико-механические свойства также ухудшаются, но не в такой степени как для плит на основе продуктов взаимодействия карбамида с низкомолекулярными спиртами. При этом нельзя не учитывать особенности свойств поливинилового спирта [5]. Но, видимо, ведущая роль в получении высококачественного материала на основе продуктов конденсации карбамида со спиртами принадлежит суммарному эффекту влияния аминных и гидроксильных групп.

Данные проведенной работы показали, что использование соединений карбамида в качестве модифицирующей добавки позволяет получить древесноволокнистые плиты со свойствами, достигаемыми обычно при применении поликонденсационных связующих. Наилучшие показатели достигнуты с применением продукта конденсации карбамида с поливиниловым спиртом, полученного при эквивалентном соотношении амина к гидроксилу.

На Нововятском комбинате древесных пластиков ВПО Союзплитпром на основе такого продукта конденсации выпущена партия древесноволокнистых плит [3]: температура прессования 200°C; продолжительность 0,83 мин/мм толщины готовой плиты; давление прессования $P_{max\text{уд}} = 5,6$ МПа; влажность ковров 8—10 %. Результаты испытаний таких плит в сравнении с плитами на смоле СФЖ-3014 представлены в табл. 4.

Таблица 4

Вид добавки	Физико-механические свойства			
	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Набухание, %
Смола СФЖ-3014 (5 % от массы абс. сухого волокна)	1000	40,4	27,2	13,8
Продукт конденсации карбамида с поливиниловым спиртом (5 % от массы абс. сухого волокна)	1000	42,0	26,8	12,9

Примечание. Толщина плит $8 \pm 0,5$ мм.

При замене СФЖ-3014 таким же количеством продукта конденсации карбамида с поливиниловым спиртом при эквивалентном соотношении амина к гидроксилу экономия на 1000 м² плит составит 136 р.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гамова И. А. Исследование и разработка способа получения древесноволокнистых плит и пластиков повышенной прочности и водостойкости: Дис. ...канд. техн. наук. — Л., 1968. [2]. Дрибберг А. Я. Технология пленкообразующих веществ. — Л.: Госхимиздат, 1955. [3]. Мальцева Т. В., Эльберт А. А., Гамова И. А. Древесноволокнистые плиты сухого формования с использованием модифицирующих добавок. — Деревообраб. пром-сть, 1981, № 1. [4]. Степаненко Б. Н. Курс органической химии. — М.: Высш. школа, 1976. [5]. Ушаков С. Н. Поливиниловый спирт и его производные. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — Т. 1, 2. [6]. Goodman J. Advances in Carbohydrate Chemistry, 1958, 13, 4.

Поступила 8 июля 1981 г.

УДК 630*867.5

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ ЛИСТВЕННОЙ СИБИРСКОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Г. И. СОРОКИНА, В. С. ПЕТРОВ

Сибирский технологический институт

В связи с развитием промышленности полупроводников появился новый и крупный потребитель древесного угля — производство кристаллического кремния. Эта отрасль промышленности уже сейчас испытывает острый дефицит в угле [5]. Поэтому актуальны работы по изысканию дополнительного дешевого сырья для производства древесных углей. Таким сырьем могут быть лесосечные отходы лиственницы сибирской, которые в настоящее время вообще не используются.

В СССР лесостой с преобладанием различных видов лиственницы составляют 40,2 % площади лесов или более половины всех наших хвойных насаждений [4].

Ранее [6] нами была показана возможность использования углей из лесосечных отходов лиственницы сибирской в качестве восстановителя для производства кристаллического кремния.

Цель данного исследования — разработать оптимальный режим пиролиза лесосечных отходов лиственницы сибирской. Сырьем служили измельченные отходы (сучья, вершинник) лиственницы, произрастающей в лесах Красноярского края.

В Сибирском технологическом институте разработана технология пирогенетической переработки измельченных отходов лесосек в щелочной реторте с наружным обогревом. Настоящие исследования проводили применительно к новой технологии.

Задача оптимизации сводилась к определению параметров, которые обеспечивают максимальный выход восстановителя при свойствах, удовлетворяющих требованиям существующих производств кремния и соответствующих стандартам.

В качестве плана взят регулярный равномерный план главных эффектов мощности 2 (4⁵/, 16) [1, 2]. В качестве функций отклика рассматривали следующие величины: Y_1 — выход угля, мас. %; Y_2 — выход и содержание летучих, мас. %; Y_3 — механическая прочность вдоль

волокон, МПа; Y_4 — механическая прочность поперек волокон, МПа; Y_5 — удельное электросопротивление, кОм · м. Механическую прочность образца определяли методом раздавливания на прессе с фиксируемой нагрузкой, выход и содержание летучих — по общепринятой методике [3], электросопротивление — при помощи электронного тераомметра ЕБ-3.

Уровни варьирования переменных X_i показаны в табл. 1.

Таблица 1

Фактор	Обозначение фактора	Уровень	
Температура пиролиза, °С	X_1	0	400
		1	500
		2	600
		3	700
Средняя скорость нагрева, °/мин	X_2	0	0,6
		1	1,4
		2	2,2
		3	3,0
Продолжительность прокалики, ч	X_3	0	0,5
		1	1,0
		2	1,5
		3	2,0
Крупность исходного сырья, мм	X_4	0	14
		1	36
		2	58
		3	80
Влажность исходного сырья, %	X_5	0	10
		1	20
		2	30
		3	30

Матрица планирования эксперимента и результаты ее реализации представлены в табл. 2.

Все опыты рандомизировали и дублировали, поэтому каждое значение Y — среднее.

Таблица 2

№ п/п	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
1	400	0,6	0,5	14	10	32,82	11,39	84,67	40,61	630
2	600	0,6	1,5	36	40	30,36	4,46	77,51	20,54	0,005
3	700	0,6	2,0	80	20	24,50	4,00	72,84	15,13	0,00002
4	500	0,6	1,0	58	30	27,3	6,37	45,74	9,64	2,5
5	400	2,2	1,5	80	30	30,82	16,14	41,57	6,98	1000
6	600	2,2	0,5	58	20	25,98	6,26	54,92	13,07	0,032
7	700	2,2	1,0	14	40	24,83	1,38	93,12	60,99	0,00003
8	500	2,2	2,0	36	10	31,69	9,20	74,33	16,17	48,5
9	400	3,0	2,0	58	40	27,15	18,91	44,35	6,65	230
10	600	3,0	1,0	80	40	30,32	2,67	67,36	11,19	0,0005
11	700	3,0	0,5	36	30	23,13	2,68	52,75	17,22	0,00001
12	500	3,0	1,5	14	20	29,91	5,89	97,83	76,50	6,0
13	400	1,4	1,0	36	20	28,77	19,06	36,40	11,35	480
14	600	1,4	2,0	14	30	25,12	3,87	87,14	45,75	0,0004
15	700	1,4	1,5	58	10	29,93	3,90	75,04	24,62	0,00001
16	500	1,4	0,5	80	40	29,93	9,11	30,05	8,46	76

В результате получены следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 28,29 - 0,73x_1 - 0,74Z_3 - 0,41q_3 - 0,5x_5 + 1,35Z_5 \pm \varepsilon; \quad (1)$$

$$Y_2 = 7,83 - 2,17x_1 + 1,85Z_4 - 0,78Z_2 + 0,35x_4 - 1,035Z_4 \pm \varepsilon; \quad (2)$$

$$Y_3 = 64,73 + 3,74x_1 - 2,73x_3 - 5,92x_4 + 7,1Z_4 - 2,55x_5 \pm \varepsilon; \quad (3)$$

$$Y_4 = 26,04 + 1,71x_1 + 1,41q_1 + 1,05x_2 - 3,67Z_3 - 1,28q_3 - 6,97x_4 + 9,15Z_4 - 1,85q_4 + 1,42q_5 \pm \varepsilon; \quad (4)$$

$$Y_5 = 155,97 - 89,69x_1 + 136,53Z_1 - 23,42q_1 - 9,56x_2 - 44,59Z_2 - 23,71q_2 - 9,77x_3 - 32,9Z_3 - 24,13q_3 + 13,08x_4 + 58,03Z_4 + 15,76q_4 - 7,23x_5 - 32,91Z_5 - 24,87q_5 \pm \varepsilon, \quad (5)$$

где $x_1 = 0,02 X_1 - 11; \quad (6)$

$$x_2 = 2,5 X_2 - 4,5; \quad (7)$$

$$x_3 = 4X_3 - 5; \quad (8)$$

$$x_4 = \frac{X_4 - 47}{11}; \quad (9)$$

$$x_5 = 0,2 X_5 - 5; \quad (10)$$

$$Z_i = \frac{X_i^2 - 5}{4}; \quad (11)$$

$$q_i = \frac{X_i^3 - 8,2X_i}{2,4}. \quad (12)$$

Формулы (6)–(12) служат для перевода кодированных переменных в натуральные. Оценка по критерию Кохрена показала, что опыты воспроизводимы с 5 %-ным уровнем значимости. При оценке значимости коэффициентов регрессии доверительный интервал для каждого из них рассчитывали отдельно. Адекватность моделей проверяли по критерию Фишера. Во всех случаях $F_{ад} < F_{табл}$. Следовательно, модели адекватно отражают результаты опытов.

Оптимальный режим получения восстановителя находили, решая систему регрессионных уравнений. В данном случае решали компромиссную задачу, в которой определяли условный экстремум одного из параметров оптимизации (Y_1) при условии соблюдения ограничений, накладываемых на другие параметры. Это позволило использовать метод математического программирования. Все расчеты выполнены на ЭВМ «НАИРИ-М» и «Минск-32».

Условия задачи оптимизации:

$$Y_1 \rightarrow \max; Y_2 \rightarrow \min; Y_3 \geq 100; Y_4 \geq 60; Y_5 \geq 100.$$

Оптимальный режим характеризуется следующими значениями технологических параметров:

$$X_1 = 550 \text{ }^\circ\text{C}; X_2 = 2,2^\circ/\text{мин}; X_3 = 1,75 \text{ ч}; X_4 = 14 \text{ мм}; X_5 = 10 \text{ } \%.$$

В табл. 3 представлена характеристика углей, полученных в оптимальном режиме. Для сравнения здесь же даны показатели восстановителей, применяемых в настоящее время в промышленности. Из данных табл. 3 видно, что качественные показатели углей, полученных

Таблица 3

Восстановители	Механическая прочность, МПа		Содержание летучих, %	Удельное электро-сопротивление кОм · м	Выход угля, %
	вдоль волокон	поперек волокон			
Лиственненные угли	50—100	50—60	3,6	120	32,3
	102,7	61,0	4,2	181,4	32,8
Применяемые в промышленности	20—100	12—17	19,5	100	31,0

Примечание. В числителе — опытные значения показателей; в знаменателе — расчетные.

в оптимальном режиме, хорошо совпадают с расчетными и находятся на уровне показателей восстановителей, применяемых в промышленности.

Результаты проведенных исследований показали, что угли из лесосечных отходов лиственницы сибирской — полноценный углеродистый восстановитель для производства кристаллического кремния.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бродский В. З. Многофакторные регулярные планы. — М.; Изд-во МГУ, 1972. — 217 с. [2]. Бродский В. З. Введение в факторное планирование эксперимента. — М.: Наука, 1976. — 223 с. [3]. ГОСТ 6382—75. Метод определения выхода летучих: Взамен ГОСТ 6382—65. — Введ. 01.07.76; Срок действия до 01.07.81. [4]. Лесной экспорт СССР/Под ред. М. В. Коневского. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 18 с. [5]. Окладников В. П., Дубинин Г. М., Смородинов В. А. Перспективы развития и размещения производства кремния в Восточной Сибири. — В кн.: Рациональное использование сырьевых ресурсов и отходов производства. Иркутск, 1978. — 13 с. [6]. Сорокина Г. И., Петров В. С. Получение восстановителя для производства кристаллического кремния из лесосечных отходов лиственницы сибирской. — В кн.: Термическая переработка древесины и ее компонентов: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Красноярск, 1979. — 38 с.

Поступила 2 марта 1981 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 630*30

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
БОЛЬШИХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

И. В. ТУРЛАИ

Белорусский технологический институт

Лесозаготовительные предприятия — сложные системы, функционирующие при целостно органическом единстве всех взаимодействующих элементов: предметов труда (деревья, хлысты, сортименты), оборудования, материалов и информативных потоков. Подобные большие лесозаготовительные системы (БЛС) существенно отличаются от систем лесосечных, нижнескладских машин и требуют значительных затрат на их создание и эксплуатацию. Сложность БЛС обусловлена большой размерностью относительно входящих элементов: мастерских участков по заготовке леса, его транспортировке, нижнескладских потоков, цехов и участков, а также выполняемых ими функций. Цельность БЛС предполагает наличие в них только необходимых элементов, а также их взаимодействие в процессе выполнения основных функций — обеспечение народного хозяйства древесиной. Трудно предсказуемый климатический фактор затрудняет прогнозирование его влияния как элемента внешней среды на деятельность системы. Такое свойство БЛС как управляемость позволяет достигать поставленной цели в постоянно изменяющихся внешних условиях и состояниях самой БЛС.

Множество отличий, в которых функционируют БЛС, позволяет проектировать и создавать их в различных вариантах. Оценка состояния БЛС и выбор их оптимальных вариантов — необходимое условие эффективного развития лесозаготовительной отрасли.

Интересно оценить работоспособность БЛС: вероятность работы всех фаз производства и участков; вероятность работы отдельных из них при проработавших остальных и т. д.; зависимости вероятности работы БЛС от типа структуры, числа производственных участков. Особенности БЛС заставляют применять к их оценке вероятностные показатели функционирования.

При исследовании БЛС с позиций целостности и однозначного сходства (что необходимо при анализе таких систем) их представляют специальными графами. Вершины графов представляют лесопункты, мастерские участки, комплексы машин, а ребра — транспортные артерии с перемещаемыми деревьями, хлыстами, сортиментами. Если БЛС — граф $B = B(N, E)$, то он задан при непустом множестве вершин $N = \{h_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, что обеспечено материальностью самой БЛС и ее элементов. Кроме того, необходимо, чтобы для всего множества ребер $E = \{e_{ij}\}$ каждому ребру e_{ij} из множества E было поставлено в соответствие два элемента из множества N . Последнее гарантировано целенаправленностью потоков древесины на предприятии. Вершины h_i и h_j — концевые точки ребра e_{ij} . Поскольку N и E — конечные множества, так как число лесопунктов, мастерских участков, комплексов машин и связей между ними конечно для всякой БЛС, то полученный граф B конечен. Порядок перемещения древесины между участками

строго определен, поэтому в графе ребра ориентированы. Так, ребро e_{ij} строго ориентировано в направлении от h_i к h_j . Граф B , содержащий только ориентированные ребра, — орграф.

Каждому ребру и каждой вершине орграфа B поставим в соответствие определенные численные параметры, характеризующие лесопункт, мастерский участок, комплекс машин или транспортную артерию.

Будем характеризовать ребро e_{ij} его длиной l_{ij} , надежностью d_{ij} , живучестью по отношению к воздействиям внешней среды q_{ij} и пропускной способностью f_{ij} . Характеристики ребер для орграфа B запишем в виде матриц.

Матрица длины ребер

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{n1} & l_{n2} & \dots & l_{nn} \end{bmatrix}$$

Условия существования матрицы L следующие: элементы $l_{ij} = 0$, так как ребра e_{ii} отсутствуют; если учитываются только связи, соответствующие транспортировке деревьев либо хлыстов, то матрица несимметрична, а если принимаются во внимание и порожние автопоезда, идущие на погрузку, то матрица симметрична.

Матрица надежности ребер

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix}$$

Условия существования данной матрицы те же, что и для L . Значения d_{ij} находятся в пределах $0 \leq d_{ij} \leq 1$. Их число можно установить как вероятность поступления планового объема древесины по данной лесовозной дороге либо как вероятность прохода автопоездов по магистрали.

Матрица живучести ребер

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{n1} & q_{n2} & \dots & q_{nn} \end{bmatrix}$$

Условия существования матрицы Q : $q_{ii} = 0$; $0 \leq q_{ij} \leq 1$.

Показатель живучести оценивает вероятность отсутствия вывозки леса из-за воздействия внешней среды (дождь, снежный покров и др.).

Матрица пропускной способности ребер

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{n1} & f_{n2} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix}$$

Условия существования матрицы F : $f_{ii} = 0$; $f_{ij} > 0$.

Под пропускной способностью понимаем объем древесины либо число автопоездов, которое может пропустить артерия в единицу времени.

Каждую вершину h_i орграфа B характеризуем надежностью w_{ij} , вероятностью вывода из строя внешней среды Q_i , а также пропускной способностью v_i . В целом для B получим матрицы по его вершинам

$$W = \|w_{ij}\|; \quad Q = \|q_i\|; \quad V = \|v_i\|.$$

Поскольку БЛС имеет структуру и состоит из элементов, она должна характеризоваться надежностью. Термин «надежность» здесь употребляется по ГОСТу 13377—75.

Рассмотрим величины d_{ij} и w_i , которые определяют надежность ребер и вершин орграфа B . Природа величин d_{ij} и w_i , несомненно, — вероятностная, поскольку речь идет об отказах комплексов машин, а также восстановлении их работоспособности. БЛС в процессе своей деятельности находится в различных состояниях: работают все участки и службы; последние простаивают; ряд участков работает, отдельные простаивают и т. д. Тогда и орграф отразит эти состояния. Если в орграфе B число вершин — n , а число ребер — m , то орграф B обладает 2^{n+m} состояниями. Каждое состояние B характеризуется множеством работающих вершин H_i и ребер E_{ij} , а также отказавших, если последние имеются.

Пусть состояние орграфа B с работающими вершинами H_p и ребрами E_p и соответственно неработающими H_n и E_n есть S . Тогда вероятность того, что БЛС находится в состоянии S :

$$P(S) = \prod_{r \in M_{H_p}} w_r \prod_{k \in M_{H_n}} (1 - w_k) \prod_{r \in M_{E_p}} d_r \prod_{k \in M_{E_n}} (1 - d_k),$$

где $\prod w_r$ и $\prod d_r$ — произведения характеристик соответственно работающих участков (вершины) и транспортных связей (ребра);
 $\prod (1 - w_k)$; $\prod (1 - d_k)$ — произведения неработающих участков и связей;
 M_{H_p} ; M_{E_p} — множества работающих участков и связей;
 M_{H_n} ; M_{E_n} — множества неработающих участков и связей.

Исследуем работоспособность БЛС, имеющую в своем составе мастерские участки по заготовке древесины, транспорт для леса по одной основной магистрали и один нижний склад, куда поступает вся заготавливаемая древесина. Характеристики надежности обозначим соответственно через w_1 , d_{12} , w_2 . Используя полученную формулу, определим показатели работоспособности такой БЛС.

На рис. 1, а приведены зависимости для определения вероятности P_I работы БЛС при одновременном функционировании всех элементов: заготовки, вывозки и нижнескладских работ. Показатели действующих в настоящее время предприятий находятся в области А. Рис. 1, б позволяет устанавливать вероятность P_{II} работы БЛС при одновременном функционировании заготовки, вывозки и нижнескладских работ, включая и случаи, когда осуществляется вывозка древесины и функционирует нижний склад, а заготовка временно не ведется; область В соответствует характеристикам действующих лесозаготовительных пред-

Показатель работоспособности	Формула для определения показателя
Вероятность работы БЛС при функционировании всех участков и связей	$P_I = \Pi w_{1r} d_{12} w_2$ $r \in M; M = M_{H_p} + M_{H_n}$
Вероятность состояния БЛС, когда вывозка и нижний склад работают с полной загрузкой, а заготовка может пребывать в различных состояниях	$P_{II} = \Pi w_{1r} \Pi (1 - w_{1k}) d_{12} w_2$ $r \in M_{H_p} \quad k \in M_{H_n}$
Вероятность состояния БЛС, когда работает вывозка, заготовка не функционирует, а нижний склад может пребывать в различных состояниях	$P_{III} = \Pi (1 - w_{1k}) d_{12}$ $k \in M$
Вероятность состояния БЛС, когда вывозка не функционирует, а склад работает с полной загрузкой	$P_{IV} = \Pi w_{1r} \Pi (1 - w_{1k}) \times$ $\times (1 - d_{12}) w_2$ $r \in M_{H_p} \quad k \in M_{H_n}$

приятый. Отметим, что в обоих случаях значения P_I и P_{II} увеличиваются быстрее с возрастанием надежности w_1 и w_2 , чем с повышением d_{12} , в среднем на 80 % для зависимостей рис. 1, а и на 14 % для зависимостей рис. 1, б.

Эффект увеличения P_I и P_{II} по w_1 и w_2 усиливается для параметров надежности w_1, w_2, d_{12} , больших 0,8.

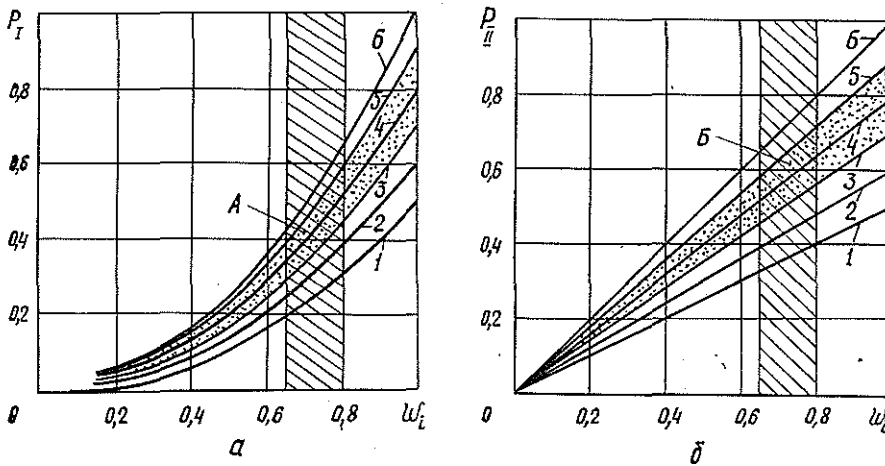


Рис. 1, а, б.

1 — $d = 0,5$; 2 — $0,6$; 3 — $0,7$; 4 — $0,8$; 5 — $0,9$; 6 — $1,0$.

Важные характеристики предприятия: вероятность функционирования вывозки древесины без одновременной заготовки — P_{III} и вероятность работы нижнего склада без вывозки древесины — P_{IV} . Полученные зависимости по этим показателям даны соответственно на рис. 2, 3. Области Г и Д выделены для существующих предприятий. На вероятность вывозки древесины без заготовки — P_{III} практически не оказывает влияния надежность такой связи в предприятии, как вывозка, а все определяет надежность фазы лесосечных работ.

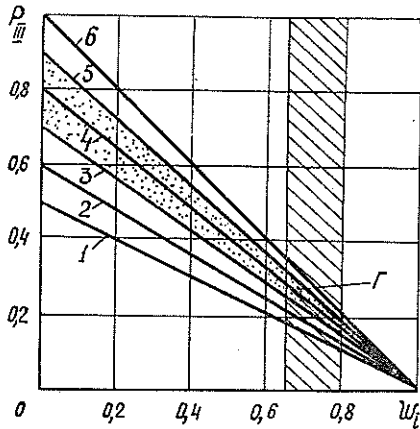


Рис. 2.

Обозначения те же, что на рис. 1, а, б.

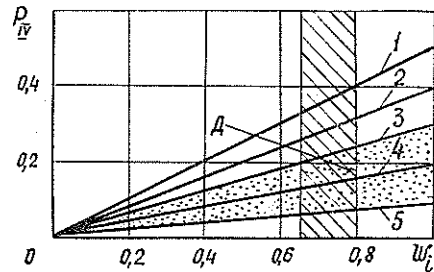


Рис. 3.

1 — $d = 0,5$; 2 — $0,6$; 3 — $0,7$; 4 — $0,8$;
5 — $0,9$.

Анализ зависимостей на рис. 3 позволил установить незначительный рост вероятности работы склада при отсутствии вывозки — P_{IV} с ростом надежности w_1 , w_2 , d_{12} . Для показателей w_1 , w_2 и d_{12} , равных 0,7—0,8, при времени, составляющем около 15 % от общего времени работы, склад должен функционировать при неработающей вывозке.

Рассмотренный метод определения характеристик БЛС позволяет оценить работоспособность различных лесозаготовительных систем и установить границы нахождения их вероятностных параметров.

Поступила 7 сентября 1981 г.

УДК 676.23 : 668.31

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОКЛЕЙКИ ПИСЧЕЙ БУМАГИ

В. Л. КОЛЕСНИКОВ, Т. А. ЖОНИНА, И. Н. ПЯТИБРАТОВА

Белорусский технологический институт

На одной из бумажных фабрик для проклейки писчей бумаги используют укрепленный клей-пасту из живицы. Клей, поступающий на предприятие, различается содержанием свободных смоляных кислот (ССК) и малеопимаровой кислоты (МПК), что, несомненно, влияет на его эффективность. Кроме того, согласно технологическому регламенту, бумагу отливают из белой целлюлозы, полученной как из хвойной, так и из лиственной древесины. Сочетание коротковолокнистой лиственной и длиноволокнистой хвойной целлюлоз позволяет улучшить структуру и просвет бумаги, повысить непрозрачность и снизить расход энергии на размол [3].

С целью разработки системы оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги нами исследованы композиции с различным соотношением лиственной и хвойной целлюлозы. Чтобы математически описать процесс проклейки, изучено влияние качества укрепленного клея, его расхода и композиции волокнистой массы на показатели бумаги.

Исследования проводили с применением теории планирования. В основу эксперимента положен регулярный комбинаторный план второго порядка 3^{4-1} [2]. В качестве независимых переменных факторов выбраны доля лиственной целлюлозы в композиции бумажной массы, содержание малеопимаровой кислоты и свободных смоляных кислот в укреплённом клее и его расход. Уровни варьирования факторов приведены в таблице.

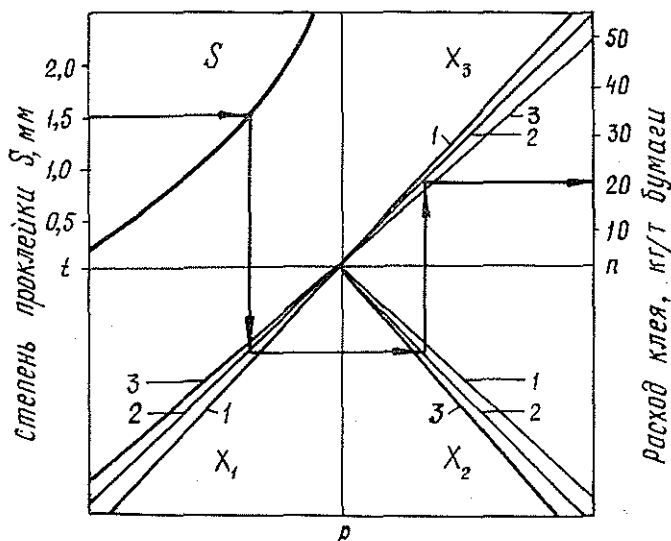
Фактор	Обозначение фактора	Уровень варьирования		
		-	0	+
Доля лиственной целлюлозы в композиции бумаги, %	X_1	40	60	80
Содержание МПК в укреплённом клее, %	X_2	10	15	20
Содержание ССК в укреплённом клее, %	X_3	5	10	15
Расход клея, кг/т	X_4	9	17	25

Для получения математической модели с отдельной функциональной зависимостью использована специально разработанная программа на ЭВМ «Мир-2». Коэффициенты модели рассчитывали по методу наименьших квадратов. Полученную модель проверяли на адекватность с помощью статистических характеристик и критерия Фишера.

В результате обработки экспериментальных данных получена математическая зависимость степени проклейки бумаги S , мм, от выбранных факторов:

$$S = e^{1,498640} X_1^{0,348554} X_2^{0,166425} X_3^{0,006232} X_4^{1,130000}. \quad (1)$$

По уравнению (1) построена номограмма (см. рис.), пользуясь которой можно быстро определить оптимальный расход укреплённого клея при любых значениях остальных переменных [1]. Номограмма



Номограмма для оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги.

X_1 — доля лиственной целлюлозы композиции бумаги: 1 — 40; 2 — 60; 3 — 80 %; X_2 — содержание МПК в укреплённом клее; 1 — 10; 2 — 15; 3 — 20 %; X_3 — содержание ССК в укреплённом клее; 1 — 5; 2 — 10; 3 — 15 %.

представляет собой четыре сопряженных квадранта. Левый верхний квадрант отражает изменение степени проклейки; левый нижний — изменение доли лиственной целлюлозы в композиции бумажной массы; правый нижний — изменение содержания МПК в укреплённом клее; правый верхний — изменение содержания ССК в укреплённом клее. Из анализа номограммы видно, что при увеличении в клее содержания ССК и уменьшении содержания МПК расход клея на 1 т бумаги снижается. Расход клея уменьшается также при снижении в композиции доли лиственной целлюлозы.

Последовательность определения по номограмме необходимого расхода клея для обеспечения заданной степени проклейки бумаги состоит в следующем. Из точки, расположенной на оси ординат и соответствующей заданной степени проклейки, проводим линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с кривой, отражающей изменение степени проклейки. Далее из точки пересечения проводим линию, параллельную оси ординат, до пересечения с прямой, соответствующей доле лиственной целлюлозы в композиции бумаги. От полученной точки пересечения откладываем прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения с линией, соответствующей содержанию МПК в укреплённом клее, поступившем на предприятие. Затем из точки пересечения проводим прямую, параллельную оси ординат, до линии, соответствующей содержанию ССК. От точки пересечения откладываем прямую, параллельную оси абсцисс, до оси ординат. Точка пересечения показывает расход клея, необходимый для обеспечения заданной степени проклейки. Так, чтобы получить бумагу со степенью проклейки $1,5 \cdot 10^{-3}$ м из композиции, состоящей из 50 % лиственной и 50 % хвойной целлюлозы (в случае проклейки укреплённым клеем, содержащим 15 % МПК и 10 % ССК) необходим расход клея — 20 кг/т.

Таким образом, номограмма для управления процессом проклейки писчей бумаги позволит оперативно изменять расход клея при изменившихся условиях проклейки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блох Л. С. Практическая номография. — М.: Высш. школа, 1971, с. 56—65.
 [2]. Бродский З. В. Введение в факторное планирование эксперимента. — М.: Наука, 1976, с. 223. [3]. Иванов С. Н. Технология бумаги. — М.: Лесн. пром-сть, 1970, с. 17.

Поступила 21 августа 1981 г.

УДК 674.09-791.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ СОРТИРОВКЕ

В. В. ОГУРЦОВ

Сибирский технологический институт

Под необходимой точностью понимаем минимально допустимую точность измерения прочности, обеспечивающую заданную достоверность сортировки.

С целью исследования математических моделей достоверности [4] их выражения рассчитывали на ЭВМ М-4030 при оптимальных и близких к ним сортовых градациях L_j [3] и при различных погрешностях измерения прочности $\sigma_{изм}^x$. Результаты представлены на рис. 1, 2, 3. Полученные графики позволяют прогнозировать общую D и по-

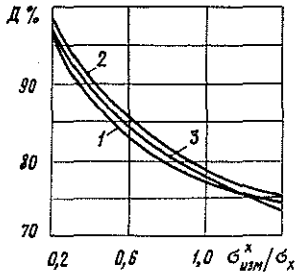


Рис. 1. Зависимости D от $\sigma_{изм}^X/\sigma_X$.

1 — при $L_1 = M_X + 0,5\sigma_X$, $L_2 = M_X - 0,5\sigma_X$, $L_3 = M_X - 1,5\sigma_X$; 2 — при $L_1 = M_X + \sigma_X$, $L_2 = M_X - 0,5\sigma_X$, $L_3 = M_X - 2\sigma_X$; 3 — при $L_1 = M_X + 0,5\sigma_X$, $L_2 = M_X - 0,5\sigma_X$, $L_3 = M_X - 2\sigma_X$.

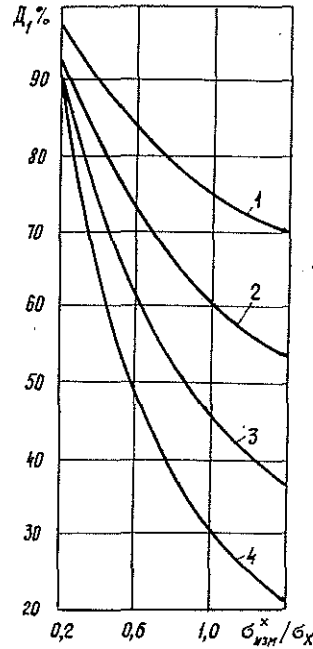


Рис. 2. Зависимости достоверности первого сорта D_1 от $\sigma_{изм}^X/\sigma_X$.

1 — $L_1 = M_X$; 2 — $L_1 = M_X + 0,5\sigma_X$; 3 — $L_1 = M_X + \sigma_X$; 4 — $L_1 = M_X + 1,5\sigma_X$.

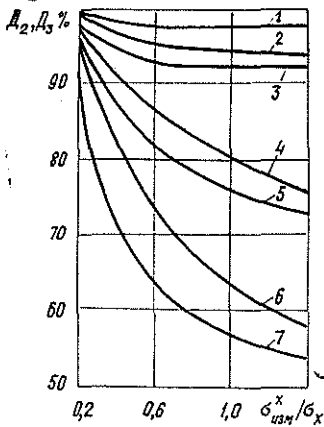


Рис. 3. Зависимости достоверностей D_2 (кривые 4, 5, 6, 7) и D_3 (кривые 1, 2, 3) от $\sigma_{изм}^X/\sigma_X$ при соответствующих значениях L_1, L_2 (для кривых 4, 5, 6, 7) и L_2, L_3 (для кривых 1, 2, 3).

1 — $M_X - 0,5\sigma_X$, $M_X - 2\sigma_X$; 2 — $M_X - 1,5\sigma_X$; 3 — $M_X - 0,5\sigma_X$; 4 — $M_X + \sigma_X$, $M_X - 0,5\sigma_X$; 5 — $M_X + 0,5\sigma_X$, $M_X - 0,5\sigma_X$; 6 — $M_X + \sigma_X$, M_X ; 7 — $M_X + 0,5\sigma_X$, M_X .

сортную D_j достоверности сортировки по известной средней квадратичной ошибке измерения прочности $\sigma_{изм}^X$. Значение $\sigma_{изм}^X$ можно определить в каждой конкретной производственной ситуации по формулам (13) — (15), представленным в работе [2]. Так, например, при $\sigma_{изм}^X = 0,6 \sigma_X$, $L_1 = M_X + 0,5 \sigma_X$, $L_2 = M_X - 0,5 \sigma_X$ и $L_3 = M_X - 1,5 \sigma_X$, имеем $D = 83 \%$ (рис. 1, кривая 1); $D_1 = 73 \%$ (рис. 2, кривая 2); $D_2 = 82 \%$ (рис. 3, кривая 5); $D_3 = 93 \%$ (рис. 3, кривая 3). Если нормативная достоверность $D_n = 95 \%$, то при данной ошибке измерения прочности сортировку производить нельзя. Следует либо искать пути повышения достоверности, либо вводить приемочные допуски [1].

Используя графики рис. 1, 2 и 3, можно определить требуемую точность измерения прочности. Например, для вышеуказанных сортовых градаций и нормативных достоверностей $D_n = D_{н1} = D_{н3} = D = 95 \%$; $\sigma_{изм}^X/\sigma_X$ соответственно равны 0,23; 0,21; 0,23 и 0,34. Следовательно, ошибка измерения прочности должна удовлетворять условию $\sigma_{изм}^X \leq 0,21 \sigma_X$. Из графиков, представленных на рис. 2 и 3, следует,

что достоверность сортировки зависит не только от точности измерения прочности, но и от расположения сортовых градаций. Их сближение, как и увеличение (смещение вправо) нижней границы, вызывает весьма значительное снижение достоверности сортировки. Так, например, перемещение нижней градации второго сорта с $L_2 = M_x - 0,5\sigma_x$ (рис. 3, кривая 4) до $L_2 = M_x$ (рис. 3, кривая 6) при $L_1 = M_x + \sigma_x$ и $\sigma_{\text{изм}}^x = 1,4\sigma_x$ понижает достоверность сортировки на 18 %, а смещение градации первого сорта с $L_1 = M_x$ (рис. 2, кривая 1) до $L_1 = M_x + \sigma_x$ (рис. 2, кривая 3) при $\sigma_{\text{изм}}^x = 1,4\sigma_x$ понижает достоверность сортировки на 34 %. Объясняется это тем, что с перемещением нижней границы второго сорта вправо в зону большей плотности вероятностей распределения прочности (с $M_x - 0,5\sigma_x$ до M_x) возрастает вероятность «попадания» пиломатериалов на приграничный участок и, следовательно, возрастает вероятность сортопереходов. Перемещение нижней границы первого сорта за пределы высокой плотности вероятностей (с M_x до $M_x + \sigma_x$), как и сближение сортовых градаций, вызывает уменьшение плотности пиломатериалов данного сорта. А это приводит к снижению посортной достоверности сортировки, так как вероятность сортопереходов либо снижается медленнее по сравнению с плотностью пиломатериалов, либо остается постоянной. Последнее имеет место, когда верхняя граница приближается к неподвижной нижней, а ошибка измерения прочности составляет меньше трети расстояния между сортовыми градациями. Замеченная закономерность позволяет сделать вывод, что увеличение количества сортов, сопровождающееся сближением сортовых градаций, крайне нежелательно с позиций обеспечения нормативной достоверности сортировки.

Отметим, что хотя математическая модель общей достоверности имеет те же входные параметры, что и коэффициент полезного использования (КПИ) конструкционных пиломатериалов (КПИ введен и математически описан в работе [2]), использовать ее в качестве критерия оптимизации процесса сортировки взамен КПИ нельзя. Расчеты показали, что общая достоверность сортировки максимальна и равна 100 % тогда, когда сортовые градации одного из сортов раздвинуты от $-\infty$ до $+\infty$. А это эквивалентно отсутствию сортировки.

Таким образом, представленные в данной работе графики позволяют априори устанавливать достоверность сортировки при известной погрешности измерения прочности или, наоборот, определять требуемую точность измерения прочности при заданной (нормативной) достоверности сортировки. Для обеспечения нормативной достоверности сортировки требование к точности измерения прочности возрастает с увеличением количества сортовых градаций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Огурцов В. В. Принципы определения допусков при автоматической сортировке пиломатериалов по механическим свойствам. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 98—102. [2]. Огурцов В. В. Коэффициент полезного использования конструкционных пиломатериалов как критерий оптимизации процесса их сортировки по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 4, с. 97—102. [3]. Огурцов В. В. Определение оптимальных величин градаций при сортировке конструкционных пиломатериалов по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 5, с. 91—96. [4]. Огурцов В. В. Достоверность автоматической сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 109—111.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*79 + 630*6(571.12)

ТИПЫ КОМПЛЕКСНЫХ ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
И ОБОСНОВАНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ ИХ СОЗДАНИЯ
В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Н. МОНОКИН, Л. И. КУЗНЕЦОВА

Тюменский НИИПлесдрев

Под типом комплексного лесного предприятия (КЛП) мы понимаем предприятие лесопромышленного или лесохозяйственного профиля с преимуществом лесопромышленной или лесохозяйственной деятельности и соответствующей спецификой состава производств, а также их подчиненностью: в лесопромышленной зоне — Минлесбумпрому СССР, в лесохозяйственной — Министерству лесного хозяйства. При технико-экономическом обосновании и проектировании того или иного типа комплексного лесного предприятия должны соблюдаться основные принципы их организации:

- непрерывное и неистощительное пользование лесом;
- расширенное воспроизводство лесных ресурсов и сбалансированное с ним развитие промышленного производства;
- рациональное использование древесного сырья и других продуктов леса, при обеспечении максимальной народнохозяйственной эффективности в зависимости от региональных условий;
- оптимальная взаимосвязь лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности в технологическом, экономическом и организационном отношениях;
- равноэффективное и равностимулируемое развитие лесохозяйственной и лесопромышленной деятельности.

Ранее выполненное районирование* позволило более правильно и обоснованно определить структуру КЛП, а также его основные параметры:

- площадь закрепляемого за предприятием лесного фонда (общую и лесопокрытую);
- запас лесонасаждений (общий и эксплуатационный);
- расчетные годовые объемы лесопользования (по главному и промежуточному пользованию);
- объем товарной продукции (по основным видам);
- объемы лесохозяйственных мероприятий;
- объемы капиталовложений на организацию КЛП;
- расчетные показатели годовой прибыли, окупаемости капиталовложений и рентабельности;
- годовой экономический эффект от организации КЛП.

Для обоснования очередности перевода предприятий на постоянное лесопользование проведена их группировка по следующим фак-

*Монокин В. Н., Кузнецова Л. И., Столярова Г. В. Природно-экономические условия и районирование территории при организации комплексных лесных предприятий постоянного действия в Тюменской области. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 5, с. 119—124.

торам: возрастная структура лесонасаждений, обеспеченность предприятий эксплуатационным фондом, срок действия предприятий и перспективы их дальнейшего существования, наличие перерабатывающих производств в леспромпхозах, наличие самозаготовителей, экономические условия для развития будущего комплексного лесного предприятия (концентрация производства, обеспеченность кадрами, рентабельность производства и т. д.); концентрация населения в городах и поселках, где размещаются базовые предприятия, и жилищно-бытовые условия.

При обосновании очередности мы исходили также из тех соображений, что на ближайшую перспективу создание комплексов должно предусматриваться в первую очередь там, где это потребует меньшей организационной перестройки.

В Тюменской области в лесопокрытой площади преобладают спелые и перестойные насаждения. Для того чтобы обеспечить постоянство лесопользования, выбирали предприятия, в лесном фонде которых значительна доля молодняков, средневозрастных и припевающих насаждений. По наличию лесосырьевых запасов и срокам эксплуатации сырьевых баз леспромпхозы Тюменьлеспрома были разбиты на три группы — со сроком действия до 20 лет, от 20 до 40, 40 лет и более.

К реорганизации в постоянно действующие рекомендовали те предприятия, срок эксплуатации лесосырьевых баз которых минимален.

Практика работы КЛП Украинских Карпат показала, что оптимальный размер предприятия не должен превышать 500 тыс. га, что наиболее рентабельны предприятия, у которых переработка древесины занимает не менее 50 % объема товарной продукции. Эти факторы при выборе базовых леспромпхозов и лесхозов также были учтены.

На первом этапе (до 1990 г.) в Тюменской области рекомендуется создать следующие шесть комплексных предприятий постоянного действия (на базе семи леспромпхозов и восьми лесхозов): Пионерский, Комсомольский, Советский, Ун-Юганский, Куминский, Таповский.

Три КЛП (Пионерский, Комсомольский, Советский) расположены на железной дороге Ивдель—Обь, в зоне северной тайги. У них одинаковы природные и лесорастительные условия (климат, характеристика лесного фонда), а также условия сбыта древесины. В составе насаждений этих предприятий от 90 до 100 % занимают хвойные породы, в основном сосна.

Предприятия специализируются на выпуске пиломатериалов, переработке отходов и низкокачественной древесины.

Несколько иные условия имеет Ун-Юганский КЛП, расположенный также на железной дороге Ивдель—Обь, но ближе к р. Оби. В общем составе насаждений этого предприятия имеются елово-пихтовые породы, более 20 % занимают береза и осина.

В зоне средней тайги, в районе железной дороги Тавда—Сотник размещается Куминский КЛП. В лесонасаждениях этой зоны преобладают елово-пихтовые и лиственные породы, почвы более тяжелые (глины, суглинки). Исходя из характеристики лесного фонда Куминский КЛП специализируется на выпуске лесопильно-тарной продукции и паркета.

В зоне южной тайги находится Таповский КЛП. Здесь лесные массивы уже истощены, заготовка древесины производится в основном в лиственных насаждениях. Часть территории Таповского КЛП (Юргинский район) размещена в малолесной (лесохозяйственной) зоне. Поскольку в лиственных насаждениях в ликвидной древесине до 30 %

составляют дрова, то в Таповском КЛП намечены производства по выпуску тары, технологической щепы и прочей продукции переработки древесины.

Все лесозаготовительные предприятия (Пионерский, Комсомольский, Ун-Юганский, Куминский, Зеленоборский, Таповский леспромхозы, Советский лесопромышленный комбинат), намеченные к реорганизации в постоянно действующие до 1990 г., имеют хорошую материально-техническую базу, оснащены современной техникой. Основные фонды, приходящиеся в среднем на одно предприятие, превышают 15 млн. р., в том числе промышленно-производственные фонды составляют около 9 млн. р.

Базовые предприятия имеют наибольшую протяженность дорог с твердым покрытием. Если в целом по объединению Тюменьлеспром протяженность дорог с искусственным покрытием на 1 га покрытой лесом площади составляет 0,077 км, то в среднем по базовому предприятию — 0,143 км.

Выпуск товарной продукции на 1 м³ вывезенной древесины по объединению равен 20,4 р., по исследуемым предприятиям в среднем — 23,3 р. (в Пионерском и Комсомольском леспромхозах около 30 р.).

Все предприятия относятся к району с интенсивным развитием производства. Размещены они в современных поселках городского типа. Так, население п. Комсомольского составляет около 12 тыс. чел., п. Советский — районный центр с населением около 10 тыс. чел. Поселки полностью электрифицированы, частично газифицированы.

Таким образом, с социальной точки зрения имеются все условия для организации предприятий постоянного действия. Объединение предприятий на базе организационно-технического единства лесохозяйственной и лесопромышленной деятельности и перевод предприятий на непрерывное лесопользование позволит значительно расширить сырьевые ресурсы (за счет рационального использования расчетной лесосеки и лучшего использования заготовленного древесного сырья) и даст большой экономический эффект народному хозяйству (по предварительным расчетам, в размере 7,7 млн. р.).

Поступила 30 мая 1981 г.

УДК 658.274.004.68

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБНОВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ

Н. С. БАРОНЕНКО

Московский лесотехнический институт

Исследования фактических данных ряда лесопромышленных предприятий, осваивающих проектные мощности, показали непрерывность этого процесса. Установлены повторяющиеся стадии создания, развития и стационарного функционирования предприятия.

Процесс создания предприятия начинается с проектирования и изготовления оборудования. Затем на его базе проектируется технология производства и принимаются архитектурно-планировочные решения. После рассмотрения и утверждения проектов выполняются строительные-монтажные работы, предприятие вводится в действие и осваиваются его мощности. Длительность инвестиционного периода часто создает предпосылки к моральному старению оборудования еще до периода его освоения.

Стремительный прогресс науки и техники в отрасли проявляется в обновлении ассортимента лесопродукции, особенно мебели, стандартных домов, древесных плит, столярно-строительных изделий; изменении ее качественных характеристик; ускоренной смене технологии производства и внедрении новых высокоэффективных технологических процессов и режимов обработки; создании новых высокоэффективных видов оборудования. Исследования показали, что период функционирования новой техники в современных условиях значительно сокращается, ибо качественно новая и более прогрессивная техника и технология практически во всех видах лесоперерабатывающих производств появляются быстрее, чем это было 15 лет назад. В литературе приводятся много данных, характеризующих темпы и масштабы подобных изменений. Так, среднегодовой темп обновления продукции в промышленности СССР составляет 7—9 %.

Высокие темпы создания и освоения новых видов машин и оборудования сопровождаются увеличением доли устаревшей продукции, снимаемой или подлежащей снятию с производства. Для многих подотделов лесопромышленного производства характерна тенденция сближения темпов освоения новой и снятия с производства устаревшей техники.

Так, например, только за послевоенный период освоено новое деревообрабатывающее оборудование отечественного производства нескольких поколений, с соответствующим развитием и совершенствованием каждого последующего.

Примем поколения по укрупненным категориям классификации машин. Первое поколение — однооперационные машины — предусматривало выполнение одной операции с последующим переходом от одного рабочего места к другому. Второе поколение — многооперационные машины. Они выполняют несколько операций на одном рабочем месте, komponуются в линии, их установка целесообразна на крупном производстве. Однако вид изделий, таких как древесные плиты, стандартные дома, мебель и др., меняется быстрее, чем может быть изготовлено оборудование. Это требует частого обновления типажа техники. Третье поколение — машины с программным управлением, работающие по жесткой программе без реакции на ход технологического процесса и возможность обновления формы изделий из древесины. Четвертое поколение — адаптированные многооперационные автоматы с программным управлением, механизированной передачей обрабатываемого изделия и автоматизацией загрузочно-разгрузочных работ. Машинами пятого поколения управляют ЭВМ по заданной программе, обработка автоматизирована.

Анализ возрастного состава типажа деревообрабатывающего оборудования [2, 3] за 10 лет позволил установить его обновляемость по основным видам производств (см. табл.).

Смена поколений оборудования сопровождается повышением уровня механизации и автоматизации производственного процесса. Так, типаж оборудования 1981—1985 гг. в сравнении с типажом машин периода 1976—1980 гг. предусматривает увеличение изготовления линий на 111,4 %, в том числе создание 6 автоматических линий с программным управлением, автоматизированных систем управления технологическими процессами. Степень механизации и автоматизации механизированного оборудования возрастает на 100 %; частично механизированного — на 63,5 %. Создаются автоматы, повышающие степень автоматизации на 136,7 %; полуавтоматы — на 79,7 %; оборудование для механизации вспомогательных работ — на 83,3 %.

Вид производства	Возрастной состав оборудования, % к общему количеству			
	1976—1980 гг.		1981—1985 гг.	
	5—10 лет	свыше 10 лет	5—10 лет	свыше 10 лет
Всего моделей оборудования	15,8	13,7	20,8	9,2
в том числе для производств:				
лесопильного	22,6	12,9	15,5	16,3
деревообрабатывающего	17,7	25,0	28,8	15,1
мебельного	6,4	2,1	37,0	0,0
столярно-строительных изделий	2,5	0,0	19,0	0,0
древесностружечных плит	31,3	0,0	3,3	1,7
фанеры	6,5	24,0	15,6	11,1
спичек	31,5	0,0	42,9	14,2
тары ящичной	8,4	8,3	8,0	0,0
» бондарной	1,2	23,0	0,4	26,1
лыж	44,0	26,0	20,0	0,0

Однако при сложившемся цикле освоения проектных мощностей и необходимости основного технологического оборудования через 7—8 лет привычная последовательность и организация работ по проектированию заводов и созданию нового оборудования уже неприемлема. Она не только удлиняет цикл освоения, но и создает предпосылки к моральному старению оборудования и проектов еще до их стационарного функционирования.

Исследования показали, что увеличение сроков строительства означает пропорциональное старение вступающих в действие средств труда, что часто приводит к необходимости модернизации или обновления физически новых, но уже морально устаревших машин и производственных мощностей. Кроме того, происходит моральное старение проектов в процессе длительного освоения проектных мощностей, которое проявляется в старении техники и технологии производства и в моральном старении запроектированного к изготовлению вида продукции.

Моральный износ оборудования, с которым вступают в конкуренцию лучшие машины новых поколений (моральный износ второй формы), зависит от инвестиционного периода, в отличие от морального износа, когда машиностроители воспроизводят более дешевое оборудование аналогичных конструкций. Поэтому обновление целых поколений оборудования на примере типажа лесопромышленных производств предусматривает разработку технической документации, изготовление опытных образцов и установление промышленных серий.

Учет морального износа техники и проектов сопряжен с рядом трудностей, в том числе с отсутствием устоявшейся методологии расчетов, длительных прогнозов развития технологических процессов производства и средств труда, перспектив их модернизации в течение срока проектирования строительства, освоения и стационарного функционирования, технико-экономических требований, предъявляемых к технике и технологии будущего, отраслевых прогнозов технического развития, перспективных балансов оборудования; с недостаточностью статистической информации об экономических потерях и росте издержек производства по видам лесопромышленных производств и группам оборудования с изменением его возраста.

Вместе с тем можно отметить основные пути подобных расчетов. Ошибка проектировщиков оборудования и технологических процессов заключается в подходе к ним как к статическим системам, когда

принимаемое решение оценивается только в период, соответствующий стадии проектирования, и на базе фактически изготавливаемого оборудования целесообразно применять расчеты, учитывающие период, характер и специфические особенности функционирования проекта и оборудования вплоть до их ликвидации. Применительно к таким ситуациям можно рекомендовать при вариантных расчетах использовать теорию критериев интегрального типа, отражающую совокупные приведенные затраты на весь период освоения и функционирования производственных мощностей. Момент замены устаревшего оборудования действующих предприятий можно определить не путем экспертных оценок, а на основе оптимизационных расчетов по формуле затрат за весь период службы [1]:

$$S = \left[\frac{\beta_1}{\Pi_1(t)} + \sum_{t=1}^{T_1} \frac{\Delta_1(t)}{\Pi_1(t)(1+E)^t} - \frac{\lambda_1}{\Pi_1(t)(1+E)^t} \right] + \\ + \left[\sum_{t=T_1+T_2}^{T_1+T_2} \frac{\beta_2}{\Pi_2(t)(1+E)^{T_1}} + \sum_{t=T_1+T_2}^{T_1+T_2} \frac{\Delta_2(t)}{\Pi_2(t)(1+E)^t} - \frac{\lambda_2}{\Pi_2(t)(1+E)^{T_1+T_2}} \right] + \\ + \dots = \min,$$

где S — совокупные затраты на эксплуатацию и замену основных фондов;
 β_1 и β_2 — стоимость новых и действующих основных фондов;
 T_1 и T_2 — сроки службы новых и действующих основных фондов;
 $\Pi_1(t)$ и $\Pi_2(t)$ — производительность новых и действующих основных фондов на t -м году их эксплуатации;
 $\lambda_1(t)$ и $\lambda_2(t)$ — ликвидационные сальдо выбывающих фондов, приведенные к моменту времени (t);
 $\Delta_1(t)$ и $\Delta_2(t)$ — эксплуатационные затраты в t -м году их эксплуатации.

При выборе оптимальных вариантов следует учитывать сравнительную эффективность функционирования действующей и заменяющей ее новой техники, с тем чтобы обеспечить минимум совокупных единовременных и текущих затрат (S) на ее эксплуатацию и периодическую замену. При наличии информации о перспективных показателях новой техники можно проводить подобные расчеты по предложенной формуле не только по двум, но и большему числу поколений нового оборудования лесопромышленных производств.

Использование приведенной формулы позволяет обеспечить минимум суммарных затрат при эксплуатации активной части основных фондов и более точно предопределять момент замены устаревшей техники на протяжении всего периода воспроизводства лесопромышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О методах определения сроков службы основных фондов при разработке новых форм амортизационных отчислений на реновацию. — М.: ЦНИЛОЭС, 1970.
 [2]. Типаж деревообрабатывающего оборудования на 1976—1980 годы. — М.: НИИМАШ, 1976. [3]. Типаж деревообрабатывающего оборудования на 1981—1985 гг. — М.: НИИМАШ, 1979.

УДК 630*6

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТИ КАЛЬКУЛИРОВАНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ СБОРА ГРИБОВ И ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ю. Ю. ТУПЫЦЯ, Е. И. СЕНЬКО

Львовский лесотехнический институт

В лесных предприятиях нашей страны до настоящего времени отсутствует опыт калькулирования себестоимости недревесных пищевых продуктов леса. В частности, лесхозаги и лесокомбинаты УССР не имеют официальных документов по планированию, учету и калькулированию себестоимости сбора и первичной переработки грибов и дикорастущих ягод. При определении себестоимости этих продуктов леса необходимо учитывать следующие, характерные особенности.

1. Сбор грибов и дикорастущих ягод не ограничивается рамками какого-либо угодья, а производится одновременно на многих выделах по территории всего предприятия.

2. Пользование грибами и дикорастущими ягодами в лесах СССР повсеместно осуществляется бесплатно. Лесные предприятия не вносят платы в бюджет. Сложилось мнение, что этот процесс является как бы «пожинанием даров природы», в создании которых человек не принимал участия. Однако такое мнение не всегда правомерно по отношению к грибам и дикорастущим ягодам, произрастающим в лесах, выращенных человеком, или в районах с интенсивным ведением лесного хозяйства: здесь в грибах и дикорастущих ягодах косвенно опосредован человеческий труд.

3. В отличие от сельскохозяйственных культур, грибы и дикорастущие ягоды имеют способность к самовоспроизводству.

В поисках аналога для обоснования состава статей затрат в комплексных лесных предприятиях исследованы отчетные калькуляции себестоимости товарной продукции лесозаготовок, лесопиления, добычи живицы и прочих производств, а по данным областного управления сельского хозяйства — калькуляции себестоимости овощей и плодово-ягодных культур.

Сравнение показало, что наиболее близким аналогом к грибам и дикорастущим ягодам как по способу калькулирования себестоимости, так и с точки зрения технологии производства является живица. Поэтому при калькулировании себестоимости сбора грибов и дикорастущих ягод взяты за основу и использованы в качестве примера отчетные материалы и официальные документы по живице. При этом учтены все различия в данных производствах.

Планирование, калькулирование и учет себестоимости сбора грибов и дикорастущих ягод предполагают применение единых методов, базирующихся на следующих основных положениях: 1) заготовленные грибы и дикорастущие ягоды необходимо рассматривать как один из видов продукции хозяйственной деятельности лесных предприятий; 2) калькуляция себестоимости заготовленных грибов и дикорастущих ягод должна отражать особенности формирования состава затрат; 3) в себестоимости грибов и дикорастущих ягод должны быть учтены все расходы, связанные с их сбором, а также издержки на воспроизводство и природоохранные мероприятия.

По мере научно-технического прогресса возрастают масштабы природопользования и ассигнования на охрану и воспроизводство природных ресурсов в целях поддержания их оптимального равновесия в биосфере. На природоохранные цели общество расходует огромные средства. Отдельные же предприятия, непосредственные потребители природных ресурсов, не принимают прямого участия в покрытии этих затрат, не несут материальной ответственности за их истощение или чрезмерную эксплуатацию. Мы считаем, что «...если общество в целом несет известные издержки на воспроизводство природных ресурсов, то и каждое хозяйственное звено народного хозяйства в какой-то мере должно их ощущать непосредственно на себе» [3].

Это положение в равной степени относится и к предприятиям, использующим ресурсы грибов и дикорастущих ягод. Для его реализации необходим экономический показатель, который, с одной стороны, стимулировал бы рациональное использование грибов и дикорастущих ягод, а с другой, создавал предпосылки для конкретных мероприятий по их охране и воспроизводству. Нам представляется, что функцию такого показателя должна выполнить статья «отчисления на охрану природы», или «экологические издержки»*.

На основе анализа особенностей организации сбора грибов и дикорастущих ягод мы предлагаем классификацию затрат по следующим калькуляционным статьям: основная зарплата производственных рабочих; дополнительная зарплата производственных рабочих; отчисления на соцстрах; экологические издержки; расходы на подготовку производства; услуги транспорта на перевозке продукции и рабочих; социально-бытовые расходы; прочие производственные расходы; административно-управленческие расходы; внепроизводственные расходы.

Настоящая классификация отличается от применяемой в лесных предприятиях для калькуляции себестоимости живицы. Вместо статьи «расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» предлагается статья «услуги транспорта на перевозке продукции и рабочих», а вместо статьи «попенная плата» впервые введен близкий по содержанию аналог «экономические издержки». Одновременно изъята из общехозяйственных расходов и выделена самостоятельная статья «социально-бытовые расходы».

В связи с тем, что в практике калькулирования себестоимости продукции статья «экологические издержки» вводится впервые, возникает необходимость в раскрытии ее сущности.

Статья «экологические издержки» призвана выполнять двойную функцию: 1) оказывать превентивное воздействие на антропогенную деятельность; 2) служить источником создания целевого фонда затрат на охрану и воспроизводство грибов и дикорастущих ягод. Такой фонд может быть сосредоточен в областных управлениях лесного хозяйства или лесозаготовительных объединениях и в централизованном порядке по мере надобности распределяться между предприятиями.

Статья «экологические издержки» определяется на основе установленных нормативов, уровень которых зависит от степени интенсивности освоения дикорастущих. Чем интенсивнее используются грибы и дикорастущие ягоды, тем большими будут экологические издержки, и, наоборот, когда ресурсы используются незначительно и предприятия-заготовители практически не оказывают вредного воздействия на дикорастущие, экологические издержки уменьшаются.

* Обоснование экологических издержек дано в работах Ю. Ю. Тупыця ([3, 4] и др.).

По уровню освоения ресурсов дикорастущих все угодыя целесообразно разделить на пять степеней интенсивности. Уровень экологических издержек в каждой степени интенсивности был обоснован и определен для основных видов дикорастущих ягод. В связи с тем, что этот вопрос является предметом отдельных исследований, в данной статье он не излагается.

Определение уровня экологических издержек дало возможность составить калькуляцию себестоимости дикорастущих ягод (пример калькуляции себестоимости сбора малины см. в таблице).

Себестоимость сбора ягод малины на угодыях
с различной интенсивностью освоения в среднеурожайный год, р./ц*

Статьи затрат	Изменение затрат при различной степени интенсивности сбора ягод					
	III		IV		V	
	р.	%	р.	%	р.	%
Основная зарплата	34,0	55,5	41,00	47,2	49,0	35,2
Дополнительная зарплата	2,72	4,4	3,28	3,9	3,92	2,8
Отчисления на соцстрах	1,72	2,8	2,08	2,4	2,49	1,8
Экологические издержки	8,10	13,2	26,10	30,0	69,9	50,3
Расходы на подготовку производства	1,70	2,8	1,70	1,9	1,70	1,2
Услуги транспорта	4,00	6,5	3,50	4,0	2,90	2,1
Социально-бытовые расходы	3,40	5,5	3,40	3,9	3,40	2,4
Прочие производственные расходы	0,51	0,8	0,51	0,6	0,51	0,4
Административно-управленческие расходы	5,12	8,3	5,12	5,9	5,12	3,7
Внепроизводственные расходы	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,1
Полная себестоимость	61,12	100	86,84	100	139,1	100

* В настоящей таблице отсутствует калькуляция сбора ягод для I и II степеней интенсивности, поскольку при интенсивности сбора до 50 % (I, II, III степени) норма сбора остается постоянной, следовательно, зарплата не меняется. Возрастание статьи «экологические издержки» от I до III степени по абсолютной величине совпало с соответствующим уменьшением «услуг транспорта». Поскольку остальные статьи исчисляются в процентах от заработной платы, одноименные статьи в трех первых степенях интенсивности были одинаковы.

В статье «основная зарплата производственных рабочих» планируется и учитывается зарплата рабочих, непосредственно занятых сбором грибов и дикорастущих ягод. Основная зарплата производственных рабочих прямо включается в себестоимость данного вида грибов и дикорастущих ягод.

Статья «услуги транспорта на перевозке продукции и рабочих» относится на себестоимость исходя из количества отработанных машино-смен.

Статья «административно-управленческие расходы» включается в себестоимость пропорционально доле основных затрат. Все остальные статьи включаются в себестоимость пропорционально основной зарплате, а их состав определяется на основе действующих в настоящее время официальных нормативных документов [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости промышленной продукции на предприятиях лесного хозяйства. Утвержд. Госкомитетом лесн. хоз-ва СМ СССР 8 декабря 1972 г. — М. — 223 с. [2]. Справочник экономиста промышленного предприятия /Под ред. С. Е. Каменицера. — М.: Экономика, 1976. — 663 с. [3]. Тупыця Ю. Ю. Экологические факторы в издержках производства. — Вопросы экономики, 1977, № 7, с. 116—121. [4]. Тупыця Ю. Ю. Эколого-экономические проблемы комплексного использования и охраны лесных ресурсов (на примере Украинских Карпат): Автореф. дис. ...докт. экон. наук. — Л., 1977. — 28 с.

Поступила 23 июля 1981 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*243.8:631.811.98

ДЕЙСТВИЕ РЕТАРДАНТА ДМХ НА ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ
В СМЕШАННЫХ МОЛОДНЯКАХ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Механизм координации нормального роста растений в значительной мере определяется взаимодействием естественных эндогенных регуляторов — фитогормонов и ингибиторов [3, 4]. В последние годы синтезировано большое количество искусственных регуляторов [2], имеющих определенные преимущества перед природными. Один из них — диметилморфолинхлорид (ДМХ), применяемый для замедления роста хлопчатника и способствующий увеличению урожая хлопка-сырца [1]. На древесных растениях в природных условиях указанное соединение не испытано. Для выявления возможностей его использования в целях регуляции роста молодых деревьев весной 1980 г. был поставлен опыт в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА.

Объект опыта — смешанный молодняк состава 6Б4С+Ос, ед. Е, 6—7-летнего возраста, высота 1,5—2,5 м, полнота 0,5—0,7, класс бонитета III—IV. Древостой сформировался на бывшей пашне (залежи). Почва склонна к заболачиванию.

Кроны деревьев опрыскивали водными растворами препарата с помощью ручного пневматического опрыскивателя на пробных площадках размером 10×10 м, расположенных в шахматном порядке. Между ними оставлены контрольные пробные площадки таких же размеров. Для опытов применяли кристаллический порошок ДМХ, содержащий 97,6 % основного вещества (д. в.). Дозировка препарата — от

Изменение прироста деревьев в высоту под влиянием ДМХ

Номер опытной пробной площадки	Дозировка препарата по действующему веществу и расход раствора на 0,01 га	Порода	Число обменных деревьев, шт.	Средняя высота, см	Прирост в высоту, см		Разница между приростами в опыте и контроле 1980 г.—1979 г.	
					1979 г.	1980 г.	см	%
5	12,5 г/5 л	Б	30	223,5±4,2	25,6±1,97	27,7±1,77	-1,7	4,8
		Ос	19	203,7±8,8	19,9±2,98	52,8±6,99	-9,3	14,6
6	25,0 г/5 л	Б	30	241,7±4,5	28,5±1,96	34,1±2,23	+1,8	5,1
		Ос	30	218,9±5,9	26,0±1,53	68,2±5,23	0	0
Контроль		Б	30	247,3±3,9	31,3±2,10	35,1±2,25	—	—
		Ос	20	221,4±5,4	21,4±2,74	63,6±4,99	—	—
7	50 г/5л	Б	30	240,4±5,8	33,4±1,88	33,6±2,05	-9,1	21,7
		Ос	30	209,5±4,9	23,5±1,63	69,6±4,96	+0,4	0,6
		С	16	132,2±9,1	19,0±1,82	31,0±2,15	-2,8	7,9
		Е	2	65,5±3,9	15,2±2,09	14,4±0,25	-4,0	27,6
Контроль		Б	60	255,7±2,7	32,6±1,40	41,9±1,35	—	—
		Ос	40	238,4±5,1	21,4±1,49	67,1±3,04	—	—
		С	36	133,7±6,5	20,8±1,24	35,6±1,43	—	—
		Е	20	74,6±6,0	11,3±1,25	14,5±1,54	—	—
8	100 г/5 л	Б	30	239,7±3,6	28,4±1,85	29,9±1,87	-9,0	24,4
		Ос	23	203,1±5,7	22,0±2,51	63,9±6,14	+10,8	20,8
		С	15	128,9±11,2	18,3±2,00	30,9±3,63	-1,3	3,9
		Е	4	78,7±7,5	13,2±2,23	17,6±0,99	+2,1	12,6
Контроль		Б	60	243,0±2,9	26,4±1,22	36,9±1,48	—	—
		Ос	20	216,9±6,2	20,9±2,33	52,0±3,93	—	—
		С	28	132,7±6,1	19,1±0,92	33,0±1,68	—	—
		Е	12	79,9±5,9	14,3±1,36	16,6±1,73	—	—

1,25 до 10 кг/га по д. в., концентрация растворов — от 0,25 до 2 %. Расход жидкости — 5 л на 0,01 га.

Опрыскивание крон молодняка проведено 24 мая в начале распускания почек у березы, в прохладную облачную погоду, сменяющуюся затем жаркой безоблачной. Почки деревьев других пород к этому сроку в рост еще не тронулись.

Результаты опыта учитывали в сентябре — октябре путем измерения приростов и высот у доминирующих деревьев березы и осины на обработанных участках и в контроле. Прирост и высоты сосны и ели обмерены только на пробных площадках 7 и 8, обработанных препаратом с повышенной дозировкой. Измерения произведены у всех деревьев подряд, независимо от положения в пологе, поскольку их количественное участие в составе древостоя было незначительным.

Результаты осеннего учета 1980 г. представлены в таблице. Снижение или повышение прироста в 1980 г. определены как разность между значениями прироста в опыте и контроле за 1980 г. минус 1979 г. За 100 % принят прирост деревьев в контроле за 1980 г.

Анализ данных таблицы показывает, что ДМХ в небольших дозах (1,25—2,5 кг/га) не влиял на прирост мелколиственных пород в высоту, который определялся, в основном, действием случайных факторов (пробные площадки 5 и 6).

Повышение концентрации ДМХ в растворе до 50 г на 5 л, или 5 кг/га (пробная площадка 7) способствовало снижению прироста березы в высоту на 21,7 %. Деревья осины практически не отреагировали на эту концентрацию, хотя тенденция к повышению прироста имела место. Реакция хвойных пород на обработку оказалась отрицательной: деревья сосны уменьшили прирост в среднем на 7,9 %, а ели — даже на 27,6 %. Однако замедление прироста ели, определенное только для двух деревьев, не может считаться достоверным.

Увеличение дозировки препарата до 100 г на 5 л (пробная площадка 8) способствовало дальнейшему снижению прироста деревьев березы в незначительных размерах — на 24,4 %. Заметно увеличили прирост в высоту деревья осины — на 20,8 %. Ингибирование роста деревьев сосны осталось фактически на прежнем уровне: прирост уменьшился только на 3,9 %. Положительная реакция ели на обработку раствором препарата концентрацией 100 г/5 л не может считаться доказанной, так как число деревьев этой породы на опытном и контрольном участках было невелико и точность средних значений прироста оказалась невысокой.

Таким образом, ретардант ДМХ незначительно замедляет прирост деревьев мелколиственных пород в высоту и отрицательно влияет на прирост деревьев сосны и ели. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что препарат №, №-диметилморфоллиний хлористый (ДМХ) не может найти применения в качестве регулятора роста при уходе в смешанных молодняках.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агакишев Д., Пальванова Н. А. О действии диметилморфоллиний-хлорида (ДМХ) на физиологические процессы хлопчатника.—Изв. АН ТуркмССР, Сер. биол. наук, 1978, № 5, с. 17—21. [2]. Грин М. Б., Хартли Г. С., Вест Т. Ф. Пестициды и защита растений/Перев. с англ. — М.: Колос, 1979. — 384 с. [3]. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. — М.: Наука, 1974. — 253 с. [4]. Либберт Э. Физиология растений/Перев. с нем. — М.: Мир, 1976.

УДК 630*232.311.1.630*176.322.2

О ПЛОДОНОШЕНИИ БУКА ВОСТОЧНОГО В СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ

С. А. ОГАНЯН

Воронежский лесотехнический институт

Проводимые в течение многих десятилетий бессистемные рубки буковых лесов Армении привели к образованию низкополнотных и низкобонитетных насаждений. Восстановление этих лесов стало важной народнохозяйственной задачей.

Для осуществления этой ответственной задачи необходимо большое количество семян с ценными наследственными свойствами. Однако обеспечение лесокультурного производства такими семенами связано с определенными трудностями.

Как известно, размер урожая колеблется по годам, что связано как с генетически обусловленным ритмом развития отдельных деревьев, так и с многообразным влиянием условий внешней среды. Авторы по разному трактуют нерегулярность плодоношения насаждений [2—5].

Данные, полученные нами при изучении вопроса сексуализации побегов бука, показали, что абсолютное значение секс-индекса, под которым понимается отношение числа мужских цветков к числу женских, колеблется от 6 до 87,6, т. е. на один женский цветок приходится от 6 до 88 мужских. Эндогенная изменчивость этого показателя высокая (47—53%), что говорит о генетической обусловленности признака и позволяет выделить в насаждении особи как преимущественно с женским цветением, так и почти мужские особи-опылители. Кроме того, с этой точки зрения важно учитывать принадлежность плодоносящих деревьев к определенным фенологическим группам [1] и свойство диогогамии у бука восточного. На всех особях ранней феноформы в момент наблюдений в 1979 г. пыльцы в мужских цветках не было, а рыльца женских цветков находились в состоянии восприимчивости. В это время на особях поздней формы отмечалось наличие пыльцы, но женские цветки были совсем не развиты. В этом случае большую роль в определении урожая играет как формовое разнообразие, так и различие во времени созревания цветков в связи с произрастанием насаждений на склонах, имеющих разную высоту над уровнем моря.

Цель нашей работы — изучение плодоношения бука в Северной Армении в связи с высотой над уровнем моря, возрастом плодоносящих деревьев, их формовой принадлежностью, цветом коры на примере трех высотных стационаров АрмНИЛОС, расположенных на высотах 900, 1550 и 1850 м над уровнем моря.

Наблюдения за плодоношением бука были проведены во второй декаде ноября после полного опадения семян. Уровень плодоношения изучали на каждом стационаре для каждого дерева в отдельности путем закладки четырех учетных площадок размером 0,5×0,5 м с четырех сторон в пределах проекции крон. На каждом стационаре было по 1248 площадок. Всего изучено 936 деревьев. Семена методом взрезывания подразделяли на пустые и полные. Подсчитывали их общее число и число полных семян на 1 м².

Данные о связи уровня плодоношения с принадлежностью составляющих его деревьев к определенным фенологическим формам и высотой над уровнем моря приведены в таблице.

Высота над уровнем моря, м	Число семян $M \pm m$, тыс. шт./м ² для феноформ			Среднее
	ранней	промежуточной	поздней	
900	$44 \pm 2,5$	$50 \pm 1,6$	$31 \pm 2,4$	42
	$17 \pm 2,6$	$28 \pm 1,5$	$14 \pm 1,7$	20
1550	$74 \pm 4,5$	$47 \pm 2,6$	$26 \pm 1,5$	50
	$7 \pm 0,9$	$3 \pm 0,4$	$2 \pm 0,4$	4
1850	$19 \pm 1,8$	$22 \pm 1,3$	$15 \pm 1,6$	19
	$6 \pm 0,9$	$7 \pm 1,0$	$5 \pm 1,2$	6
Среднее	$\frac{46}{10}$	$\frac{40}{13}$	$\frac{24}{7}$	

Примечание. В числителе общее число семян; в знаменателе — полных.

Из таблицы видно, что наибольшее число семян (50 тыс. шт./га) наблюдается в среднем поясе (стационар № 2 — 1550 м над уровнем моря), а при уменьшении и увеличении высот оно соответственно снижается до 42 тыс. шт./га в нижнем и 19 тыс. в верхнем поясах. Лучшие условия для плодоношения были в среднем высотном поясе, который в Северной Армении наиболее благоприятен для произрастания бука. Однако в 1979 г. наилучшие условия для образования нормально развитых семян сложились в нижнем высотном поясе, где число полнозернистых семян достигло 20 тыс. шт./га (против 4 тыс. в среднем и 6 тыс. в верхнем поясах). Это можно объяснить различиями плодоношения по поясам. Так, в 1979 г. в нижнем поясе повсеместно наблюдался хороший урожай, в среднем он был средним, а в верхнем — слабым.

По данным таблицы прослеживается определенная закономерность уменьшения общего числа семян при движении от ранней формы к промежуточной и поздней. Наибольшее число семян мы наблюдаем у деревьев ранней формы среднего пояса, а наименьшее — у деревьев поздней формы верхнего пояса. Наибольшее среднее число полнозернистых семян приходится на долю деревьев промежуточной формы, затем ранней и поздней. Такое различие в уровне плодоношения разных форм деревьев можно объяснить разновременностью их цветения, наличием в насаждениях

деревьев, которые в отдельные годы отличаются дефицитом женских репродуктивных органов, а также сложившимися в период цветения неблагоприятными погодными условиями.

Дисперсионный анализ показал, что общее число семян, особенно здоровых, существенно зависит от высоты над уровнем моря (1 %-ный уровень значимости, сила влияния фактора 65 и 69 % соответственно). Доказано также влияние феноформ деревьев на эти показатели (1 %-ный уровень значимости, сила влияния фактора 37 и 6 % соответственно). Существенным оказалось и взаимодействие этих двух факторов (1 %-ный уровень значимости, сила влияния фактора соответственно 18 и 9,3 % общей дисперсии).

Дисперсионному анализу были подвергнуты также данные связи числа семян с диаметром и цветом коры деревьев. С увеличением диаметра деревьев возрастает как общее число семян, так и полнозернистых, однако связь слабая, и влияние этого фактора существенно лишь на 10 %-ном уровне значимости; сила его влияния составляет 65 и 18 % общей дисперсии соответственно. Связь количественных и качественных характеристик урожая с формами по цвету коры не доказана.

Таким образом, результаты проведенных исследований обнаружили существенную связь количественных и качественных характеристик урожая с высотой над уровнем моря и принадлежностью деревьев к феноформам, что следует иметь в виду при создании лесных культур и прививочных лесосеменных плантаций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Велков Д. Формирование и зрелость жёлуди. — 2 Нац. конф. по ботан. София, 1973, с. 629—633. [2]. Каплуновский П. С. Особенности плодоношения буковых лесов. — Лесоведение, 1972, № 1, с. 51—56. [3]. Тышкевич Г. Л. Опыление, оплодотворение и семенная продуктивность бука на восточной границе ареала. — В кн.: Генет.-физиол. природа опыления у растений. Киев, 1978, с. 151—154. [4]. Хуторцов И. И. Плодоношение буковых лесов в западной части Северного Кавказа. — Науч. тр./Тбил. ин-т леса, 1977, т. 25, с. 144—148. [5]. Němec A. Zlepšovani semenivosti buku melioraci pudy. — Práce vyskumné ústavu lesnických CSR, 1956, sv. 11.

УДК 630*413.9 : 591.181

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАРАЖЕННОСТИ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА ВТОРИЧНЫМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ

П. А. ПОЛОЖЕНЦЕВ, Л. В. ЗОЛотов, И. М. САВВИН

Воронежский лесотехнический институт
Всероссийский институт защиты растений (Рамонь)

В биологических исследованиях изучению электрического сопротивления тканей растений придают большое значение, так как этот показатель является чувствительным индикатором жизнедеятельности растительного организма [1, 3—9]. Электрофизиологический метод исследования позволяет изучать омическое и полное сопротивление (импеданс) естественных биологических объектов, без нарушения их целостности, изменения биологических свойств и жизнедеятельности ([2] и др.).

В. Н. Тарусов [8, 9] предложил оригинальный способ определения функционального состояния и жизнеспособности биологических объектов, как животных, так и растительных. Он заключается в изменении электрических параметров (активного и емкостного или только активного сопротивления) биологических объектов (растений) на низкой и высокой частотах. Отношение электросопротивления, измеренного на низкой частоте, к высокочастотному сопротивлению именуется коэффициентом поляризации ($K = \frac{10^4}{I(\omega)}$). Чем хуже функциональное состояние растения, тем меньше коэффициент. Установлено, что при гибели растений травянистых он приближается к единице. Древесные породы изучал И. В. Рутковский [7]. Для дуба такие исследования единичны. Мы сделали попытку выявить коэффициенты поляризации тканей дуба деревьев дуба в зависимости от их состояния и коэффициента поляризации дуба у деревьев, инвазируемых вторичными вредителями (дубовым заболонником, усачами и златками).

Работа выполнена в июне 1979 г. в период активного лета и заселения деревьев вредителями в очаге их отмирания (квартал 16 Ильинского лесничества Опытного лесхоза ЧАССР).

На пробной площади отобрано 100 деревьев следующих категорий состояния: 1 — условно здоровые (с нормально развитой кроной, без признаков наличия отмерших ветвей в кроне); 2 — больные I стадии (с отмершей кроной до 25 %); 3 — больные II стадии (с отмершей кроной до 50 %); 4 — больные III стадии (крона отмерла на 70—90 %, стволы у многих деревьев с наличием входных отверстий дубового заболонника, а в кронах с ходами личинок златок).

Электрическое сопротивление деревьев измеряли с помощью портативного прибора Л. А. Золотова [3]. Установка состоит из моста переменного тока, генератора низкой и высокой частоты, резонансного усилителя и прибора нуль-индикатора. Измерительная вилка изготовлена из двух платиновых иглообразных электродов, закрепленных на расстоянии 10 мм друг от друга, и вмонтирована в ручку из флексигласа. Свободные острые концы игл на 5 мм выступают над ручкой и при измерении погружаются в ткани луба деревьев. Электрическое сопротивление измеряли отдельно на низкой и высокой частотах в 5-кратной повторности с южной стороны ствола стоящего дерева.

Полученный материал обработан методами вариационной статистики. Показатель достоверности различий (t_{ϕ}) между средними арифметическими значениями коэффициентов поляризации тканей луба здоровых (M_3) и больных деревьев (M_6) исчисляли по формуле

$$t_{\phi} = \frac{M_3 - M_6}{\sqrt{\frac{t_3^2}{n_3} + \frac{t_6^2}{n_6}}},$$

где t_3 и t_6 — основные ошибки средних арифметических значений для группы здоровых и больных деревьев.

Разница между коэффициентами поляризации тканей луба больных и здоровых деревьев считалась статистически достоверной при $t_{\phi} = 3$.

Результаты измерений по изучению этого показателя приведены в таблице. Из нее можно видеть, что здоровые и больные I стадии деревья имеют близкие по значению коэффициенты поляризации.

Коэффициент поляризации тканей луба деревьев дуба различного состояния

Состояние деревьев	Число опытных деревьев	Средний диаметр, см	Коэффициент поляризации				
			Среднее	Основная ошибка среднего \pm	Среднее квадратичное отклонение	Точность оценки параметров, %	Коэффициент вариации
Здоровые	25	15,0	3,6	0,18	0,90	5,0	25,0
Больные	25	15,2	3,8	0,17	0,86	4,5	22,3
			2,3	0,08	0,40	3,4	17,2
			1,8	0,04	0,22	2,4	12,0

Некоторое повышение K у больных первой стадии можно объяснить известной активизацией жизнедеятельности метаболических процессов в начальный период заболевания растения [3]. В этот период деревья могут претерпевать ремиссию или стать преморбидными*.

По мере сокращения жизнеспособной части кроны у дуба (деревья больные II и III стадий) уменьшается абсолютное значение коэффициента поляризации тканей луба ствола. Показатель достоверности различий (t_{ϕ}) между средними арифметическими значениями коэффициента для группы здоровых и больных II стадии деревьев составляет 6,8; для группы здоровых и больных III стадии — 10,0.

Функциональное состояние больных деревьев III стадии характеризуется предельно низкими коэффициентами поляризации, близкими к единице. Для этой группы древостоя установлено незначительное варьирование изучаемого показателя (коэффициент вариации равен 12 %).

Как видим, внешние патографические признаки отмирания деревьев, определяемые лишь по наличию отмерших ветвей кроны, не всегда соответствуют функциональному состоянию. Больные I стадии деревья показывают электрическое сопротивление тканей луба, равное значению его у здоровых деревьев. Больные II стадии деревья имеют существенно пониженный коэффициент поляризации. Инвазируемые, отмирающие

* Предболезненными.

деревья характеризуются предельно низким коэффициентом поляризации тканей луба, близким к единице.

Испытания показали, что коэффициент поляризации тканей луба — весьма чувствительный индикатор физиологического состояния деревьев луба. Предлагаемый прибор может быть рекомендован для применения в целях оценки патологического состояния деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вотчал Е. Ф. Электрометрические исследования над обыкновенной березой. — Спб., 1913. [2]. Положенцев П. А. Эпифитная ветровальная сосна: Дис. ... д-ра с.-х. наук. — Уфа, 1944. [3]. Положенцев П. А., Золотова Л. А. Динамика электрического сопротивления тканей луба сосны как индикатор изменения их физиологического состояния. — Физиол. раст., 1970, т. 17, вып. 4. [4]. Положенцев П. А., Ханисламов М. Г. Новые приборы для прижизненной диагностики состояния деревьев. — В кн.: Сб. работ Башк. лесн. опытной станции. Уфа, 1948, вып. 2. [5]. Разработка методов определения степени жизнеспособности древесных пород: Отчет/ВНИИЛХ; А. И. Ахромейко, Н. М. Панкратова, 1948. [6]. Рутковский И. В. Электробиологический метод определения состояния древесных растений. — Вестн. с.-х. науки, 1965, № 4. [7]. Рутковский И. В. Регистрация жизнеспособности древесных растений электробиологическими методами: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — М., 1967. [8]. Тарусов Б. Н. Электропроводность как метод определения жизнеспособности тканей. — Архив биол. наук. 1938, т. 52, вып. 2. [9.] Тарусов Б. Н. Основы биофизики и биофизической химии. Ч. 1. — М.: Высшая школа, 1960.

УДК 634.73 : 630*43

ВЛИЯНИЕ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА БРУСНИЧНЫХ

К. А. МИРОНОВ

Марийский политехнический институт

Дикорастущие ягоды семейства брусничных (брусника, голубика, клюква, черника) имеют большое народнохозяйственное значение. Работы, посвященные изучению их биохимического состава, относятся в основном к районам Прибалтики, Белоруссии, Карелии и Сибири. Очень слабо изучено влияние экологических факторов на биохимизм ягод, в частности, совершенно не затронут в литературе вопрос о влиянии пожаров. Между тем лесные пожары, эпизодически охватывающие огромные территории лесного фонда, существенно изменяют экологическую обстановку в природных лесных биогеоценозах. Даже низовые пожары слабой интенсивности значительно изменяют микроклимат в лесу, вызывают изменения в структуре всех ярусов растительности, оказывают влияние на свойства почв ([2, 4, 6] и др.).

Наши исследования проведены в 1980 г. в заволжских лесах Горьковской области и Марийской АССР, сильно пострадавших от пожаров 1972 г. Образцы ягод отбирали на участках, пройденных низовыми пожарами разной интенсивности. Последнюю определяли по глубине прогорания подстилки, высоте нагара на стволах деревьев, изменениям в составе всех ярусов растительности. Контролем служили негорелые участки, по возможности подбираемые вблизи от горельников. По классификации И. С. Мелехова [4], исследованные горельники относятся к 3-б и 3-в группам. Это участки с частичным отмиранием лишь подчиненных ярусов растительности или с небольшой долей отпада в первом древесном ярусе.

По интенсивности пожара пробные площади 23 (брусника), 15 (голубика) и 9 (черника) пройдены низовыми пожарами средней интенсивности (глубина прогорания подстилки составила в среднем 3/4 ее толщины, высота нагара — 1—1,5 м, полностью уничтожен подрост и подлесок, в древостое выпала часть березы и тонкомер сосны). Остальные горельники пройдены низовыми пожарами слабой интенсивности (глубина прогорания подстилки — 1/4—1/2 ее толщины, высота нагара — 0,5—0,7 м, поврежден лишь подрост, подлесок и напочвенный покров). Пробные площади заложены в типичных для лесного Среднего Заволжья местообитаниях ягодных растений: в сосняках брусничном (пробы 23, 27), чернично-брусничном (проба 16), черничном (проба 9), пушицево-сфагновом (пробы 15, 20). Давность пожара исследованных участков составляет в основном 8 лет, лишь образцы ягод брусники отобраны с горельников 8- и 3-летней давности.

Изменение биохимического состава ягод

Номер пробной площади	Давность пожара, лет	Древостой			Сухое вещество, %	Сумма сахаров, % к сырой массе	Кислотность по лимонной кислоте, %
		Состав	Возраст, лет	Полнота			
Брус							
27	3	Вырубка 1978 г.			13,9	8,14	3,33
Контроль					14,4	6,60	3,58
16	8	9С1Б+Е	40	0,5	14,2	6,94	4,35
Контроль		9С1Б+Е	40	0,5	13,7	6,12	4,64
23	8	10Б	7	0,3	14,6	9,46	2,82
Контроль		7Б3С	7	0,4	14,0	7,27	3,11
Клю							
20	8	10С	90	0,6	11,2	3,28	5,76
Контроль		10С	90	0,6	10,4	2,56	5,12
Голу							
15	8	10С + Б	35	0,4	12,6	7,70	2,50
Контроль		8С2Б	35	0,5	11,8	6,42	2,56
Чер							
9	8	10С	55	0,6	13,4	7,62	2,05
Контроль		9С1Б	55	0,7	10,5	5,66	2,18

Смешанные образцы ягод отбирали в одной и той же фазе созревания как на горелых участках, так и в контроле: ягоды брусники, голубики и черники — сразу после полного их созревания, ягоды клюквы из методических соображений* — недозрелыми. Анализы химического состава ягод выполнены по общепринятым методам [5] в течение одного месяца после сбора. Все это время ягоды хранили в холодильнике при температуре + (2—3) °С.

Как показали исследования, лесные пожары оказывают значительное влияние на химический состав ягод рассматриваемых видов. Послепожарные ягоды имеют повышенное содержание сухих веществ и сахаров и пониженную кислотность по сравнению с контрольными (см. табл.), что сказывается на их вкусовых качествах. Этот показатель, если судить о нем по отношению суммы сахаров к кислотности, в ягодах на горелых участках значительно выше, чем в ягодах с негорелых участков. Именно этим обстоятельством, на наш взгляд, объясняется повышенный спрос на ягоды брусники, заготавливаемые с горелых участков сибирскими жителями [3]. Этому способствовал, очевидно, и тот факт, что ягоды на участках после пожара меньше повреждаются гнилями как в процессе формирования урожая, так и во время хранения. После 70 дн. хранения в холодильнике в послепожарных образцах оказалось гнилых ягод на 7—53 % меньше, чем в контрольных. В урожай ягод клюквы на горелом участке (пробная площадь 20) во время отбора образцов насчитывалось лишь 6 % поврежденных на разных стадиях созревания ягод, а на контрольном — 28 %.

Наличие гнилых ягод, кроме прямых потерь в урожае, сильно затрудняет заготовку из-за необходимости сортировки ягод в процессе сбора или после него.

Наибольшими различиями в содержании суммы сахаров обладают ягоды брусники и черники с горелых участков и контрольные, значительно меньшими — клюквы и голубики. Так, различия по этому показателю между ягодами черники опытными и контрольными составляют 35 %, брусники — 22 %, клюквы — 12,5 %, голубики — 9 %. Это можно объяснить более глубокой укореняемостью последних двух видов ягодных растений и в связи с этим меньшим влиянием на них пожаров и послепожарных изменений среды. Кроме того, известно, что биохимизм ягод претерпевает большие изменения в процессе их созревания [1, 7]. Поэтому не исключено также, что в данном случае нашли отражение трудности, связанные с отбором образцов ягод в одной и той же фазе созревания.

* До начала сбора ягод населением, так как одновременно учитывали урожай.

ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ

Отноше- ние со- держания сахара к кисло- тости	Сумма пектиновых веществ, % к сы- рой массе	Биологически активные вещества						Процент гнилых ягод после 70 дн. хранения
		Аскорби- новая кислота, мг %	Дубиль- ные ве- щества, % к сырой массе	Р-активные вещества, % к сырой массе				
				Сумма	В том числе			
					Анто- цианы	Лейкоан- тоцианы	Катехины	

ника

2,44	0,59	15,20	0,603	2,459	0,932	1,023	0,504	12,4
1,84	0,60	10,64	0,665	2,401	0,407	1,692	0,302	50,7
1,60	0,44	11,40	0,416	1,811	0,322	1,097	0,392	27,1
1,32	0,42	7,20	0,380	1,649	0,219	1,126	0,304	46,3
3,35	0,65	10,79	0,519	2,688	0,582	1,692	0,414	36,0
2,34	0,63	8,94	0,454	2,438	0,417	1,763	0,258	57,8

ква

0,57	0,48	20,14	0,395	1,613	0,209	1,079	0,325	3,9
0,50	0,47	13,30	0,623	1,407	0,130	1,042	0,235	22,8

бика

3,08	0,68	24,70	0,519	—	—	—	—	21,2
2,51	0,70	22,04	0,602	—	—	—	—	74,4

ника

3,72	0,74	10,64	0,623	—	—	—	—	57,8
2,60	0,71	10,10	0,810	—	—	—	—	65,5

Ягоды брусники и клюквы с горелых участков по сравнению с контрольными богаче Р-активными веществами и аскорбиновой кислотой, что повышает их ценность как профилактических и лекарственных средств. Увеличение содержания Р-активных веществ в ягодах с горельников произошло за счет антоцианов и катехинов. Содержание лейкоантоцианов в ягодах брусники, наоборот, несколько выше в контрольных образцах, а в образцах клюквы примерно одинаково как в опыте, так и в контроле. Содержание дубильных веществ также несколько выше в контрольных образцах ягод всех рассматриваемых видов. По содержанию пектиновых веществ существенных различий между опытными и контрольными ягодами не обнаружено.

Степень огневого воздействия не находит отражения в результатах химического анализа ягод брусники с горельников. По-видимому, это связано со значительной давностью пожаров либо с ограниченностью имеющихся в нашем распоряжении данных.

Таким образом, лесные низовые пожары слабой и средней интенсивности значительно изменяют химический состав ягод, улучшая их вкусовые, питательные и лечебные свойства, что обусловлено, по-видимому, изменением экологических условий произрастания ягодников под влиянием пожаров (увеличение освещенности, изменение физико-химических свойств почв и др.). Лесные низовые пожары, благодаря стерилизации среды, способствуют меньшей повреждаемости урожая гнилями и лучшей его сохранности после заготовки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баранова И. И. Влияние сроков сбора на химический состав ягод брусники с различных местообитаний. — В кн.: Экология, продуктивность и биохимический состав лекарственных и ягодных растений. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1979, с. 79—83. [2]. Василенко А. В. Роль огня в лесном хозяйстве. — В кн.: Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельск: Архангельск. ин-т леса и лесохимии, 1976, с. 98—102. [3]. Воскресенский Е. К вопросу о брусничном хозяйстве в сосновых борах Тобольского округа. — В кн.: Второй сб. работ науч. лесхоз. кружка Ленингр. лесн. ин-та, Л., 1929, с. 35—44. [4]. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. — М.—Л.: Гослестехиздат, 1948. — 126 с. [5]. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Икончикова и др. — Л.: Колос, 1972. — 456 с. [6]. Сапожников А. П.

Роль огня в формировании лесных почв. — Экология, 1976, № 1, с. 42—45. [7]. Черкасов А. Ф., Шутков В. В. Обоснование оптимальных сроков сбора ягод клюквы. — Лесн. хоз-во, 1978, № 9, с. 70—72.

УДК 630*22:599.9-056.22

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

А. К. АРТЮХОВСКИЙ, Е. А. ЕРМАКОВ

Воронежский лесотехнический институт

В связи с широким использованием лесных насаждений в социальных целях все большее значение приобретают санитарно-гигиенические и лечебные свойства леса. Одним из важных факторов санаций воздуха лесных насаждений и их влияния на здоровье человека являются летучие фитонциды — биологически активные вещества, выделяемые в окружающую среду растениями в процессе жизнедеятельности. Под влиянием растительных выделений в воздухе увеличивается количество легких ионов, уменьшается электрический показатель загрязненности воздуха, происходит озонирование. О положительном влиянии соснового леса на лечение больных туберкулезом сообщал Б. А. Александровский [1]. По исследованиям Л. З. Гейхмана [2], вдыхание фитонцидов дуба больными гипертонической болезнью приводит к снижению у них артериального давления, ударного и минутного объема крови. Как видно, влияние летучих выделений растений на организм человека определяется не только характером лесных насаждений, но и состоянием здоровья находящихся в лесу людей.

В настоящей статье приводятся некоторые предварительные данные о влиянии микроклимата различных насаждений на организм здорового человека. В эксперименте, проводившемся в течение 12 дн., участвовали 80 человек в возрасте 18—22 лет, из которых 40 человек находились в условиях свежей субори (B_2) и 40 — в условиях свежей судубравы (C_2). Насаждения указанных типов леса характеризовались следующими лесоводственными показателями:

Свежая судубрава (C_2). Состав 8Д1К.01Лп + Яс, Ос; полнота 0,7—0,8; возраст 70—80 лет. Подрост: липа мелколистная, клен остролистный, ясень обыкновенный, осина. Подлесок средней густоты: лещина обыкновенная, клен полевой, груша лесная. Напочвенный покров: папоротник-орляк, копытень европейский, сныть, звездчатка и др.

Свежая субора (B_2). Двухъярусное насаждение. I ярус: 10С + Б, Ос; полнота 0,6; возраст 80—90 лет; II ярус — 10Д, полнота 0,3. Подлесок редкий: клен татарский, груша лесная. Напочвенный покров: злаки, осока волосистая, земляника лесная, подмаренник желтый и др. Насаждения свежей субори и свежей судубравы располагались на правом берегу р. Воронежа.

У наблюдаемых исследовали пульс (частоту, наполнение, напряжение и ритмичность), определяли артериальное давление (систолическое и диастолическое) и насыщение артериальной крови кислородом, проводили общий анализ крови, а также анализы данных электрокардиограмм и реоэнцефалограмм. Исследования выполняли до отправки в лес, в первый день, на 2-, 3-, 6-, 9- и 11-й дни пребывания в лесу.

Показатели состояния жизненно важных органов наблюдаемых до отправки в лес выглядели следующим образом (приводятся средние значения): частота пульса — 72 удара в минуту; артериальное давление — 118/70 мм рт. ст.; частота дыхания — 14 дыханий в минуту; на электрокардиограммах отмечался синусовый ритм и нормальное положение электрической оси сердца, у 12 человек наблюдалось снижение интервала S—T ниже изоэлектрической линии и у двух обследуемых имело место снижение вольтажа, что свидетельствует о наличии незначительной гипоксии миокарда. насыщение артериальной крови кислородом составляло в среднем 78 %, у двух человек отмечалась несколько ускоренная РОЭ.

Пребывание участвующих в эксперименте в субори и судубраве вызвало у них неодинаковые изменения некоторых гемодинамических показателей.

Частота пульса. В субори по сравнению с судубравой у обследуемых в первые два дня нахождения в лесу заметно увеличилась частота пульса, которая к концу 2-го дня достигла 86 ударов в минуту. В судубраве же частота пульса на 2-й день увеличилась незначительно (в среднем на 2 удара в минуту) и не изменялась до конца исследований (74 удара в минуту). Начиная с 3-го дня пребывания в субори у обследуемых пульс становился реже и к концу эксперимента, как и в судубраве, частота пульса составляла примерно 73—74 удара в минуту.

Дыхание. Пребывание в субори и судубраве по-разному отразилось на частоте дыхания участников эксперимента. У обследуемых, находящихся в суборевых условиях, уже в первые два дня наблюдалось учащение дыхания до 15—16 дыханий в минуту, в последующие же дни частота дыхания заметно снижалась и в конце эксперимента была ниже исходной (12 дыханий в минуту). В условиях судубравы в течение первых двух дней учащения дыхания почти не отмечалось, но, начиная с 3-го дня, частота дыхания устойчиво снижалась и к концу исследований составляла в среднем 11 дыханий в минуту.

Насыщение артериальной крови кислородом в условиях субори резко повышалось (на 10 %), достигая к исходу 2-го дня 88 %, и сохранялось в течение всего периода пребывания участников эксперимента в лесу. У лиц, находящихся в судубраве, насыщение крови кислородом к концу 2-го дня поднялось всего лишь на 2 % и на протяжении периода исследований колебалось от 79 до 81 %.

Указанные явления можно объяснить тем, что в атмосфере суборевых насаждений присутствуют терпены, способствующие накоплению легких отрицательных ионов и атомарного кислорода, который по сравнению с молекулярным кислородом обладает более активным окисляющим свойством.

Динамика артериального давления. Уже к концу первого дня пребывания в свежей субори у участников эксперимента отмечалось снижение как систолического, так и диастолического артериального давления. Это снижение особенно заметным было в первые два дня, в течение которых систолическое давление снизилось примерно на 11, а диастолическое — на 8 мм рт. ст. В последующие дни артериальное давление снижалось незначительно до 6-го дня пребывания в лесу, после чего вновь несколько возрастало. К исходу 11-го дня систолическое давление составляло 108, а диастолическое — 60 мм рт. ст. (в обоих случаях произошло снижение артериального давления на 10 мм рт. ст.). В условиях судубравы артериальное давление к концу эксперимента почти не отличалось от исходных показателей.

Электрокардиологические исследования. У всех наблюдаемых, начиная с 6-го дня пребывания в суборевых условиях, признаки гипоксии миокарда исчезли и на электрокардиограммах патологические изменения не фиксировались. В судубраве у четырех человек из семи нерезко выраженные признаки гипоксии миокарда сохранились в течение всего периода нахождения в лесу.

Анализ крови. В субори у большинства участников эксперимента число эритроцитов незначительно нарастало. В условиях судубравы увеличения количества эритроцитов не отмечалось.

Итак, воздух суборевых насаждений оказал более заметное воздействие на организм здорового человека, чем воздух судубрав. Первые два—три дня пребывания участников эксперимента в условиях субори можно рассматривать как период их адаптации к своеобразному микроклимату. Переход из города в условия судубравы не вызвал резких изменений гемодинамических показателей ни в первые два—три дня, ни в последующие дни пребывания в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Александровский Б. А. Лечение больных туберкулезом легких в сосновом лесу. — Медгиз, 1955. [2]. Гейхман Л. З. Влияние летучих фитонцидов дуба на больных гипертонической болезнью. Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. — Киев: Наукова думка, 1967.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 06.091

50 лет

ВСЕСОЮЗНОМУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ
ИНСТИТУТУ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ

10—11 сентября 1981 г. в Волгограде состоялось совместное юбилейное заседание Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ и ученого совета ВНИАЛМИ, посвященное 50-летию со дня основания института.

Всесоюзный НИИ агролесомелиорации организован в 1931 г. До 1958 г. институт находился в Москве, а затем был перебазирован в Волгоград.

Здесь развернулись исследования силами значительно обновленного коллектива и на качественно новом этапе при более тесной связи с сельскохозяйственным и лесохозяйственным производством.

Сегодня Всесоюзный НИИ агролесомелиорации — это крупное научное учреждение с Западно-Сибирским филиалом в Алтайском крае, 16 опытными станциями и пунктами в Астраханской, Волгоградской, Куйбышевской, Новосибирской, Оренбургской, Орловской, Ростовской, Тамбовской областях, Краснодарском и Ставропольском краях, Калмыцкой АССР. За опытно-производственными хозяйствами института закреплено 40 тыс. га земельных угодий, где на фоне агролесомелиоративных мероприятий ведется полевое хозяйство, кормопроизводство, животноводство, садоводство и виноградарство. Организация землепользования и система земледелия в опытных хозяйствах основана на внедрении мероприятий, разработанных сельскохозяйственной наукой, что позволяет решать вопросы рационального и эффективного использования земельных ресурсов, восстановления плодородия малопродуктивных почв; повышения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, т. е. в конечном итоге более рентабельного ведения основных отраслей сельскохозяйственного производства.

В системе института работает свыше 540 человек, в том числе 180 научных сотрудников, из которых 2 члена-корреспондента ВАСХНИЛ, 6 докторов и 62 кандидата наук. В аспирантуре института обучаются до 50 человек, функционируют два специализированных совета по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальности «Агролесомелиорация».

ВНИАЛМИ — головное научно-исследовательское учреждение в стране по агролесомелиорации. Институт координирует агролесомелиоративные исследования научных, учебных и проектных организаций различных отраслей народного хозяйства, ведет совместные исследования со странами СЭВ и другими странами по защитному лесоразведению и изучению полезных функций лесонасаждений.

В институте неоднократно проводились международные научные курсы для развивающихся стран Африки и Латинской Америки. Институт посещают ученые США, Великобритании, Нидерландов, стран — членов СЭВ.

За годы своей деятельности институт дал теоретическое обоснование мелiorативного влияния лесных полос, изменение микроклимата и оптимизации водного режима территории в целях прогрессивного повышения плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Разработаны принципы размещения ползащитных лесных полос, технология их выращивания на базе механизации и применения средств химии. Эти разработки положены в основу действующих государственных инструктивных документов по проектированию и выращиванию защитных лесонасаждений на сельскохозяйственных землях СССР.

Проведено районирование агролесомелиоративных мероприятий по природным районам страны, разработан соответствующий ассортимент деревьев и кустарников, выведены перспективные гибриды, разработаны новые принципы организации лесного семеноводства и методы интенсивного выращивания посадочного материала для защитного лесоразведения.

Большой вклад институт внес в механизацию выращивания защитных насаждений: была создана лесопосадочная машина СЛЧ-1, разработан культиватор КРЛ-1, который в настоящее время используется на уходах в молодых лесных насаждениях на площади свыше 100 тыс. га, что дает ежегодный экономический эффект около 2 млн. р. В последние годы институт передал для внедрения в производство комплекс машин для защитного лесоразведения: плуг-рыхлитель ПРН-40, лесопосадочную машину МЛБ-1, машину фрезерную МФ-0,9, культиваторы КРЛ-1А, КВЛ-2. Подготовлены к государственным испытаниям культиватор универсальный КУН-4 и автоматическая лесопосадочная машина МЛС-20.

На основе широких экономико-географических исследований защитной лесистости по основным регионам страны институтом составлен научно обоснованный прогноз развития защитного лесоразведения до 2000 г.

Результаты исследований института опубликованы в монографиях ученых, рекомендациях, предложениях и инструкциях (около 70 наименований), научных трудах (более 60 томов), научно-технических бюллетенях (35), многочисленных статьях в периодической печати. Регулярно издаются сборники «Агролесомелиоративные исследования в СССР». Институт ведет большую работу по подготовке научных кадров. За 50 лет ВНИАЛМИ подготовили более 300 кандидатов и докторов наук.

Только в последнем десятилетии в агролесомелиоративное производство внедрено 14 наиболее актуальных научных разработок института с годовым экономическим эффектом около 3 млн. р. Получено 87 авторских свидетельств на изобретения.

Достижения института и передовых предприятий сельского и лесного хозяйства, внедряющих разработки ВНИАЛМИ, неоднократно экспонировались на ВДНХ СССР. По результатам работы только в 1979—1980 гг. 19 научных сотрудников награждены медалями ВДНХ СССР, а институт — дипломом II степени.

В день 50-летия поздравить юбиляра приехали представители более 100 научно-исследовательских учреждений, вузов, сельскохозяйственных организаций страны.

Состоялась научная сессия.

Р. В. Волкова
ВНИАЛМИ

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3 : 630*263

**О СОСТОЯНИИ И МЕРАХ
ПО УЛУЧШЕНИЮ ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВА
В ПОЙМЕННЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР**

Отделением лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ и Министерством лесного хозяйства РСФСР проведено Всесоюзное совещание «О состоянии и мерах по улучшению ведения хозяйства в пойменных лесах европейской части СССР».

Первая часть этого совещания состоялась в июне 1981 г. в г. Осташкове и Конакове, в работе принял участие свыше 50 ученых и работников производства. Академик-секретарь Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ акад. В. Н. Виноградов, открывая совещание, сообщил о состоянии пойменных лесов и их значении для народного хозяйства. Первый секретарь Осташковского горкома КПСС В. И. Бурдннский рассказал о народнохозяйственных проблемах Осташковского района, а начальник Калининского управления лесного хозяйства Г. М. Зайцев — о хозяйственной и производственной деятельности работников лесного хозяйства области. С. Г. Синицын выступил с докладом «Улучшение ведения хозяйства в пойменных лесах — важная проблема современного водопользования». О состоянии и мерах по улучшению ведения лесного хозяйства в пойменных лесах европейской части РСФСР сообщил зам. министра лесного хозяйства РСФСР Р. В. Бобров. Были заслушаны также содоклады по регионам: М. В. Рубцова «Пойменные леса Европейского Севера и их защитная роль»; В. Г. Шаталова «Пойменные леса Донского бассейна и совершенствование ведения в них хозяйства»; Н. В. Ромашева «Пойменные леса Украинской ССР и ведение в них хозяйства»; В. Д. Шульги «Ведение хозяйства в пойменных лесах низовий Волги и Дона».

В сентябре 1981 г. состоялось второе совещание в г. Волгограде, в котором участвовало свыше 80 человек. Совещание открыл акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов. Он отметил, что проблема пойменных лесов носит комплексный характер и подход к ее решению должен быть комплексным. Необходимо обратить серьезное внимание на плантационное выращивание лесов в пойме в сочетании с сельскохозяйственными культурами.

С докладом «Состояние пойменных лесов Волгоградской области и меры по улучшению ведения хозяйства в них» выступил начальник Волгоградского управления лесного хозяйства В. И. Белоусов, который сообщил о почвозащитном, водоохранном и рекреационном значении лесов области и больших трудностях, связанных с их сохранением и восстановлением, особенно пойменных. Он доложил участникам совещания о способах создания лесных культур в поймах, борьбе с вредителями и болезнями насаждений и обратился с просьбой к ученым разработать рекомендации по созданию устойчивых пойменных насаждений.

Сотрудники Волгоградского управления лесного хозяйства и зав. лабораторией ВНИИЛМИ В. Д. Шульга ознакомили участников совещания с пойменными насаждениями в междуречье Волги и Ахтубы, обратив внимание на трудности их восстановления и роста в экстремальных условиях.

Участники совещания приняли постановление, в котором были одобрены основные положения по улучшению ведения хозяйства в пойменных лесах европейской части СССР.

Совещание постановило просить Гослесхоз СССР и ВАСХНИЛ поручить подведомственным институтам в одиннадцатой пятилетке разработать региональные рекомендации по ведению хозяйства в пойменных лесах основных речных систем европейской части СССР. Учитывая актуальность проблемы повышения продуктивности и усиления защитных функций пойменных лесов, совещание рекомендовало войти в Государственный комитет Совета Министров СССР по науке и технике с ходатайством о включении в план важнейшей тематики научно-исследовательских работ проблемы: «Исучение защитно-водоохранной и социальной функции пойменных лесов, разработка рекомендаций по оптимальному размещению, повышению продуктивности и восстанов-

лению лесов в пойме, ведению хозяйства в них на экологической основе» и привлечении к решению этой проблемы научно-исследовательских институтов АН СССР, Минсельхоза СССР и Млнвуза СССР.

А. Г. Юдинцева
ВАСХНИЛ

УДК 061.3 : 630*81

ВСЕСОЮЗНЫЙ ФОРУМ ДРЕВЕСИНОВЕДОВ

В конце сентября 1981 г. в Воронеже состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция по современным проблемам древесиноведения.

На конференции присутствовали представители академических научных учреждений, лесотехнических, технологических, строительных, сельскохозяйственных вузов и отраслевых институтов из 23 городов Советского Союза. Было представлено 134 доклада.

На пленарном заседании заслушано три доклада. В докладе проф. Б. С. Чудилова освещены проблемы древесиноведения в связи с задачами рационального и комплексного использования древесины.

Значительное внимание на конференции было уделено результатам работ, проведенных в Институте леса и древесины СО АН СССР, по исследованию свойств древесины из лесных массивов Сибири, Якутии, районов трассы БАМ. С учетом климатических особенностей этих районов выполнены работы по изучению физических свойств древесины при отрицательных температурах. Исследована проницаемость древесины жидкостями и газами с целью разработки способов глубокой пропитки древесины антисептиками и антипиренами. Разработаны способы получения арболита и цементно-стружечных плит из древесины лиственницы.

Доклад автора этих строк был посвящен состоянию и перспективам развития древесиноведения как научной и учебной дисциплины. Более подробно освещены работы МЛТИ по изучению деформативности и напряжений в древесине. Отмечено наличие у древесины эффекта «памяти» при изменении влажности (температуры) и управляющем воздействии нагрузки. С учетом программ, принятых на международных симпозиумах по фундаментальным исследованиям древесины в рамках СЭВ, сделаны предложения о перспективных направлениях развития древесиноведения.

В докладе доц. К. Ф. Дьяконова изложены результаты работ ВЛТИ по изучению строения, усушки, гигроскопичности, прочности и других свойств древесины, исследованию свойств резюфана — композиционного материала из лущеного шпона и резиновых смесей, разработке способов предотвращения растрескивания бамбука.

Остальные доклады были заслушаны или представлены для стендового ознакомления на трех секциях.

На первой секции рассмотрены результаты работ в области биологического древесиноведения. В докладах сотрудников ЛТА, ВЛТИ, МарПИ, СТИ, Ботанического института, ЦНИИЛГиСа даны современные представления об ультраструктуре клеточных оболочек по результатам электронно-микроскопических и рентгенографических исследований, а также освещены вопросы формирования древесины сосны и ели в условиях временного избыточного увлажнения почвы, анатомических особенностей строения резонансной древесины ели, выращивания древесины осины без гнилей, биологических особенностей проницаемости древесины, влияния осушения на формирование древесины ели и многие другие.

На второй секции представлены доклады, посвященные исследованиям в области физики и механики древесины. Они отражают разнообразную тематику работ, проводимых сотрудниками ЛТА, ВЛТИ, МЛТИ, ЛТИ, БелТИ, МарПИ, КирПИ, учеными академических (ИЛИД, ИХД и др.) и отраслевых (ЦНИИМОД, ВНИИДрес и др.) институтов.

Надмолекулярная структура древесинного вещества и ее влияние на физико-механические свойства древесины, сорбционные свойства, термовлагопроводность и усушка древесины, географическая изменчивость плотности древесины различных пород, энергетические характеристики поверхности древесины, теоретические основы гамма-дефектоскопии древесины, реологические свойства древесины и закономерности ее формирования, влияние условий произрастания на качество древесины, свойства ископаемой древесины и тропических пород, влияние подпочвы березы на свойства древесины, влияние размеров и расположения пороков на выход и сортность плодового сырья, новые методы исследования свойств древесины и способы статистичес-

кого анализа результатов испытаний — таков далеко не полный перечень тем докладов. На этой же секции обсуждались вопросы постановки преподавания древесноведения в вузах.

На третьей секции заслушаны посвященные модифицированию древесины доклады представителей ВЛТИ, ЛТА, ВСХИ, БелТИ, АЗИСИ, КирПИ, ИХД АН ЛатвССР и др. Здесь рассмотрены результаты исследования и прогнозирования свойств древесины, модифицированной термомеханическими, химическими, термохимическими методами.

Достаточно полное представление о содержании докладов даст сборник тезисов, выпущенных к началу конференции.

Конференция приняла рекомендации, в которых намечены направления фундаментальных исследований в области биологии, физики и механики древесины, указаны перспективные задачи прикладных исследований и отмечены необходимые меры для дальнейшего улучшения подготовки студентов по древесноведению.

Б. Н. Уголев

Московский лесотехнический институт

УДК 061.3 : 630*611

НАУЧНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИИ В РАЙОНАХ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ

В соответствии с планом работы лесотехнической секции НТС Минвуза СССР, комиссии лесной промышленности, лесного хозяйства и экономики названной секции провели научное совещание в Латвийской сельскохозяйственной академии с 26 по 31 октября 1981 г. Совещание проходило на базе лесотехнического и лесохозяйственного факультета Латвийской СХА и НПО «Силава» Министерства лесного хозяйства и лесной промышленности Латвийской ССР.

В работе совещания приняли участие ученые 9 вузов (МЛТИ, ЛТА, ЛЛТИ, УЛТИ, ВЛТИ, Белорусского и Костромского технологических институтов, Марийского политехнического института и Латвийской СХА), научные сотрудники НПО «Силава», работники Минлесхозлеспрома Латвии, главные редакторы журналов «Лесная промышленность» и ИВУЗ, «Лесной журнал».

Совещание открыл ректор Латвийской СХА проф. В. Г. Тимофеев. Он ознакомил участников совещания с перспективами развития академии, включая лесотехнический и лесохозяйственный факультет. Об основных проблемах повышения эффективности лесозаготовки в Латвии и путях их решения сообщил представитель Минлесхозлеспрома республики Ф. А. Люднись.

Большой интерес вызвал доклад акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова, посвященный проблеме повышения продуктивности лесов и лесоводственным аспектам решения проблемы повышения эффективности пользования лесом в районах интенсивного лесного хозяйства.

С докладом об основных направлениях оптимизации лесозаготовительных и лесоперерабатывающих процессов, научно-практических основах оперативного управления лесозаготовительным производством, проблемах концентрации лесозаготовок и первичной обработки древесины, повышения эффективности лесохозяйственного производства, лесного кадастра выступили проф. В. И. Алябьев, А. К. Редькин, А. Д. Янушко, доц. З. Ю. Салиньш и др.

Проблемам повышения эффективности подготовки инженеров по специальности 0901 для районов с ограниченными лесными ресурсами посвятил свое выступление декан лесохозяйственного и лесотехнического факультета акад. А. Э. Гринфельд. Реакция участников совещания показала, насколько актуален этот вопрос в связи с все более распространяющимся в лесных отраслях комплексным ведением хозяйства.

Переведенное затем в НПО «Силава» совещание началось выступлением генерального директора научно-производственного объединения, докт. техн. наук И. К. Иевиня. Он ознакомил присутствующих с итогами научно-технической деятельности объединения и основными направлениями научного поиска резервов дальнейшего повышения эффективности лесного комплекса.

На совещании были заслушаны также доклады по проблемам совершенствования технологии и системы машин для заготовки и переработки маломерных и лесосечных отходов, технико-экономическим аспектам использования всей биомассы;

дерева, разделения размельченной биомассы, техники и технологии первичной обработки тонкомерных деревьев, заготовки и переработки древесной зелени, программно-целевому управлению использованием и воспроизводством лесных ресурсов в режиме.

Большую пользу извлекли участники совещания в процессе обмена мнениями как во время выступлений, так и при посещении передовых предприятий лесного хозяйства и лесной промышленности республики. Знакомство с технологией и системой машин отечественного и зарубежного производства, применяющимися при главном и промежуточном пользовании, лесовосстановлении, мелиорации и строительстве дорог в Юрмальском ЛПХ, вызвало оживленную дискуссию и немало предложений по расширению имеющегося передового опыта этого предприятия. Посещение научно-производственных подразделений НПО «Силава», его вычислительного центра и лесной опытной станции «Калснава» позволило участникам совещания ознакомиться с опытом производства хвойно-витаминной муки, технологией производства в цехе «Брика», плантацией интродуцированных пород, техникой и технологией рубок ухода. Они посетили также курсовую базу Минлесхозлеспрома в г. Огре, Саласпилский мемориальный ансамбль.

В заключительных прениях с обобщениями итогов совещания и предложениями по практической реализации представленных в докладах законченных разработок, распространению передового опыта для решения задач, поставленных перед лесными отраслями XXVI съездом КПСС, выступили акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов, проректор МЛТИ проф. А. Р. Родин, главный редактор журнала «Лесная промышленность» С. И. Дмитриева и др.

Ход работы совещания освещался Латвийским радио, телевидением, прессой.

Работу совещания возглавлял зам. председателя лесотехнической секции проф. А. Р. Родин. Большую работу по подготовке и проведению совещания провел оргкомитет под председательством проф. Б. А. Таубера, включая доц. А. Э. Гринфельда и генерального директора НПО «Силава», докт. техн. наук И. К. Йевиня.

Н. И. Кожухов

Московский лесотехнический институт.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*22 (049.3)

КНИГА О ВАЖНОЙ ПРОБЛЕМЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» для лесного хозяйства поставлены задачи по обеспечению постепенного перехода к ведению лесного хозяйства на принципах непрерывного и рационального лесопользования, улучшению качественного состава лесов. Предусматривается также внедрение промышленных методов лесовыращивания. Пути решения этих задач рассматриваются в вышедшей в 1980 г. книге проф. В. Г. Атрохина «Формирование высокопродуктивных насаждений» (М.: Лесн. пром-сть). Объем книги 14,5 печ. л. Она состоит из семи глав.

В главе I вскрыты резервы повышения продуктивности лесов главным образом в Центральном экономическом районе, где, по данным учета на 1 января 1973 г., половина лесопокрытой площади занята малопродуктивными мягколиственными насаждениями. Отмечено, что одна из причин невысокой продуктивности заключается в неправильном размещении древесных пород по условиям произрастания без учета их биологических особенностей. Автор считает, что будущие леса должны быть не только высокопродуктивными, но и многофункциональными.

Поставленный вопрос имеет принципиальное значение. Не отрицая необходимости выполнения лесами будущего всех присущих лесу полезных функций, все же надо иметь в виду, что при организации лесного хозяйства в нашей стране сложилась и будет развиваться специализация в соответствии с группами лесов и категориями защитности в зависимости от экономических и природных условий. Это предусмотрено «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик». Объективно складывающаяся специализация требует разработки образцов лесов будущего (эталонных лесов) в соответствии с главными целями ведения хозяйства в том или ином природно-экономическом районе.

Автор справедливо считает, что создание высокопродуктивных лесов должно проводиться на зонально-типологической основе (главы II—IV). Одним из узловых вопросов является применение лесной типологии при организации лесного хозяйства, в частности, при образовании хозяйственных секций. Вскрыт ряд недостатков, присущих применяемому в настоящее время в лесоустройстве методу классов возраста, и приведены удачные примеры использования участкового метода.

Вводится новое понятие «хозяйственно-типологическая категория одинаковой производительности древостоев».

Требуют особого рассмотрения предлагаемые в книге основы выделения более крупных лесоприродных («биоэкологических») районов, которые в отличие от лесорастительных показывают не фактическое состояние лесов, а их потенциальные возможности. Автор ошибается, когда считает, что при лесорастительном районировании производится только «констатация фактов», т. е. указываются те леса, которые здесь имеются, а не те, которые должны быть. Современное лесорастительное районирование учитывает всю совокупность условий роста леса тех древесных пород, для биоэкологических особенностей которых эти условия лучше всего подходят. Подбор пород производится не только по лесорастительным (природным) условиям, но, в первую очередь, по экономическим, которые характеризуют потребность в продукции или в функциях тех или других лесных формаций. В настоящее время это отражается в выделении лесохозяйственных (природно-экономических) районов.

Дискуссионным является предложение автора о составлении технического проекта при лесоустройстве. Технологический проект предполагает детальную смету затрат по каждому виду работ, выдачу рабочих чертежей после детальных изысканий. Такая работа несвойственна лесоустройству и не под силу ему, учитывая, что ежегодно лесоустройство проводится на площади свыше 46 млн. га. Для этих целей существует специальная организация (Союзгипролесхоз), которая призвана составлять технические проекты на осваиваемые объекты.

Создаваемые высокопродуктивные насаждения должны иметь вполне определенные показатели, характеризующие продуктивность и качество выращиваемых древостоев в разные возрастные этапы и в соответствующих условиях произрастания. К этим этапам автор вполне правильно рекомендует привязывать лесохозяйственные мероприятия. Этапы формирования насаждений в книге рассматриваются на основе динамики типов леса (глава IV). Под динамикой типов леса автор понимает изменение ряда компонентов биогеоценоза в процессе развития насаждения во времени.

Большое внимание автор уделяет оптимизации условий формирования насаждений путем регулирования густоты древостоев при помощи рубок ухода за лесом. Проанализировав ряд предложенных моделей, описывающих процесс естественного изреживания, автор правильно отмечает, что в зависимости от задач модели могут требовать не только больше или меньше информации, но и соответственно выдавать менее или более полные данные.

В книге приведен большой фактический материал, иллюстрирующий влияние густоты на таксационные показатели древостоев. При анализе эффективности рубок ухода автор предлагает применять коэффициент эффективности, который представляет собой отношение запасов или приростов древостоев, пройденных рубками ухода и контрольных. Применение коэффициента эффективности правомерно, но при этом надо быть уверенным, что контрольный древостой полностью идентичен тому, в котором будут выполняться рубки ухода.

Детально рассмотрены вопросы дифференциации деревьев по классам роста в зависимости от вида и интенсивности рубок ухода. Показано, что оптимальное изреживание приводит к перегруппировке деревьев по классам роста. Дисперсионным анализом установлено, что на процесс фотосинтеза в древостое существенное и достоверное влияние оказывают: положение хвои в кроне дерева, степень изреживания, возраст хвои и классы роста деревьев. В соответствии с этим выводом разработана и предлагается модель «оптимально-продуктивного» лесного полога и указываются пути ее достижения.

Для характеристики условий среды обитания и установления перспективности каждого дерева в древостое предлагается определять коэффициенты соприкосновения крон деревьев или коэффициенты их бокового затенения. На основании полученных связей между ними и диаметрами дается классификация деревьев древостой на подлежащие рубке или оставлению.

Автор рассматривает вопросы техники и технологии формирования высокопродуктивных древостоев (глава VI). В предложенной схеме формирования древостоев выделено пять приемов изреживания, границами которых считаются моменты наступления перегущенности древостоев. Отмечается, что важным условием успешного применения активных методов рубок ухода является правильная организация территории. Даются практические рекомендации по организации территории участков леса, выделяемых для проведения системы лесохозяйственных мероприятий, и описание техники и технологии рубок ухода на различных этапах формирования в разных категориях древостоев. Здесь же дана характеристика состояния и перспективы разработки и применения машин и механизмов на рубках ухода.

Большое внимание уделено рассмотрению современного состояния и перспектив развития способов рубок леса главного пользования и их связи с формированием высокопродуктивных древостоев. Автор выражает глубокую убежденность в необходимости расширения объемов выборочных и постепенных рубок. Он указывает, что организация и ведение лесного хозяйства на типологической основе с ориентацией на искусственное восстановление леса индустриальными методами повлечет за собой необходимость изменения традиционных представлений о ширине лесосек, способах и сроках примыкания и т. д. До конца этот вопрос пока не раскрыт, обозначены только некоторые контуры и даны фрагменты. Большого, до экспериментальной проверки, нельзя и требовать.

В заключительной VII главе книги показаны преимущества концентрации лесохозяйственных мероприятий по территории. Примером такой концентрации может служить разработанный автором и успешно внедряемый в производство «поквартирный метод организации производства», при котором оптимизируются лесоводственные, технологические и экономические требования. Изложена суть этого метода, показаны его преимущества, различные модификации и состояние внедрения.

В книге поднято много вопросов, по которым в лесохозяйственной науке нет единого мнения или четкости в понятиях. Это, например, понятие «продуктивность» и «производительность». Автор, к сожалению, не вносит ясности в эти важные понятия, а даже усложнил их. В разделе «продуктивность и производительность насаждений в связи с изреживанием» (глава V, с. 119—135) он рассматривает общую, фактическую, потенциальную продуктивность через коэффициенты отношения запаса на 1 га на пройденном уходе участку к запасу на контрольном участке. Продуктивность автор определяет для «покрытого лесом участка», иногда называя ее «производительностью типа леса». А разве продуктивность исчисляется для другой категории лесного фонда?

Несмотря на наличие дискуссионных положений, в книге намечены пути решения важных задач, поставленных перед лесным хозяйством страны XXVI съездом КПСС. Выводы и предложения автора построены в основном на экспериментальных данных и анализе многочисленных литературных источников.

К. Б. Лосницкий, В. С. Чуенков
Московский лесотехнический институт

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ

профессора П. С. СЕРГОВСКОГО

6 января 1982 г. исполнилось 70 лет со дня рождения заведующего кафедрой гидротермической обработки и консервирования древесины Московского лесотехнического института, профессора, доктора технических наук Серговского Павла Семеновича.

Более полувека отдано им производственной, педагогической, научной и общественной деятельности. Начав работать нормировщиком на Ленинградских заводах «Севзаплес», он без отрыва от производства учился в Ленинградской лесотехнической академии, затем окончил аспирантуру и в 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию, отразившую результаты исследований по аэродинамике лесосушильных камер.

Дальнейшую научную работу прервала война. П. С. Серговский ушел добровольцем на фронт. После ранения он работал начальником цеха на одном из заводов Свердловска.

Большая часть жизни Павла Семеновича Серговского посвящена делу подготовки инженерных кадров для деревообрабатывающей промышленности. Уже в военное время он заведовал кафедрой механической обработки древесины в Уральском лесотехническом институте. С 1947 г. он работает в Московском лесотехническом институте, в 1954 г. успешно защитил докторскую диссертацию, а в 1958 г. создал кафедру гидротермической обработки и консервирования древесины, которой руководит и в настоящее время. В течение трех лет он был деканом факультета механической технологии древесины.

Проф. П. С. Серговский ведет большую методическую работу по совершенствованию учебного процесса. Он автор учебных программ по основным курсам кафедры, им написаны учебники, которые выдержали ряд изданий (1958, 1964, 1968, 1975, 1981 гг.). Им опубликовано более 80 работ, среди которых монографии, статьи, доклады на всесоюзных и международных конференциях. Под руководством П. С. Серговского подготовили и защитили диссертации свыше двух десятков кандидатов наук, составивших научную школу, которая внесла существенный вклад в теорию и практику сушки древесины.

Научную деятельность проф. П. С. Серговского отличает умение решать проблемы, важные для производства. Он проводит фундаментальные исследования влагопроводности и предлагает методы расчета продолжительности сушки пиломатериалов, изучает процессы оттаивания древесины и разрабатывает методы их расчета. Он принимал активное участие в разработке ГОСТов на режимы сушки пиломатериалов в камерах периодического и непрерывного действия, а также «Руководящих материалов по камерной сушке пиломатериалов».

Проф. П. С. Серговский — ведущий специалист в области технологии и техники гидротермической обработки древесины, авторитет его признан как в нашей стране, так и за рубежом.

Признанием научных заслуг проф. Серговского П. С. явилось открытие при кафедре Отраслевой лаборатории Минлесбумпрома СССР по сушке древесины. В лаборатории, которой он руководит, выполняются важные теоретические и экспериментальные исследования в области режимов сушки, теплообмена, разрабатываются методы расчета и контроля процессов сушки, ведутся изыскания новых способов обезвоживания древесины.

Проф. П. С. Серговский — член секции научно-методического и научно-технического советов Минвуза СССР, зам. председателя специализированного совета по защите диссертаций. Он член научно-технического совета Минлесбумпрома СССР, советов отраслевых институтов, член редколлегии «Лесного журнала» и журнала «Деревообрабатывающая промышленность», секции редсовета издательства «Лесная промышленность».

Коммунист с 1944 г., П. С. Серговский принимает активное участие в общественной жизни института, неоднократно избирался членом парткома института. Щедрой души человек, добрый товарищ, требовательный к себе и справедливый к другим, крупный ученый П. С. Серговский пользуется всеобщим уважением.

Поздравляя Павла Семеновича Серговского с юбилеем, его товарищи по работе от всего сердца желают ему крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов, счастья и долгих лет жизни.

Факультет автоматизации и комплексной
механизации процессов деревообработки
МЛТИ, редколлегия «Лесного журнала»

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ ЛЕСНОЙ НАУКИ

Ф. А. ЧЕСНОКОВ
(1881—1953)

К 100-летию со дня рождения

Федор Арефьевич Чесноков принадлежит к числу тех немногих отечественных ученых и специалистов, которые получили образование в дореволюционные годы и прокладывали первые, самые трудные пути развития советской лесохимической промышленности и науки в годы их становления.

Ф. А. Чесноков родился в 1881 г. в г. Архангельске. В 1912 г. после окончания Харьковского технологического института он возвратился в Архангельск и работал преподавателем в ряде учебных заведений. После Октябрьской революции и освобождения Севера от иностранных интервентов Федор Арефьевич в течение нескольких лет возглавлял производственный отдел треста «Русская смола».

С 1930 г. начинается научно-педагогическая деятельность Ф. А. Чеснокова в качестве заведующего кафедрой лесохимических производств во вновь организованном Архангельском лесотехническом институте. Как основатель кафедры он проводит большую организаторскую и методическую работу по становлению и формированию лесохимической специальности в институте. В 1932 г. в Архангельске была издана книга Ф. А. Чеснокова «Технология терпентина», которая долгое время оставалась основным учебным пособием для студентов вузов и техникумов по технологии переработки живицы.

В коллектив кафедры, руководимой Ф. А. Чесноковым, вошли высококвалифицированные педагоги-лесохимики: Ф. Ф. Киблер, Н. И. Деньгин, Г. Ф. Рыжков, Ф. А. Васильев, М. В. Кушнер, которые много сделали для развития отечественной лесохимии и подготовки инженерных кадров.

С самого начала на кафедре была организована студенческая научно-исследовательская работа. Объектами исследования являлись побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства, северные смолы, камедь, дубители, процессы синтеза камфоры и др.

Научные исследования Ф. А. Чеснокова были направлены на решение основных задач, стоящих перед развивающейся лесохимией Севера и всей страны в эти годы.

Большой опыт работы Ф. А. Чеснокова в тресте «Русская смола» нашел свое отражение в статьях «Исследование сосновых смол» (1932 г.) и «К вопросу об изучении северных смол» (1933 г.), служивших практическими пособиями для работников смоло-скипидарного производства. Большое внимание Ф. А. Чесноков уделял изучению канифольно-скипидарных производств, причем некоторые из проведенных исследований не потеряли своего значения до настоящего времени. К их числу можно отнести работы, касающиеся проблемы получения стволового осмола и его переработки в канифольно-экстракционном и смоло-скипидарном производствах, а также исследования физико-химических свойств живицы, канифоли, скипидара и продуктов, получаемых при их переработке. Значительное место в трудах Ф. А. Чеснокова занимало изучение производства синтетической камфоры, а также разработка методик инженерных расчетов процессов абсорбции, десорбции, выпарки и ректификации применительно к лесохимической промышленности.

Ф. А. Чесноков — первый советский ученый и специалист, практически решивший проблему выделения водорастворимых веществ лиственницы. Под его руководством была построена промышленная установка для получения камеди из лиственницы на ст. Няндомы Северной железной дороги. Опытный педагог, ученый и производственник Ф. А. Чесноков был хорошим воспитателем будущих специалистов. Многие из его учеников заняли впоследствии достойные места в промышленности и науке.

Впервые под руководством Ф. А. Чеснокова на химико-технологическом факультете АЛТИ была начата подготовка аспирантов. Выполнили и защитили кандидатские диссертации: В. Д. Худовеков на тему «Каталитическая изомеризация пинена в паровой фазе» (1940 г.), Б. Д. Богомолов — «Исследование смоляных масел смол гладкой и икрянки и их применение в качестве горючих и смазочных» (1946 г.), А. А. Соколова — «Исследование и очистка сульфатного скипидара» (1948 г.).

Имя Ф. А. Чеснокова навсегда вошло в историю отечественной лесохимии как одного из ее основоположников, посвятившего свою жизнь разработке научных основ развития отрасли и подготовке для нее высококвалифицированных специалистов.

Б. Д. Богомолов, Б. С. Филиппов,
А. А. Соколова, А. Е. Соснин

Архангельский лесотехнический институт.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. С. Романов.</i> Вдохновляющая перспектива	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>И. И. Гусев.</i> Динамика изменчивости толщины деревьев таежных ельников . .	5
<i>Н. М. Полоза, В. К. Попов.</i> Водообмен сосны в смешанных культурах . . .	8
<i>А. Г. Манита.</i> Радиальный прирост высокопродуктивных сосняков Полесья УССР	11
<i>А. П. Тябера.</i> Объем коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы	14
<i>Г. И. Редько, Е. Н. Наквасина.</i> Влияние уровня минерального питания на се- зонный рост сеянцев сосны и ели	18
<i>Б. Е. Власов.</i> К обоснованию выбора модельного дерева	23
<i>В. Р. Карамышев, П. С. Нартов.</i> Динамика ротационных лесохозяйственных машин с боковым приводом при их перегрузке	26

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Б. В. Уваров, В. В. Щелкунов.</i> Действие подвижной нагрузки на упругое ос- нование	30
<i>Г. К. Лениок, Я. Г. Менишуткин.</i> О надежности лесовозных автомобильных дорог	35
<i>А. М. Кулижников, Е. В. Лозовский.</i> Физико-механические свойства отходов лесопильно-деревообрабатывающей промышленности	39
<i>Е. И. Шелопаев.</i> Прогнозирование влажности и модуля упругости грунтов земляного полотна	42
<i>Н. И. Библюк, В. Н. Витвицкий, А. А. Бойко, Б. Т. Перетятко, И. Л. Мирецкий.</i> Определение модуля упругости при изгибе хлыстов без нарушения их целостности	45
<i>К. А. Чекалкин.</i> К расчету опорных узлов наплавных сооружений	50

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>И. С. Витюниев.</i> Некоторые физико-механические свойства свилсватой древеси- ны явора	56
<i>В. Н. Волюнский.</i> Оценка прочности зубчатых клеевых соединений древесины по их жесткости при изгибе	59
<i>В. Н. Романов, Ю. Н. Стрижев, Е. Ф. Мосин.</i> Метод расчета грунтовых теп- лопотерь бассейнов для гидротермообработки древесины	61
<i>Л. М. Ковальчук, А. С. Жукова.</i> Повышение качества деревянных многослой- ных клееных конструкций путем введения в слой продольных прорезей	65
<i>А. А. Воеводин, Л. А. Губенко.</i> Оценка напряженно-деформированного состоя- ния деревянного элемента с сучком методом голографической интер- ферометрии	70
<i>В. Б. Кунтыш, А. И. Аникин, В. Ф. Васьуга.</i> Тепловая эффективность пучков из труб с пазными отбортованными ребрами промышленных калори- феров	73

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Е. С. Сапотницкий, Б. В. Ермолов, А. И. Киприанов.</i> Задача масштабного перехода при исследовании структуры жидкостного потока в гидролиз- аппаратах	79
<i>В. М. Максимов, Р. И. Дерюжкин, Р. Д. Колесникова, А. М. Давидов.</i> Сос- тав монотерпенов эфирного масла хвои сосны обыкновенной в различных типах леса Усманского бора	83
<i>Т. В. Мальцева, И. А. Гамова, А. А. Эльберт.</i> Модификация свойств древесно- волокнистых плит продуктами взаимодействия карбамида со спиртами	86
<i>Г. И. Сорокина, В. С. Петров.</i> Разработка оптимального режима получения из лесосечных отходов лиственницы сибирской восстановителя для про- изводства кристаллического кремния	90

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

<i>И. В. Турлай.</i> Исследование работоспособности больших лесозаготовительных систем	94
<i>В. Л. Колесников, Т. А. Жонина, И. Н. Пятибратова.</i> Номограмма для оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги	98
<i>В. В. Огурцов.</i> Определение необходимой точности измерения прочности конструкционных пиломатериалов при их сортировке	100

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>В. Н. Монокин, Л. И. Кузнецова.</i> Типы комплексных лесных предприятий и обоснование очередности их создания в Тюменской области	103
<i>Н. С. Бароненко.</i> Эффективность обновления техники	105
<i>Ю. Ю. Тупыця, Е. И. Сенько.</i> Обоснование целесообразности калькулирования себестоимости сбора грибов и дикорастущих ягод с учетом экологических факторов	109

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>В. А. Алексеев.</i> Действие ретарданта ДМХ на прирост деревьев в смешанных молодняках	112
<i>С. А. Оганян.</i> О плодоношении бука восточного в Северной Армении	113
<i>П. А. Положенцев, Л. В. Золотов, И. М. Саввин.</i> Испытание электрического прибора для диагностики зараженности деревьев дуба вторичными вредителями	115
<i>К. А. Миронов.</i> Влияние низовых пожаров на биохимический состав ягод некоторых представителей семейства брусничных	117
<i>А. К. Артоховский, Е. А. Ермаков.</i> К вопросу о влиянии лесных насаждений на гемодинамические показатели здорового человека	120

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

<i>Р. В. Волкова.</i> 50 лет Всесоюзному научно-исследовательскому институту агrolесомеллорации	122
---	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>А. Г. Юдинцева.</i> О состоянии и мерах по улучшению ведения хозяйства в пойменных лесах европейской части СССР	124
<i>Б. Н. Уголев.</i> Всесоюзный форум древесников	125
<i>Н. И. Кожухов.</i> Научное совещание по проблемам повышения эффективности лесозаготовки в районах с ограниченными лесными ресурсами	126

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>К. Б. Лосицкий, В. С. Чуенков.</i> Книга о важной проблеме	128
---	-----

ЮБИЛЕИ

<i>Факультет автоматизации и комплексной механизации процессов деревообработки МЛТИ, редакционная коллегия «Лесного журнала».</i> Юбилей профессора П. С. Сергеевского	130
--	-----

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ ЛЕСНОЙ НАУКИ

<i>Б. Д. Богомолов, Б. С. Филиппов, А. А. Соколова, А. Е. Соснин, Ф. А. Чесноков (1881—1953).</i> К 100-летию со дня рождения	131
---	-----

Рефераты	136
Указатель	140

CONTENTS

<i>E. S. Romanov</i> . An spiriting prospect	3
--	---

FORESTRY

<i>I. I. Gusev</i> . Dynamics of changeability of trees thickness in taiga fir-groves	5
<i>N. M. Popova, V. K. Popov</i> . Water exchange regime of pine in mixed cultures	8
<i>A. G. Manlta</i> . The diameter increment of high-productivity pine stands of Ukraine Polesye zone	11
<i>A. P. Tyabera</i> . Volume of bark, branches and mass of needles in pine stands of Lithuania	14
<i>G. I. Redko, E. N. Nakvasina</i> . Influence of mineral nourishment level on the seasonal growth of pine and spruce seedlings	18
<i>B. E. Vlasov</i> . On the grounds of selecting a model tree	23
<i>V. R. Karamyshev, P. S. Nartov</i> . Dynamics of rotary forestry machines with a side drive at their overloads	26

FOREST EXPLOITATION

<i>B. V. Uvarov, V. V. Shchelkunov</i> . Effect of mobile load on elastic foundation	30
<i>G. K. Lenyuk, Ya. G. Menshutkin</i> . On reliability timber transporting automobile roads	35
<i>A. M. Kulizhnikov, E. V. Lozovsky</i> . Physico-mechanical properties of waste of sawing and woodworking industry	39
<i>E. I. Shelopaev</i> . Prognosing moisture content and modulus of elasticity of sub-grade soils	42
<i>N. I. Biblyuk, V. N. Vitvitsky, A. A. Boiko, B. T. Peretyatko, I. L. Mirefsky</i> . Determining the elasticity modulus while bending tree lengths without breaking them	45
<i>K. A. Chekalkin</i> . On the calculation of bearing knots of raft constructions	50

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>I. S. Vintonov</i> . Some physico-mechanical properties of maple knaggy wood	56
<i>V. N. Volynsky</i> . Strength evaluation of toothed glued joints of wood by their stiffness when bending	59
<i>V. N. Romanov, Yu. N. Strizhev, E. F. Mosin</i> . Method of calculating soil heat losses in ponds for wood hydrothermal treatment	61
<i>L. M. Kovalchuk, A. S. Zhukov</i> . Quality improvement of laminated wood constructions by making longitudinal lamina cuts	65
<i>A. A. Voevodin, L. A. Gubenko</i> . On valuation of stressed-deformed condition of a wooden element with a knot by holographic interferometry method	70
<i>V. B. Kuntys, A. I. Ankin, V. F. Vashuta</i> . Heat efficiency of bunches of pipes supplied with flanged ribs of industrial calorifiers	73

CHEMICAL WOODWORKING

<i>E. S. Sapotnitsky, B. V. Ermolov, A. S. Kiprianov</i> . The problem of scale-up in the study of liquid flow structure in hydrolysis apparatus	79
<i>V. M. Maximov, R. I. Deryuzhkin, R. D. Kolesnikova, A. M. Davudov</i> . Composition of monoterpenes of <i>Pinus silvestris</i> L. needles essential oil in different forest types of Usman pine forest	83
<i>T. V. Maltseva, I. A. Gamova, A. A. Elbert</i> . Modification of properties of fibreboards with urea products	86
<i>G. I. Soroktna, V. S. Petrov</i> . Elaboration of optimum conditions to obtain the reducer for production of crystalline silicon from siberian larch cutting area waste	90

COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

<i>I. V. Turlay</i> . Investigation of working capacity of big logging systems	94
<i>V. L. Kolesnikova, T. A. Zhontna, I. N. Pyatibratova</i> . Nomograph for operative control of sizing writing paper	8

- V. V. *Ogurtsov*. Determination of necessary accuracy in measuring strength of construction lumber when sorting it 100

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- V. N. *Monokin*, L. I. *Kuznetsova*. The types complex forest enterprises and basis for the succession of their creation in the Tyumen region 103
- N. S. *Baronenko*. Efficiency of renovating machinery 105
- Yu. Yu. *Tupytsya*, E. I. *Senko*. The grounds for expediency of calculating the net prices of gathering wild berries and mushrooms with account of ecological factors 109

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- V. A. *Alexeev*. Influence of retardant DMH on the increment of trees in mixed young stands 112
- S. A. *Oganyan*. On seedcrop of *Fagus orientalis* Lipsky in Northern Armenia 113
- P. A. *Polozhentsev*, L. V. *Zolotov*, I. M. *Savvin*. Testing the electric device for the diagnosis of oak trees' infection with secondary pests 115
- K. A. *Mironov*. Influence of surface fires on biochemical composition of berries of some red-bilberry family representatives 117
- A. K. *Artyukhovskiy*, E. A. *Ermakov*. On the question of influence of forest plantations on gemodynamical indicators of healthy man 120

FROM VUSE'S LIFE

- R. V. *Volkova*. Fiftieth anniversary of All-union scientific-research institute of agroforestmelioration 122

SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS

- A. G. *Yudintseva*. On conditions and measures for improvement of managine the flood-lands forests in European part of the USSR 124
- B. N. *Ugolev*. All-union forum of specialists in wood science 125
- N. I. *Kozhukhov*. Scientific deliberation on the problems of improvement of forest exploitation effectiveness in regions with limited forest resources 126

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- K. B. *Lositsky*, V. S. *Chuenkov*. A book on the important problem 128

JUBILEE

- Faculty of automation and complex mechanization of wood-working processes of MFTY, Editorial board of the "Forest journal". Jubilee of prof. P. S. Sergovskiy 130

TO THE MEMORY OF SPECIALISTS IN WOOD SCIENCE

- B. D. *Bogomolov*, B. S. *Fillppov*, A. A. *Sokolova*, A. E. *Sosnin*. F. A. Chesnokov (1881—1853). To the centenary of birth 131

- Referats 136
- Index 140

РЕФЕРАТЫ

Вдохновляющая перспектива. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 3.

УДК 630*521.2:311.16

Динамика изменчивости толщины деревьев таежных ельников. ГУСЕВ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6 с. 5.

В одновозрастных ельниках наблюдается высокая зависимость между изменчивостью толщины деревьев и возрастом древостоя. Изменчивость толщины деревьев зависит от типа возрастной структуры; чем сложнее возрастная структура, тем больше изменчивость толщины деревьев. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 581.116

Водообмен сосны в смешанных культурах. ПОПОВА Н. М., ПОПОВ В. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 8.

Проведены исследования ряда показателей водного режима сосны в чистых и сосново-березовых культурах. Установлено, что примесь березы в насаждениях сосны способствует ее более интенсивному росту, активизирует водообмен в тканях сосны, не нарушая при этом водного баланса в целом. Табл. 5. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*561.3

Радиальный прирост высокопродуктивных сосняков Полесья УССР. МАНИТА А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 11.

По результатам обмера деревьев на постоянных пробных площадях изучены закономерности распределения линейного прироста, влияние некоторых таксационных показателей на его изменчивость. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*5

Объем коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы. ТЯВЕРА А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 14.

Приводятся результаты исследований закономерностей изменения количественных показателей коры, сучьев и хвои в сосняках в зависимости от основных таксационных показателей древостоев. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 631.816:630*232.32

Влияние уровня минерального питания на сезонный рост сеянцев сосны и ели. РЕДЬКО Г. И., НАКВАСИНА Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 18.

Изучена сезонная ритмичность линейного роста и накопления сухого органического вещества одно- и двухлетних сеянцев сосны и ели в лесном питомнике открытого грунта при различной степени обеспеченности почв питательными элементами. Показана специфика влияния минеральных подкормок, внесенных в течение сезона вегетации, на ритм роста сеянцев. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*564

К обоснованию выбора модельного дерева. ВЛАСОВ В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 23.

Аппарат теории случайных функций применяется для обоснования выбора модельного дерева. В качестве основных факторов рассматриваются условия стационарности и эргодичности процесса роста. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 621.825:630*65.011.54

Динамика ротационных лесохозяйственных машин с боковым приводом при их перегрузке. КАРАМЫШЕВ В. Р., НАРТОВ П. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 26.

Приведены зависимости, позволяющие анализировать динамические нагрузки при перегрузке ротационных лесохозяйственных машин, имеющих боковой привод и защищенных фрикционными предохранительными муфтами, установленными на каждом рабочем органе. Ил. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.731.001.24

Действие подвижной нагрузки на упругое основание. УВАРОВ Б. В., ШЕЛКУНОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 30.

Приводятся расчеты действия подвижной нагрузки на линейно-деформируемое основание. Расчеты даны для общего случая. Подробно рассмотрено воздействие на полупространство. Существенное отличие в сравнении со статической имеет место при скорости, близкой к скорости распространения поперечной волны. Ил. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.711.84:62-192

О надежности лесозозных автомобильных дорог. ЛЕНЮК Г. К., МЕНШУТКИН Я. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 35.

Изложен метод расчета надежности лесозозной автомобильной дороги как сложной технической системы длительного действия. Предложен показатель эффективности функционирования и показана возможность объективного выбора типа дорожной одежды. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 625.731.9.001.5

Физико-механические свойства отходов лесопильно-деревообрабатывающей промышленности. КУЛИЖНИКОВ А. М., ЛОЗОВСКИЙ Е. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 39.

Обобщены известные и приведена методика определения характерных для дорожного строительства физико-механических свойств древесных отходов, рассмотрен вопрос возможности использования древесных отходов в качестве материала для устройства теплоизолирующих и напильнорезервирующих слоев дорожных одежд. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.731.1.042

Прогнозирование влажности и модуля упругости грунтов земляного полотна. ШЕЛОПАЕВ Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 42.

Рассмотрены особенности увлажнения земляного полотна дорог с учетом водно-теплового режима в условиях одномерных и двумерных схем. Даны уточненные параметры грунтов (влажности и модули упругости), необходимых для расчета нежестких дорожных одежд. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 629.114.3

Определение модуля упругости при изгибе хлыстов без нарушения их целостности. БИБЛЮК Н. И., ВИТВИЦКИЙ В. Н., БОЙКО А. А., ПЕРЕТЯТКО В. Т., МИРЕЦКИЙ И. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 45.

Изложена методика определения модуля упругости древесины при изгибе хлыста как двухопорной балки с консольной частью. Приведены результаты экспериментального определения модуля упругости для хлыстов карпатской ели и характера его изменения по длине хлыста. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 656.6.001.24

К расчету опорных узлов наплавных сооружений. ЧЕКАЛКИН К. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 50.

Рассматривается применение теории гибких нитей к расчету опорных узлов наплавных сооружений при заданной горизонтальной нагрузке. На основе сочетания метода расчета гибких нитей как цепной линии и как параболы излагается новый метод расчета якорных штейм опорных узлов. Ил. 2. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 674.031.772.224.3

Некоторые физико-механические свойства свилеватой древесины явора. ВИНТОНИВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 56. Исследованы физико-механические свойства древесины явора в сравнении с другими видами древесины аномального строения. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 621.792.052:630*824

Оценка прочности зубчатых клеевых соединений древесины по их жесткости при изгибе. ВОЛЫНСКИЙ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 59.

В исследованиях показана хорошая взаимосвязь между модулем упругости и пределом прочности при изгибе образцов сосны, склеенных на зубчатый шип. Установлено, что уравнения связи между указанными показателями различны для цельной и клееной древесины. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.046.006.016

Метод расчета грунтовых теплопотерь бассейнов для гидротермообработки древесины. РОМАНОВ В. Н., СТРИЖЕВ Ю. Н., МОСИН Е. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 61.

Методом интегрального преобразования Лапласа решается система уравнений одномерной теплопроводности для ограждения бассейна и грунта. Получены аналитические зависимости для расчета теплопотерь в ограждение и в грунт. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674-419.3

Повышение качества деревянных многослойных конструкций путем введения в слой продольных прорезей. КОВАЛЬЧУК Л. М., ЖУКОВА А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 65.

Рассматривается влияние продольных прорезей на качество клееных деревянных конструкций. Установлены количество и глубина прорезей в склеиваемых элементах и определена прочность клееных элементов в зависимости от указанных параметров. Приведены сравнительные данные по расслаиванию клееных элементов с прорезями и без

них при циклических влажностных испытаниях и выдержке в атмосферных условиях. Показано, что прочность клееных конструкций в переменных влажностных условиях может быть повышена путем введения в слой продольных прорезей. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 535.8

Оценка напряженно-деформированного состояния деревянного элемента с сучком методом голографической интерферометрии. ВОЕВОДИН А. А., ГУБЕНКО Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 70.

Задача исследования — определение деформаций и напряжений в деревянном элементе с сучком, подвергаемом воздействию осевых сжимающих сил. Для этой цели использован метод голографической интерферометрии, позволяющий оценить напряженно-деформированное состояние объекта как в целом, так и в отдельных интересующих исследователя зонах. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 536.244

Тепловая эффективность пучков из труб с насадными отбортованными ребрами промышленных калориферов. КУНУТЫШ В. В., АНИКИН А. И., ВАШУТА В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 73.

Исследованы теплоотдача, контактное термическое сопротивление и аэродинамическое сопротивление одно-, двух- и трехрядных коридорных и шахматных тесных пучков из оребренных труб, применяемых в калориферах лесосушильных камер, например типа СПМ-2К. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 66.02.001.57

Задача масштабного перехода при исследовании структуры жидкостного потока в гидролизаторах. САПОТНИЦКИЙ Е. С., ЕРМОЛОВ В. В., КИПРИАНОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 79.

Решается задача осуществления масштабного перехода от уменьшенной физической установки до реакторов промышленных размеров. Показано, что в рамках методов физического моделирования масштабируется только одна составляющая продольного перемешивания: турбулентные пульсации жидкости. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630*892.6:674.032.471.4

Состав монотерпенов эфирного масла хвои сосны обыкновенной в различных типах леса Усманского бора. МАКСИМОВ В. М., ДЕРЮЖКИН Р. И., КОЛЕСНИКОВА Р. Д., ДАВУДОВ А. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 83.

На основании исследования монотерпеновой фракции эфирного масла хвои сосны обыкновенной в основных типах леса Усманского бора Воронежской области и распределения деревьев по типам биосинтеза, выделенным на основе содержания основных компонентов фракции α -пинена и Δ^3 -карена, установлено, что структура популяций сосны обыкновенной по типам биосинтеза монотерпенов в эфирном масле хвои зависит от лесорастительных условий. Табл. 3. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 674.817-41

Модификация свойств древесноволокнистых плит продуктами взаимодействия карбамида со спиртами. МАЛЬЦЕВА Т. В., ГАМОВА И. А., ЭЛЬБЕРТ А. А.

Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 86.

Установлено, что при нагревании карбамид реагирует со спиртами с образованием продуктов, которые в свою очередь способны к дальнейшим реакциям с компонентами древесного комплекса. Показано, что с увеличением атомности низкомолекулярного спирта показатели физико-механических свойств плит ухудшаются. В случае применения поливинилового спирта избыток гидроксильных по отношению к аминогруппам снижает показатели плит. Оптимальным является эквивалентное соотношение групп. Показано, что ведущая роль в получении качественного материала принадлежит суммарному эффекту влияния аминных и гидроксильных групп. Табл. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*867.5

Разработка оптимального режима получения восстановителя из лесосечных отходов лиственницы сибирской для производства кристаллического кремния. СОРОКИНА Г. И., ПЕТРОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 90.

Приведены результаты исследований по оптимизации технологических параметров получения восстановителя из лесосечных отходов лиственницы сибирской для производства кристаллического кремния. Получены адекватные математические модели, описывающие влияние технологических факторов на параметры оптимизации. Рекомендован оптимальный режим пиролиза лесосечных отходов лиственницы сибирской. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*30

Исследование работоспособности больших лесозаготовительных систем. ТУРЛАЙ И. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 94.

Изложена методика оценки работоспособности больших лесозаготовительных систем представлением их графами. Приведены результаты исследования лесопромышленного предприятия с учетом работоспособности всех фаз работ. Ил. 3. Табл. 1.

УДК 676.23:668.31

Номограмма для оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги. КОЛЕСНИКОВ В. Л., ЖОНИНА Т. А., ПЯТИБРАТОВА И. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 98.

Получена четырехфакторная нелинейная математическая модель и номограмма в сопряженных квадрантах для оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги на одной из бумажных фабрик. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.09-791.8

Определение необходимой точности измерения прочности конструкционных пиломатериалов при их сортировке. ОГУРЦОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 100.

Представлены графики, позволяющие прогнозировать достоверность сортировки и определять необходимую точность измерения прочности конструкционных пиломатериалов. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*79 + 630*6(571.12)

Типы комплексных лесных предприятий и обоснование очередности их создания в Тюменской области. МОНОКИН В. Н., КУЗНЕЦОВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 103.

Обоснована очередность организации комплексных лесных предприятий (КЛП) в Тюменской области. Для этого предприятия сгруппированы по ряду факторов, отражающих различия в природных и экономических условиях, и установлена специфика структуры (тип) КЛП. На первом этапе (до 1990 г.) в Тюменской области намечено организовать шесть предприятий постоянного действия (на базе семи леспромпхозов и восьми предприятий лесного хозяйства). Экономический эффект от организации предприятий составляет более 6 млн. р.

УДК 658.274.004.68

Эффективность обновления техники. БАРОНЕНКО Н. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 105. На примере лесопромышленного производства анализируется один из вопросов ускорения освоения проектных мощностей — моральный износ оборудования. Дается формула для определения затрат на эксплуатацию и замену устаревшей техники. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*6

Обоснование целесообразности калькулирования себестоимости сбора грибов и дикорастущих ягод с учетом экологических факторов. ТУПЫЦА Ю. Ю., СЕНЬКО Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 109.

В целях улучшения планирования и рационального использования грибов и дикорастущих ягод обоснован состав калькуляционных статей затрат на сбор этих видов продукции с учетом их особенностей. Доказана необходимость включения в себестоимость статьи «экологические издержки», учитывающей затраты предприятий на охрану и воспроизводство грибов и дикорастущих ягод. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*243.8:631.811.98

Действие ретарданта ДМХ на пророст деревьев в смешанных молодняках. АЛЕКСЕЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 112. Опыты по обработке крон молодых деревьев водными растворами № №-диметилморфолинийхлорида (ДМХ) в концентрации 0,25—2 % (1,25—10 мг/га д.в.) показали, что указанный препарат незначительно уменьшает пророст березы и осины в высоту и частично ингибирует рост ели и, особенно, сосны. Вследствие этого ретардант ДМХ не может найти применения в качестве регулятора роста при уходе в смешанных молодняках. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*232.311.1:630*176.322.2

О плодоношении бука восточного в Северной Армении. ОГАНЯН С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 113.

Приводятся результаты изучения плодоношения бука восточного в 1979 г. в Северной Армении на трех высотных стационарах АрмНИЛОС. Показано, что между плодоношением и высотой местности, формовой принадлежностью и возрастом плодоносящих деревьев существует определенная связь. Наличие связи количественных и качественных характеристик урожая с формами по цвету коры не доказано. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*413.9:591.181

Испытание электрического прибора для диагностики зараженности деревьев дуба вторичными вредителями. ПОЛОЖЕН-

ЦЕВ П. А., ЗОЛОТОВ Л. В., САВВИН И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 115.

Прибор применяется для оценки патологического состояния деревьев. Табл. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 634.73:630*43

Влияние низовых пожаров на биохимический состав ягод некоторых представителей семейства брусничных. МИРОНОВ К. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 117.

Приводится сравнительный анализ химического состава ягод брусники, голубики, клюквы и черники на участках после пожара и не тронутых огнем. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*22:599.9-056.22

К вопросу о влиянии лесных насаждений на гемодинамические показатели здоровья человека. АРТЮХОВСКИЙ А. К., ЕРМАКОВ Е. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 120. Изложены предварительные результаты исследований влияния микроклимата различных насаждений на организм здорового человека. Отмечено, что воздух суборевых насаждений оказывает на организм здорового человека более заметное воздействие, чем воздух су-дубрав: стабильно повышается насыщение крови кислородом и снижается артериальное давление. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 06.091

50 лет Всесоюзному научно-исследовательскому институту агролесомелиорации. ВОЛКОВА Р. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 122.

УДК 061.3:630*263

О состоянии и мерах по улучшению ведения хозяйства в пойменных лесах европейской части СССР. ЮДИНЦЕВА А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 124.

УДК 061.3:630*81

Всесоюзный форум древесиноведов. УГОЛЕВ Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 125.

УДК 061.3:630*611

Научное совещание по проблемам повышения эффективности лесозосплатации в районах с ограниченными лесными ресурсами. КОЖУХОВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 126.

УДК 630*22(049.3)

Книга о важной проблеме. ЛОСИЦКИЙ К. В., ЧУЕНКОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 128.

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»
в 1981 г.**

ПЕРЕДОВЫЕ

- Воронин И. В.** Организация выполнения задач, поставленных XXVI съездом КПСС перед лесным хозяйством. № 3—3.
- Коган С. Н.** Новые горизонты социального и научно-технического прогресса. № 1—3.
- Коган С. Н.** Лес: научно-технический прогресс и экология. № 5—3.
- Романов Е. С.** Вдохновляющая перспектива. № 6—3.
- Трофимов П. М.** Претворим решения XXVI съезда КПСС! № 2—3.

ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

- Мелехов И. С.** Учебно-опытные лесхозы вузов и научно-технический прогресс. № 3—12.
- Моисеев Н. А., Сеницын С. Г.** Непрерывное и неограниченное пользование лесом — основополагающий принцип организации лесозащиты и лесного хозяйства. № 3—5.
- Николаюк В. А.** Леса и проблемы лесного хозяйства в зоне БАМа. № 1—6.
- Петров А. П.** Измерение экономической, социальной и экологической эффективности комплексного использования лесных ресурсов. № 2—5.
- Соминский В. С.** Целлюлозно-бумажная промышленность в лесохозяйственном и народнохозяйственном комплексе. № 2—8.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Альбенский А. В., Калинин И. В., Краснова Т. С.** Семенные поколения призывков ясеней. № 3—39.
- Астратова А. Н., Пчелин В. И.** К вопросу о строении, плотности и прочности древесины сосны обыкновенной в казанских географических культурах. № 5—21.
- Ахмеров А. М.** Приживаемость, сохранность, изменение числа деревьев и заселенность в культурах сосны I класса возраста. № 2—32.
- Бирюков В. И., Ивонин В. М., Васенка Г. И.** О вычислении поверхности хвои сосны обыкновенной в культурах на площадях гидрографического фонда. № 5—18.
- Васильев Н. Д.** Влияние механического состава дерново-подзолистых почв на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной. № 3—19.
- Власов Б. Е.** К обоснованию выбора модельного дерева. № 6—23.
- Войчал П. И., Барабин А. И.** Простой способ определения урожая ели. № 4—19.
- Герушинский З. Ю., Гут Р. Т., Крицкий Г. Т., Кузнецов Р. Ф.** Особенности биоэлектрической активности сосны обыкновенной в географических культурах Расточья. № 5—31.
- Глушенок И. С.** Исследование закономерностей динамики среднего изменения запаса по ведущим сорти-

- ментам в сосняках различной производительности. № 2—22.
- Гусев И. И.** Полнодревесность стволосели на Европейском Севере. № 1—12.
- Гусев И. И.** Динамика изменчивости толщины деревьев таежных ельников. № 6—5.
- Давидов Г. М.** Связь между средней высотой, диаметром кроны и диаметром на высоте груди в древостоях. № 5—28.
- Иванова Э. А.** Состояние и причины ослабления молодняков сосны на белеших вырубках. № 5—23.
- Калинин М. И.** Структура и пластичность корневой системы сосны обыкновенной. № 4—13.
- Калинин М. И., Таунчик В. К., Лантух В. С.** Восстановительная способность корней сосны и дуба в смешанных сосново-дубовых культурах. № 5—15.
- Калущий К. К., Крылов Г. В., Болотов Н. А.** Опыт и перспективы интродукции древесных пород в создании лесов будущего. № 5—6.
- Карамышев В. Р., Нартов П. С.** Динамика ротационных лесохозяйственных машин с боковым приводом при их перегрузках. № 6—26.
- Карташова Н. М.** Анатомическая структура листьев ольхи серой, культивируемой на промышленных отвалах Курской магнитной аномалии. № 4—10.
- Колесников Ю. И., Ларин Г. И.** Расчет сил сопротивления подрезанию почвенного пласта затупленным лезвием лемеха лесного плуга. № 4—26.
- Лебедев А. В.** Резистентность ели европейской в различных условиях рекреационной нагрузки. № 1—27.
- Лелехин А. В.** Изменение таксационных показателей сосняков в процессе прореживания. № 3—27.
- Манига А. Г.** Радикальный прирост высокопродуктивных сосняков Полесья УССР. № 6—11.
- Мурманская Н. П., Тутыгин Г. С.** Предпосадочное хранение саженцев ели различных размеров. № 1—19.
- Писарьков Х. А.** О водоохранном и водорегулирующем значении осушения лесных болот. № 2—13.
- Поляков В. С., Петропавловский В. С.** Строение, рост и продуктивность насаждений ольхи серой Псковской области. № 1—17.
- Попов В. И., Попова Н. М.** Особенности накопления зеленых пигментов в хвое сосны чистых и смешанных культур. № 3—32.
- Попова Н. И., Попов Б. К.** Водообмен сосны в смешанных культурах. № 6—8.
- Пошарников Ф. В.** Анализ траекторий падения лесных семян при высеве катушечными высевальными аппаратами. № 1—23.
- Поуровский Р. И.** Норматив для определения объемов рубок ухода в хвойно-лиственных молодняках. № 3—30.
- Разин Г. С.** Способ определения оптимальной текущей густоты древостоев при их целевом выращивании. № 3—35.

- Редько Г. И., Накзасина Е. Н.** Влияние уровня минерального питания на сезонный рост сеянцев сосны и ели. № 6—18.
- Розенберг Г. С., Фенлистов П. А.** О прогнозировании прироста сосны и ели методами регрессионного анализа. № 2—18.
- Сафронова Г. П., Пестова Л. А.** Влияние различных мульчирующих материалов на температуру и влажность почвы в лесном питомнике. № 3—23.
- Сляднев А. П.** Влияние разных форм и доз азотного удобрения на рост сосновых жердняков. № 2—36.
- Тябера А. П.** Объем коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы. № 6—14.
- Цурик Е. И.** Об особенностях таксационного строения девственных буковых древостоев Карпат. № 2—25.
- Цыплаков В. В., Назаров Ю. П.** К вопросу о фрезерной обработке лесной почвы и ее температурном режиме. № 4—22.
- Чернышера И. К., Князева В. Э., Дымович В. А.** Антибиотическая активность фитопатогенных грибов — возбудителей шютте хвои сосны и ели. № 4—17.
- Швиденно А. З., Строчинский А. А.** Нормативы для оценки запаса древостоев при обработке данных выборочно-измерительной таксации в еловых и буковых лесах Карпат. № 4—3.
- Яковлев А. С., Незабудкин Г. К.** Эффективность длительного влияния люпина многолетнего на рост лесных культур дуба. № 4—6.
- ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ**
- Анисимов Г. М., Пустошный П. А.** Прогнозирование использования передач трелевочного трактора. № 2—55.
- Библюк Н. И.** Исследование свободных колебаний пакета хлыстов переменного поперечного сечения. № 5—41.
- Библюк Н. И., Витвицкий В. Н., Бойко А. А., Перетятко Б. Т., Мирещкий И. Л.** Определение модуля упругости при изгибе хлыстов без нарушения их целостности. № 6—45.
- Бойко А. А., Библюк Н. И., Мирещкий И. Л.** Определение модуля упругости древесины хлыстов при кручении. № 5—59.
- Данченко О. И.** Зависимость скорости филлатрации от гидравлического градиента в торфах. № 5—54.
- Демидовский Б. Е.** Исследование коэффициентов трения неметаллических материалов тормозных колодок в условиях лесовозных дорог колес 750 мм. № 5—50.
- Дуров А. В.** Эксплуатационная топливная экономичность лесовозного автопоезда КраЗ-255Л. № 3—42.
- Жаденов В. С., Чайна О. Р., Харитонов Ю. С.** Исследования влияния приемов пиления на производительность электромоторных пил ЭПЧ-3 при раскряжевке хлыстов. № 1—50.
- Жуков А. В.** Оценка динамики лесозаготовительных машин при транспортировке деревьев на тягаче в погруженном положении. № 3—59.
- Жуков А. В., Ирильчин А. И.** Общая методика оценки траектории движения лесовозного автопоезда при повороте. № 5—36.
- Ильин Б. А.** О размещении сети лесовозных дорог в лесных массивах. № 4—56.
- Клычников П. Д.** Кинематика поворота двухкомплектного автопоезда. № 2—43.
- Коротяев Л. В.** Влияние объема леса, стрелованного по волоку, на коэффициент сопротивления перемещению пачек деревьев и хлыстов. № 1—43.
- Коротяев Л. В.** Исследование релаксационных колебаний трелевочных и штабелесовых канатных установок. № 4—30.
- Кочегаров В. Г., Дербин Б. М.** Заготовка леса с сортировкой хлыстов в процессе очистки деревьев от сучьев. № 5—45.
- Кочегаров В. Г., Ширнин Ю. А.** Исследование некоторых параметров трелевочных машин. № 4—47.
- Кувалдин Б. И., Кирсанов А. Д.** Об оптимальном соотношении между осевыми нагрузками локомотивов и вагонов на лесовозных дорогах узкой колеи. № 1—32.
- Кулижников А. М., Лозовский Е. В.** Физико-механические свойства отходов лесопильно-деревообрабатывающей промышленности. № 6—39.
- Кулижников А. М., Лунина В. А.** К определению морозоустойчивости дорожных одежд с теплоизолирующими слоями. № 3—51.
- Ленюк Г. К., Меншуткин Я. Г.** О надежности лесовозных автомобильных дорог. № 6—35.
- Марченко П. Ф.** Соотношения между ускорениями точек автовоза при движении на повороте. № 1—34.
- Марченко П. Ф.** Уравнения движения автовоза на повороте. № 2—29.
- Меньшиков В. Н.** Влияние вылета манипулятора валочно-пакетирующей машины на ее производительность. № 3—46.
- Меремьянин Ю. И.** Количественный анализ уровня повышения безопасности труда при радиоограждении опасной зоны на лесосечных работах. № 2—58.
- Морозов С. И., Попов М. В.** О применении сварного пути на лесовозных УЖД. № 2—40.
- Павлов Ф. А., Жданов В. Н., Вишняков А. С.** Эффект применения синтетического нетканого материала в основании колеиного покрытия из железобетонных плит. № 4—38.
- Сабов В. В., Тарасов А. А.** Повышение долговечности вильных цепей путем магнитной обработки. № 2—62.
- Слепко И. И., Матвеев Э. Н.** Теоретические исследования усилий в тягаче канате при подтягивании хлыстов к трассе установки. № 1—38.
- Слодязич Я. В., Андреев-Твердов А. И.** Исследование влияния основных параметров лесосечных транспортных машин на эффективность их работы. № 4—52.
- Уваров В. В., Щелкунов В. В.** Действие подвижной нагрузки на упругое основание. № 6—30.
- Хегай В. К.** О некоторых вопросах динамики валочно-пакетирующих машин (ВПМ) при пакетировании деревьев. № 4—43.
- Храмцов Г. Ф., Бадюнов В. Ф.** К вопросу о расчете вертикальной динамики лесовозного автопоезда. № 3—54.
- Чекалкин И. А.** К расчету опорных узлов наплавных сооружений. № 6—50.
- Шелопаев Е. И.** Прогнозирование влажности и модуля упругости грунтов земляного полотна. № 6—42.
- МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ**
- Афанасьев О. П.** Физическое моделирование динамических процессов. № 3—70.

- Афанасьев О. П. Критерии подобия и формулы пересчета при моделировании различных технологических процессов. № 4—62.
- Варанин М. Ю. Воковая жесткость и колебания ленточных пил в зависимости от различных факторов. № 4—82.
- Веселков В. И., Исупова Т. С. Экспериментальная установка для исследования динамики механизмов резания ленточнопильных станков. № 3—78.
- Винтонив И. С. Некоторые физико-механические свойства свилеватой древесины явора. № 6—56.
- Винтонив И. С., Мергель С. С., Щибрик Е. А. Влияние экстрагирования на акустические свойства резонансной древесины. № 5—85.
- Воеводин А. А., Губенко Л. А. Оценка напряженно-деформированного состояния деревянного элемента с сучком методом голографической интерферометрии. № 6—70.
- Волынский В. Н. Оценка прочности зубчатых клеевых соединений древесины по их жесткости при изгибе. № 6—59.
- Глебов И. Т. Трение и давление на зубьях в момент отбоя-скобления при рамном пилении древесины. № 2—80.
- Дунаева В. В. Контроль натяжения рамных пил по частоте их изгибных колебаний. № 5—68.
- Дьяконов И. Ф., Щенин В. А. Изменение гигроскопичности древесины сосны от температурного воздействия при циклическом нагреве. № 1—65.
- Ерылов Б. П., Липцев Н. В., Чибирев В. Е. Определение эффективного коэффициента диффузии с помощью динамического модуля сдвига. № 4—70.
- Ерыхов Б. П., Сирилова В. И. Исследование набухания древесностружечных плит методом крутильных колебаний. № 1—63.
- Есафова З. Я., Есафов В. Д. Влияние кинематического угла встречи на силовые параметры резания при встречном и попутном пилении. № 5—82.
- Иванов Ю. М. О длительной прочности древесины. № 5—71.
- Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний. № 2—66.
- Исупова Т. С. Прогнозирование работоспособности ленточных пил. № 5—75.
- Калитеевский Р. Е., Коноплева И. А. Влияние системы поставов на дробность сортировки бревен при ограниченном числе выпиливаемых сечений пиломатериалов. № 4—78.
- Ковальчук Л. М., Жукова А. С. Повышение качества деревянных многослойных клееных конструкций путем введения в слой продольных прорезей. № 6—65.
- Кунтыш В. Б., Анинин А. И., Васьута В. Ф. Тепловая эффективность пучков из труб с насадными отбортованными ребрами промышленных калориферов. № 6—73.
- Кунтыш В. Б., Пиир А. Э. Теплоотдача и сопротивление шахматных пучков оребренных труб для воздушнонагревателей лесосушильных камер. № 1—67.
- Мацкевич Д. Д., Шляпников А. П. Математическое моделирование полнодревесности технологической щепы. № 5—79.
- Мельников Н. А., Мовнин М. С. К вопросу применения измерительных преобразователей размеров в лесопилении и деревообработке. № 1—53.
- Миронов Г. С., Кондратьев В. И. Исследование работы пильных узлов слесерной установки. № 5—64.
- Михайлова А. Р. О распределении напряжений во впадинах зубьев рамных пил. № 4—90.
- Моисеев А. В., Столяр В. А. Метод определения износа дереворежущего инструмента. № 2—71.
- Наталич А. Ф., Дыскин И. М. Исследование процесса подпрессовки стружечных пакетов. № 1—60.
- Новослов Ю. В. Математическая модель барабанной сушилки как объекта управления. № 3—82.
- Покровский Б. Г., Глейзер В. М., Дричик Ю. С., Лютый О. А. К вопросу повышения качества изготовления специализированных мебельных щитов. № 2—73.
- Романов В. Н., Стрижев Ю. Н., Мосин Е. Ф. Метод расчета грунтовых теплопотерь бассейнов для гидро-термообработки древесины. № 6—61.
- Санников А. А., Павлов Л. С. Экспериментальные исследования распространения упругих волн в грунте от фундаментов лесорам. № 2—85.
- Селезнев А. Ф. О динамике механизма резания ленточнопильного станка. № 3—89.
- Сидельников А. Г., Александров А. В., Терентьев О. А. К вопросу о выборе толщины перфорированных плит потокораспределителей напорных ящиков бумагоделательных машин. № 4—75.
- Снопков В. Б., Сухая Т. В. Влияние некоторых факторов на эффективность применения сапропеля в производстве древесноволокнистых плит. № 4—86.
- Суровцева Л. С. Распределение бездефектных отрезков, полученных из отпада от экспорта, по длине. № 1—71.
- Терехина Л. А. Методика приближения оценки мощности двигателя механизма подачи шпалорезного станка. № 3—85.
- Тюриков Ф. Т., Теплова Н. Р. Резерв использования фанерного сырья. № 4—80.
- Чубов Н. И. Композиционные антифрикционные древесные материалы. № 1—57.
- Щербань В. Н. Исследование процесса затупления рубильных ножей машин МРР-20. № 2—77.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Арисланов О. Н., Хрулев В. М. Склеивание модифицированной древесины, содержащей недоотвержденный модификатор. № 2—91.
- Богданович Н. И., Гельфанд Е. Д., Парфентьева Н. А. Исследование взаимодействия гидролизного лигнина в твердой фазе с газообразным серным ангидридом. № 4—98.
- Богомолов Б. Д., Горбунова О. Ф., Боголицына Г. М. О возможности использования метилмеркаптана натрия при сульфатной варке целлюлозы. № 3—97.
- Вздорникова Р. М., Шмулевская Э. И., Ливеровский А. А. Химический состав нейтральной части коллильного препарата «Вахтоль». № 3—103.
- Ерыхов Б. П., Наумов А. Н., Раппопорт Р. М. Резонансный метод определения модуля сдвига целлюлозно-бумажных материалов. № 2—94.
- Каменков С. Д., Гамова И. А., Эльберт А. А. Исследование модифицированного связующего на основе карбамидной и новолачной фенолформальдегидной смолы. № 3—94.

- Киприанов А. И., Прохорчук Т. И., Кибасова Е. Н., Митрофанова Л. М. Влияние процесса выпарки на состав органических веществ сульфатных целлюлоз. Групповой состав органических веществ черных целлюлоз лиственного потока Котласского ЦБК. № 4—95.
- Киселев И. Я. Гидролизный лигнин — наполнитель технологической смазки для холодной обработки металлов давлением. № 2—89.
- Кононов Г. Н., Азаров В. И. Взаимодействие эпихлоргидрина с углеводами древесины. № 3—101.
- Кравченко М. И., Ефремова Т. В., Киприанов А. И., Уткин С. П. О методе определения коэффициента стесненной диффузии в целлюлозо-содержащем материале. № 1—77.
- Лысяк Т. К., Неленин Ю. Н., Жалина В. А., Эйндерст З. П. Влияние добавок щепы из тонкомерной древесины на выход и качество сульфатной лиственной целлюлозы. № 5—87.
- Максимов В. М., Дерюжкин Р. И., Ефимов Ю. П., Колесникова Р. Д. Состав монотерпенов эфирного масла хвой клонов сосны обыкновенной и их семенного потомства. № 5—91.
- Максимов В. М., Дерюжкин Р. И., Колесникова Р. Д., Давидов А. М. Состав монотерпенов эфирного масла хвой сосны обыкновенной в различных типах леса Усманского бора. № 6—83.
- Мальцева Т. В., Гамова И. А., Эльберт А. А. Модификация свойств древесноволокнистых плит продуктами взаимодействия карбамида со спиртами. № 6—86.
- Миловидова Л. А., Пазухина Г. А. Изменение физико-химических свойств целлюлозы в процессе сульфатной стадии содово-сульфит-сульфатной варки березовой древесины. № 1—88.
- Мухина М. В., Гераськина С. С., Ионова Т. Ф., Ковалев В. Е., Некрасова В. Б. Исследование фитостерина и синтез из него стероидных соединений. № 1—91.
- Неленин Ю. Н., Кенин В. Г., Жалина В. А., Филиппов А. В. Состав дурнопахнущих газов при варке полуцеллюлозы с зеленым целлюлозом. № 1—75.
- Новожилов Е. В., Миловидова Л. А., Прокшин Г. Ф. Изучение состава и свойств гемицеллюлоз, выделенных из моносльфитного щелока различными методами. № 5—100.
- Пен Р. З., Пиядина Б. А. О причинах пониженной прочности на разрыв целлюлозы из древесины лиственных. № 5—96.
- Полуянович В. Я., Клюев Ю. П. Использование модифицированного таллового масла для пластификации наполненного полиэтилена. № 4—105.
- Сапожников Е. С., Ермолов Б. В., Киприанов А. И. Задача масштабного перехода при исследовании структуры жидкостного потока в гидроязлапаратах. № 6—79.
- Свиридов В. В., Шебалова Н. М., Гаренских В. Ф. Влияние концентрации водородных ионов на флотационное выделение кормовых дрожжей. № 1—80.
- Соколова О. К., Соколова Т. А., Ришес Н. М., Зарубин М. Я. Исследование химического состава кислот на основе ПАВ-смола. № 1—83.
- Сорокина Г. И., Петров В. С. Разработан оптимального режима получения из лесосеменных отходов лиственных сибирской восстановителя для производства кристаллического кремния. № 6—90.
- Терегеря Н. В., Терегеря В. В., Медников Ф. А. Поверхностно-активные вещества из таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины. № 3—106.
- Цмыг Н. Г., Валендо П. Ф. Использование полимерного коагулянта катионного типа в производстве водостойкого картона. № 4—103.
- Шустерзон Г. И. Ускоренный метод контроля процесса отверждения клеевых соединений. № 2—98.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

- Апостолок С. А., Юринец В. Е. К вопросу моделирования профиля обработанной поверхности при цилиндрическом фрезеровании древесины с учетом вибрации системы СПИД. № 5—104.
- Винокуров В. Н. Модель технологической долговечности почворежущих элементов. № 2—102.
- Ковалев Н. Ф., Федоренчик А. С. Буферные емкости и производительность в потоках лесозаготовок. № 2—111.
- Колесников В. Л., Жонина Т. А., Пятибратова И. Н. Номограмма для оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги. № 6—98.
- Лурье Л. З. Особенности методики технологической подготовки лесопильных предприятий к комплексной механизации и автоматизации основных процессов. № 1—99.
- Мазуркин П. М., Ширнин Ю. А., Гордеев С. М. Эвристическое моделирование лесозаготовительного процесса. № 5—107.
- Мурашкин Н. В., Архипов Ю. И., Тюрин Е. Т. О научной организации техобслуживания и ремонта трелевочных тракторов. № 4—109.
- Огурцов В. В. Достоверность автоматической сортировки конструктивных пиломатериалов по прочности. № 3—109.
- Огурцов В. В. Определение необходимой точности измерения прочности конструктивных пиломатериалов при их сортировке. № 6—100.
- Пахунов Ю. В., Ефанова Р. А. Оценка напряженности труда машинистов-операторов лесозаготовительных машин по данным радиотелеметрии. № 1—95.
- Петровский Е. С., Ефремов М. С., Горбань О. И., Хренова В. П. Математическая модель хлыстов для типовых АСУТП производства круглых лесоматериалов. № 2—106.
- Рыков Е. Н. К математическому описанию отклонений и срывов загрузочно-транспортной операции от нормального ее выполнения при моделировании. № 3—116.
- Рыков Е. Н. Составление моделирующего алгоритма для процесса загрузки заготовок на автоматизированном загрузочном устройстве. № 4—111.
- Семенов М. Ф. Особенности оптимизации эксплуатационных параметров силовых передач лесозаготовительных машин. № 3—112.
- Турлай И. В. Исследование работоспособности больших лесозаготовительных систем. № 6—94.
- Чивиксин Л. Е. Исследование процесса перевозки лесопроductии на складах. № 1—102.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Бадмаева С. Д. Анализ эффективности использования основных фондов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. № 5—124.
- Бароненко Н. С. Эффективность обновления техники. № 6—105.
- Береславская В. А. К вопросу прогнозирования развития лесозаготовительных предприятий в условиях ограниченного лесопользования. № 2—120.
- Гейзлер П. С. Совершенствование модели структуры лесопромышленного комплекса. № 3—121.
- Головащенко В. П., Давыдов М. В. К вопросу об экономической эффективности рубок главного пользования в условиях интенсивного лесного хозяйства. № 1—120.
- Зазе В., Лобовиков М. А. Оптимизация объемов, структуры и размещения деревообрабатывающих производств в Новгородской области. № 5—115.
- Иванов А. П. Исследование эффективности подготовки специалистов по джигам. № 1—114.
- Кислова Т. А. Сבלаста и специфика применения показателя приведенных затрат в лесном хозяйстве. № 1—117.
- Лобовиков Т. С., Береславская В. А., Поздеев В. П. К вопросу развития типов лесных предприятий. № 4—117.
- Лобовиков Т. С., Резанов В. К. О путях трансформации таскных лесов в более продуктивное состояние. № 5—112.
- Молнар Я. Ф. Экономическая оценка уровня технической готовности лесозаготовительных машин. № 3—126.
- Монокин В. Н., Кузнецова Л. И. Типы комплексных лесных предприятий и обоснование очередности их создания в Тюменской области. № 6—103.
- Монокин В. Н., Кузнецова Л. И., Столярова Г. В. Природно-экономические условия и районирование территории при организации комплексных лесных предприятий постоянного действия в Тюменской области. № 5—119.
- Ольшанский И. С., Логинава Е. С. Экономико-статистическое моделирование трудоемкости продукции лесозаготовок. № 4—120.
- Петров А. П., Черне В. А. Методы и принципы экономического стимулирования лесных ресурсов. № 1—106.
- Рихтер О. М. К вопросу оценки качества организационных единиц в структурах деревообрабатывающих предприятий. № 1—111.
- Тупыца Ю. Ю., Сенько Е. И. Обоснование целесообразности калькулирования себестоимости сбора грибов и дикорастущих ягод с учетом экологических факторов. № 6—109.
- Янушко А. Д., Желиба Б. Н. Типы производственных объединений лесного комплекса Белоруссии и их экономическая эффективность. № 2—118.
- Данилин А. В., Кочегаров В. Г. Производительность лесной машины для внесения удобрений. № 2—125.
- Ильин А. М. Состояние дуба и осины при совместном произрастании. № 4—123.
- Миронов К. А. Влияние низовых пожаров на биохимический состав ягод некоторых представителей семейства брусничных. № 6—117.
- Нечаев Ю. А., Петров Я. Я. Опыт дешифрирования очагов корневой губки в сосновых насаждениях на аэрофотоснимках. № 2—127.
- Оганян С. А. О плодоношении бука восточного в Северной Армении. № 6—113.
- Петров В. И., Потеряев П. И. Нормирование электропотребления при производстве пиломатериалов по удельной работе резания. № 4—124.
- Положенцев П. А., Золотов Л. В., Саввин И. М. Испытание электрического прибора для диагностики зараженности деревьев дуба вторичными вредителями. № 6—115.
- Потеряев П. И., Чуркин В. В. К вопросу о расчетных нагрузках силовых трансформаторов. № 2—128.
- Прогуннов В. В. Распределение древесных медоносных растений по высотным поясам юга Приамурья. № 1—124.
- Самойшин Е. Н., Ткаченко А. Н. Влияние водных растворов 1,4-бис-диазо-ацетилбутана на рост семян ели обыкновенной. № 1—130.
- Сапожников С. А. Влияние различных солей на стабильность сахаров при сульфитных варках. № 4—126.
- Старченко И. И., Смольянинов И. И. К вопросу о фитотенотическом значении ели обыкновенной южнее ее естественного ареала. № 1—127.
- Феклистов П. А., Белозеров А. В. Лесохозяйственная оценка повреждений лесов лосями. № 3—130.
- Шмулев Г. А. Использование ЭВМ при оптимизации лесоэкспортных поставок. № 4—128.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- Войчалъ П. И. Об удельных лесах Архангельского Севера. № 2—130.
- Мелюхов И. С. М. В. Ломоносов и история науки о лесе и лесного образования в России (к 270-летию со дня рождения М. В. Ломоносова). № 5—128.
- Мерзленко М. Д. Юбилей старейшего научного общества страны. № 2—131.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

- Волнова Р. В. 50 лет Всесоюзному научно-исследовательскому институту агролесомелиорации. № 6—123.
- Президиум лесотехнической секции ИТС Минвуза СССР. Информация. № 4—131.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Васильев Н. Г., Тафинцев Г. П. Всесоюзный форум сельских лесоводов. № 1—134.
- Воронков Н. А. Совещание по методам рекультивации лесных насаждений, поврежденных промышленными выбросами. № 4—133.
- Конухов Н. И. Научное совещание по проблемам повышения эффективности лесосеквустации в районах с ограниченными лесными ресурсами. № 6—126.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Алексеев В. А. Действие ретарданта ДМХ на прирост деревьев в смешанных молодняках. № 6—112.
- Артюховский А. К., Ерманов Е. А. К вопросу о влиянии лесных насаждений на гемодинамические показатели здорового человека. № 6—120.

- Лабудин Б. В. Об эффективном использовании древесины в строительстве. № 4—135.
- Львов П. Н. Сопоставление по лесной типологии. № 3—135.
- Совершаев П. Ф. IX симпозиум «Биологические проблемы Севера». № 4—132.
- Уголев Б. Н. Весоюзный форум лесоводов. № 6—125.
- Чинченко Е. М. Экономические проблемы лесного комплекса и подготовка инженеров. № 3—133.
- Юдинцева А. Г. О состоянии и мерах по улучшению ведения хозяйства в пойменных лесах европейской части СССР. № 6—124.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Гигаури Г. Н. Книга о рациональном природопользовании. № 3—137.
- Гортинский Г. Б., Войчалъ П. И. Новый учебник по лесоведению. № 1—136.
- Гребенщикова В. П., Стадниций Г. В. Вредители генеративных органов лиственных интродуцентов. № 2—132.
- Егоров В. Н. Новый учебник по экономике лесного хозяйства. № 1—137.
- Корельская Т. В. Комплексный учебник для лесоводов. № 3—138.
- Лосицкий К. Б., Чуенков В. С. Книга о важной проблеме. № 6—128.
- Смолян Л. П., Азиев Ю. Н. Новый справочник таксатора. № 2—133.

- Суханов В. И. Книга о подсочке деревьев лиственных пород. № 5—137.

ЮБИЛЕИ

- Коллектив лесохозяйственного факультета Ленинградской лесотехнической академии. Харитон Алексеевич Писарьков. К 85-летию со дня рождения. № 4—137.
- Лахтанов А. Г., Янушевич А. А., Трофимов П. М., Мишулинский В. И., Минин А. Н. Юбилей профессора Н. А. Батина. № 2—134.
- Факультет автоматизации и комплексной механизации процессов деревообработки МЛТИ, редакционная коллегия «Лесного журнала». Юбилей профессора П. С. Сергеевского. № 6—130.

НЕКРОЛОГИ

- Михайлов Л. Е., Мелехов И. С., Кайрюкшис Л. А., Граев Н. П. Владимир Петрович Тимофеев (1892—1981). № 2—136.

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ ЛЕСНОЙ НАУКИ

- Богомолов Б. Д., Филиппов Б. С., Соколова А. А., Соснин А. Е. Ф. А. Чесноков (1881—1953). К 100-летию со дня рождения. № 6—131.