

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ШЕСТНАДЦАТЫЙ

4

1973

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **Ф. И. Коперин**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, доц. **В. О. Самуйлло**, проф. **В. Н. Худоногов**, доц. **В. В. Щелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.



«Лесной журнал», 1973.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4.
(Год издания шестнадцатый)

Сдан в набор 6/VII 1973 г. Подписан к печати 11/IX 1973 г. Форм. бум. 70X108/16.
Печ. л. 15,4+2 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,675. Тираж 2250.
Сл. 00747. Заказ 5155. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ГОТОВИТЬ РАЗНОСТОРОННЕ ОБРАЗОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Решение экономических и социально-политических проблем строительства коммунизма, как указывал В. И. Ленин, неразрывно связано с формированием нового человека, с воспитанием и обучением всесторонне развитых и подготовленных людей. Претворяя в жизнь эти ленинские указания, Партия и Правительство уделяют постоянное внимание совершенствованию народного образования.

Большую государственную значимость имеют постановление «О состоянии народного образования и мерах по дальнейшему совершенствованию общего среднего, профессионально-технического, среднего специального и высшего образования в СССР» и закон СССР «Об утверждении основ законодательства Союза ССР и союзных республик о народном образовании», принятые на шестой сессии Верховного Совета СССР восьмого созыва. В них четко отражено состояние и законодательно закреплены основные принципы советской системы народного образования, ее подлинно демократический характер и указаны перспективы дальнейшего развития. Это новое яркое свидетельство дальновидной и своевременной ориентации КПСС и Советского правительства в условиях дальнейшего научно-технического прогресса.

Важное место в системе народного образования занимает высшая школа. В настоящее время в СССР высшее образование осуществляют 825 вузов, в которых свыше 4 миллионов 600 тысяч студентов обучаются по 400 специальностям.

За годы Советской власти высшие и средние специальные учебные заведения подготовили около 28 миллионов специалистов, из них только в восьмой пятилетке — 7,1 млн. Задание девятой пятилетки — подготовить 9 миллионов специалистов — успешно выполняется. Совершенствуется система заочного и вечернего образования. Ныне работа высшей школы проходит под знаком выполнения решений XXIV съезда КПСС и постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему совершенствованию высшего образования в стране».

В результате проводимых в высшей школе мероприятий успешно решается задача по воспитанию новых качеств, которые с исчерпывающей полнотой охарактеризовал Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев на Всесоюзном слете студентов. «Советский специалист сегодня, — указывал Л. И. Брежнев, — это человек, который хорошо овладел основами марксистско-ленинского учения, ясно видит политические цели партии и страны, имеет широкую научную и практическую подготовку, в совершенстве владеет своей специальностью. Советский специалист сегодня — это умелый организатор, способный на практике применить принципы научной организации труда. Он умеет работать с людьми, ценит коллективный опыт, прислушивается к мнению товарищей, критически оценивает достигнутое.

И, конечно, современный специалист — это человек высокой культуры, широкой эрудиции, в общем, это настоящий интеллигент нового, социалистического общества». В подготовке именно таких специалистов, отвечающих требованиям научно-технического, социального и культурного прогресса, и состоит назначение высшей школы.

Законом об образовании подчеркивается важность дальнейшего повышения качества подготовки специалистов. Каждый значительный шаг в науке и технике должен находить отражение в учебном процессе. Главными путями решения этой задачи является совершенствование методов преподавания, укрепление научного потенциала и материально-технического оснащения учебных заведений, укрепление связи вузов с производством. Логическим продолжением фундаментальной и специальной подготовки в вузе является стажировка, специализация в ходе практической работы.

Темпы научно-технического прогресса вызывают необходимость в подготовке все большего числа специалистов по фундаментальным наукам, по новейшим направлениям науки и техники. Подготовка специалистов должна осуществляться на основе научного прогнозирования и долгосрочного планирования развития всех отраслей народного хозяйства.

Особое значение приобретают овладение наукой управления, приобретение студентами глубоких знаний по экономике, планированию и организации отрасли и предприятия, автоматизированным системам управления, рациональному использованию природных богатств и др. Специалисты, которых готовят лесотехнические вузы, должны хорошо разбираться в вопросах международных экономических связей нашей страны по экспорту лесопроизводства, научно-технической информации, патентного и лицензионного дела.

Принятый закон ориентирует нас на новый подход к обучению студентов, привитие им навыков самостоятельного получения знаний с использованием новейших методов обучения, электронно-вычислительной техники и моделирующих устройств, телевидения и кино.

В высшей школе работает почти треть ученых страны. Это огромная армия. Ее задачей является постоянное повышение квалификации, всемерное расширение научно-исследовательской деятельности, повышение теоретического уровня, развитие сотрудничества с академическими и отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями, увеличение эффективности научной работы, внедрение ее результатов в сферу материального производства, вовлечение в научную деятельность студентов, привитие им навыков исследователя.

В законе подчеркивается необходимость последовательного соединения учебного и воспитательного процессов. Воспитание специалистов в духе высокой коммунистической убежденности и ответственности должно осуществляться в процессе учебной и научной работы, кафедрами общественных и специальных дисциплин, партийными, профсоюзными и комсомольскими организациями, каждым преподавателем. «Современный уровень развития нашей социалистической экономики, — говорил Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев в докладе «О пятидесятилетии Союза Советских Социалистических Республик», — достигнутый в наши дни уровень научно-технического прогресса предъявляют самые высокие требования не только к чисто профессиональной квалификации работников, но и к их трудовой дисциплине, четкости, организованности. Без этого нам попросту не справиться со сложнейшими задачами, которые ставит современная жизнь».

Руководимая и направляемая Коммунистической партией советская высшая школа — активный участник строительства коммунизма в нашей стране. Она полна решимости претворить в жизнь основные принципы, сформулированные в Законе о народном образовании. Это явится большим шагом по пути к осуществлению задач, поставленных перед высшей школой XXIV съездом КПСС.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.56

ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ 1972 г. НА ПРИРОСТ ДРЕВЕСИНЫ
У НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

П. Б. РАСКАТОВ, В. М. ЕРЕМИН

Воронежский лесотехнический институт

Приведены результаты измерения у 150 деревьев шести пород ширины годичных колец древесины, образовавшейся в засушливый 1972 г. Проведено сравнение данных 1972 и 1971 гг. Под влиянием засухи наиболее сильно снизили прирост береза, осина и дуб, меньше — сосна, ясень, липа.

Летом 1972 г. обширная территория европейской части СССР была охвачена засухой. По своей силе — продолжительности и напряженности метеорологических факторов — эта засуха не имела себе равных в течение последнего столетия. Крайне неблагоприятные погодные условия повлекли частые и длительные пожары в лесных насаждениях и на торфяниках, а в сельскохозяйственном производстве привели к недобору урожая многих культур.

Хотя неблагоприятное влияние засухи на рост древесных пород общеизвестно и давно нашло отражение в специальной и учебной литературе [1]—[2], представляло безусловный интерес исследовать зависимость прироста древесины от экстремальных условий, сложившихся в течение вегетационного периода 1972 г.

Работа такого рода выполнена нами в лесостепной судубраве Правобережного лесничества Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института (кварталы 50 и 52). Проведены наблюдения за приростом шести пород: дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, липы мелколистной, осины, березы бородавчатой и сосны обыкновенной. Таксационная характеристика насаждений приведена в табл. 1. Все исследованные листовенные породы имеют порослевое происхождение, сосна растет в культурах.

Таблица 1

Древесная порода	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Тип леса
Дуб	63	26	18,5	III	Свежая судубрава
Ясень	63	24	18,5	III	
Липа	29	18	12	IV-III	
Осина	33	24	18	II	Влажная судубрава
Береза	33	21	17	II	
Сосна	36	21	14	II	Свежая судубрава

В качестве показателя реакции дерева на погодные условия мы избрали ширину годичного слоя, образовавшегося за вегетационный период 1972 г. Не имея возможности срубить необходимое количество моделей, мы отбирали пробы древесины из растущих деревьев. С по-

мощью стамески на высоте 1,3 м из ствола (с юго-восточной и северо-западной сторон) вынимали призматические образцы древесины, включающие, как минимум, полностью два последних годовичных слоя. Каждая древесная порода была представлена 25 деревьями и, следовательно, 50 образцами древесины.

Ширину годовичных колец измеряли с помощью бинокулярной лупы и окулярного микрометра с точностью до 0,04 мм. Раздельно на одних и тех же радиусах измеряли ширину годовичных колец 1972 и 1971 гг. Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики. Каждый вариационный ряд включал 50 измерений. Помимо среднего значения \bar{x} определяли стандартную ошибку среднего значения $\sigma_{\bar{x}}$, коэффициент вариации V и достоверность различий t . Данные, характеризующие погодные условия вегетационных периодов 1972 и 1971 гг., получены на метеорологической станции Воронежского сельскохозяйственного института, расположенной примерно в 2 км от места произрастания исследованных деревьев, а многолетние средние взяты из Справочника по климату СССР [3].

В сравнении с многолетними средними погода летних месяцев 1972 г. может быть охарактеризована: малым количеством осадков и крайне неравномерным их распределением, в частности, длительным, в течение шести декад (двух декад июля, всего августа и первой декады сентября) бездождным периодом; очень высокой температурой воздуха (в августе среднемесячная температура превышала многолетнюю на $6,3^\circ$, а среднемесячный максимум температуры был выше многолетнего на $7,4^\circ$ и достигал 32°); низкой относительной влажностью воздуха (многолетние данные для июля — 64%, для августа — 67%, в 1972 г. соответственно 55 и 38%). Высокую сухость воздуха в июле — августе 1972 г. поддерживали частые и продолжительные сушеи. Хотя вегетационный период 1971 г. также характеризовался заметным недобором осадков, но распределение их было более равномерным, а температура и относительная влажность воздуха довольно близки к многолетним данным. Зима 1971/72 гг. была малоснежной, и почва промерзла на значительную глубину, что не способствовало просачиванию талых вод и созданию необходимого запаса воды. В 1971 г. условия для накопления зимней влаги в почве были более благоприятны.

Таким образом, хотя в 1971 г. погодные условия и нельзя признать оптимальными для роста древесных пород, однако они были довольно близки к обычным в данной зоне. Погодные условия вегетационного периода 1972 г., в особенности его второй половины, из-за резкой засушливости далеко уклонились от нормы и относятся к категории экстремальных.

Рассмотрим, какова же была реакция древесных пород на эти условия. Результаты измерения ширины двух смежных колец древесины (за 1971 и 1972 гг.) приведены в табл. 2.

По данным за 1971 г., прирост у разных пород различался значительно, и породы в нисходящем порядке располагались в следующий ряд: береза — осина — липа — ясень — сосна — дуб. Прирост 1972 г. у всех пород был меньше, но разные породы снизили его в разной степени, поэтому нисходящий ряд стал выглядеть иначе: липа — ясень — сосна — береза — осина — дуб. У всех пород различия в приросте за 1971 и 1972 гг. статистически достоверны. Однако само изменение положения в ряду еще не определяет уровня реакции на изменившиеся условия. Более показательное выражение величины прироста за 1972 г. в процентах от прироста за 1971 г. Эти данные приведены в правой части табл. 2.

Таблица 2

Древесная порода	Годы	Прирост, мм			Прирост 1972 г., % к 1971 г.		
		$x_{min} - x_{max}$	$\bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$V, \%$	$\frac{x_{min}}{x_{max}}$	$\bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$V, \%$
Дуб	1971	0,63 — 2,52	$1,34 \pm 0,058$	32,1	46 — 87	$56,98 \pm 1,29$	16,0
	1972	0,42 — 1,39	$0,84 \pm 0,031$	26,0			
Ясень	1971	0,46 — 3,98	$1,68 \pm 0,102$	43,2	52 — 127	$80,70 \pm 2,81$	24,7
	1972	0,59 — 2,52	$1,25 \pm 0,058$	33,2			
Липа	1971	1,05 — 3,15	$1,88 \pm 0,062$	23,2	48 — 130	$83,56 \pm 2,06$	17,4
	1972	0,75 — 2,72	$1,30 \pm 0,066$	36,2			
Осина	1971	0,96 — 4,13	$2,30 \pm 0,103$	31,4	30 — 79	$50,14 \pm 1,77$	24,9
	1972	0,59 — 2,10	$1,05 \pm 0,051$	33,4			
Береза	1971	1,26 — 4,62	$2,73 \pm 0,125$	30,7	18 — 80	$39,78 \pm 2,10$	35,2
	1972	0,51 — 2,68	$1,08 \pm 0,075$	47,1			
Сосна	1971	0,67 — 3,44	$1,66 \pm 0,088$	37,2	43 — 101	$70,34 \pm 1,98$	19,9
	1972	0,63 — 2,31	$1,24 \pm 0,058$	32,8			

Как видно, засушливые условия 1972 г. наиболее сильно отразились на приросте по диаметру у березы (округленно до 40% от прошлогоднего прироста) и осины (50%). Значительно снизил прирост дуб (57%). У остальных пород прирост уменьшился сравнительно слабо: у сосны он составил 70%, у ясеня — 81%, у липы — 84%. Среди деревьев первой группы, наиболее сильно снизивших прирост в условиях засушливого лета, не было встречено ни одного экземпляра, сохранившего прирост на уровне прошлого года, хотя в другой группе некоторые деревья даже превысили прирост (липа, ясень).

В целом снижение прироста в условиях резко засушливого 1972 г. оказалось меньшим, чем можно было ожидать. Объясняется это тем, что засуха началась лишь в середине лета (со второй декады июля), первая же половина вегетационного периода была достаточно благоприятной для роста деревьев в толщину. Именно поэтому исключительного сужения годичного слоя древесины в 1972 г. в нашем материале не наблюдалось.

Засуха, наступившая во второй половине вегетационного периода, нарушила нормальный ход ростовых процессов (у одних пород больше, у других меньше), и накопление древесины оказалось подавленным. У кольцесосудистых пород и у сосны наблюдается отчетливое сужение именно летней древесины. Так, у ясеня летняя древесина в кольце 1971 г. составляла половину ширины, а в следующем году ее доля уменьшилась до 40%, еще больше разница в относительной ширине летней древесины у дуба (соответственно 72 и 23%). У сосны летняя древесина в 1971 г. составляла 34%, а в 1972 г. — только 19%, то есть снизилась с $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{5}$. При этом вертикальные смоляные ходы, всегда располагающиеся в окружении летних трахеид, оказались не в летней, а в периферической части весенней древесины.

Менее резкие изменения произошли в древесине рассеяннососудистых пород. Для последнего годичного кольца древесины березы, липы и осины характерно отсутствие тех нескольких слоев радиально уплощенных и относительно толстостенных клеток, которыми обычно оно заканчивается. Эти слои уплощенных клеток развиты в годичном кольце предыдущего года, а годичное кольцо 1972 г. производит впечатление неоконченного.

Независимо от того, как сложатся погодные условия в 1973 г., есть основания ожидать, что прирост древесины будет пониженным.

так как вторая половина вегетационного периода 1972 г. была неблагоприятной не только для ростовых процессов, но и для накопления и отложения запасных питательных веществ, необходимых для формирования той листовой поверхности, которая будет снабжать продуктами фотосинтеза камбий ствола.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. А. Иванов. Анатомия растений. Л., 1939. [2]. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений. М., 1963. [3]. Справочник по климату СССР. Вып. 28, Л., 1965 и 1968.

Поступила 4 апреля 1973 г.

УДК 634.0.5

ТОВАРНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ЕЛИ ГОРНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО УРАЛА (Свердловская область)*

М. И. БУЗОВЕРОВ

Марийский политехнический институт

По материалам исследований основных типов леса среднегорной полосы Северного Урала выявлена товарная структура спелых и перестойных еловых древостоев; установлена очень тесная корреляционная зависимость выхода деловой древесины в целом и по группам крупности от среднего диаметра; составлены товарные таблицы путем непосредственного выравнивания данных товаризации древостоев пробных площадей, чем обеспечивается более высокая точность по сравнению с применявшимися ранее методиками.

При товаризации эксплуатационного фонда в лесхозах и леспромхозах горной полосы Северного Урала в настоящее время применяются товарные таблицы Н. П. Анучина. Проверка точности этих таблиц на материалах 28 пробных площадей, заложенных в Ивдельском, Северо-Уральском и Карпинском лесхозах, показывает, что они дают значительные погрешности, особенно при определении выхода крупной древесины. Кроме того, минимальный средний диаметр древостоя в этих таблицах, с которого можно начинать товаризацию, равен 12 см. Древостои же отдельных типов ельников горных лесов, в частности, ельника каменистого, даже в возрасте спелости имеют более низкие средние диаметры.

Товарные таблицы для ели, отражающие региональные особенности ельников, были составлены по материалам 56 пробных площадей, заложенных в трех преобладающих типах леса: ельниках разнотравно-мшистом, бруснично-моховом и каменистом. Пробные площади закладывали в среднегорной полосе Северного Урала в спелых и перестойных древостоях полнотой 0,7—0,9. На пробах срубали по 25 и более учетных деревьев, которые раскряжевывали на сортименты в соответствии с ГОСТом 9463—60. Пробы были обработаны по общепринятой методике.

Данные о выходе деловой древесины и распределении ее по группам крупности были сгруппированы по средним диаметрам древостоя элемента леса и выравнены графически (показатель точности вырав-

* Работа выполнена под руководством проф. М. Л. Дворецкого.

Таблица 1

Средний диаметр древостоя, см	Распределение стволовой древесины по категориям технической годности, %				Распределение деловой древесины по категориям крупности, % от деловой			
	деловая	дрова	всего ликвидной древесины	отходы	крупная (25 см и более)	средняя (13,0 — 24,9 см)	мелкая (3,0 — 12,9 см)	пиловочник и строительные бревна (23 см и более)
8	75,5	5,5	81,0	19,0	—	5,0	95,0	5,0
10	76,0	8,0	84,0	16,0	—	9,0	91,0	9,0
12	76,5	9,0	85,5	14,5	0,5	16,5	83,0	17,0
14	77,0	10,0	87,0	13,0	0,5	27,5	72,0	28,0
16	77,5	10,5	88,0	12,0	1,0	39,5	59,5	40,5
18	79,0	9,5	88,5	11,5	2,5	51,0	46,5	53,5
20	80,0	9,0	89,0	11,0	5,0	59,5	35,5	64,5
22	81,5	8,0	89,5	10,5	9,0	65,5	25,5	74,5
24	83,5	6,5	90,0	10,0	16,0	65,0	19,0	81,0
26	85,0	5,5	90,5	9,5	22,5	61,5	16,0	84,0
28	85,0	5,5	90,5	9,5	29,0	56,5	14,5	85,5
30	85,0	5,5	90,5	9,5	35,5	51,0	13,5	86,5
32	85,0	5,5	90,5	9,5	41,5	45,0	13,5	86,5

нивания 0,969—0,999). Поскольку таблицы носят местный характер, в них помещены данные и о выходе деловой древесины в целом (табл. 1).

Выход деловой древесины в целом характеризует товарную структуру наиболее совершенных по товарности древостоев средней высотой от 10 м (ельник каменистый) до 23 м (разнотравно-мшистый). Класс товарности изучаемых древостоев зависит от их среднего диаметра: до 20—22 см — II, выше — I. Зависимость процента выхода деловой древесины и распределения ее по группам крупности от средних диаметров оказалась очень тесной (коэффициент корреляции 0,91—0,95), а от средних высот — значительной (коэффициент корреляции 0,5—0,7). Поэтому, учитывая удобство практического использования, таблицы мы построили в зависимости от средних диаметров древостоя.

Составленные товарные таблицы были проверены на тех же 28 пробах, что и таблицы Н. П. Анучина. В табл. 2 приведены результаты проверки, которые показывают, что наши таблицы позволяют товаризовать еловые древостои с меньшей погрешностью.

Таблица 2

Таблицы	Систематическая ошибка (числитель) и средняя квадратическая (знаменатель) при определении выхода древесины			
	всей деловой	крупной	средней	мелкой
Н. П. Анучина	—	$\frac{+ 79,00}{\pm 179,4 \pm 44,8}$	$\frac{* - 19,20}{\pm 69,1 \pm 13,3}$	$\frac{+ 0,67}{\pm 31,6 \pm 5,9}$
Наши	$\frac{- 2,47}{\pm 5,7 \pm 1,8}$	$\frac{- 11,55}{\pm 60,5 \pm 19,4}$	$\frac{+ 15,70}{\pm 50,8 \pm 10,0}$	$\frac{- 6,22}{\pm 24,4 \pm 4,6}$

В таксационной теории [1], [2] при составлении товарных таблиц рекомендуется использовать методы сортиментации условного древостоя из 1000 стволов, построенного с учетом закономерностей строения, в частности, распределения деревьев по ступеням толщины. Рекомендуемые методы были проверены и сравнены с использованным нами методом. Оказалось, что метод составления товарных таблиц путем непосредственного выравнивания данных товаризации древостоев пробных площадей обеспечивает более высокую точность. Так, при

использовании метода товаризации условного древостоя отклонения данных о проценте выхода деловой древесины по категориям крупности от исходных данных составили: по крупной древесине — 24,4, по средней + 2,4, по мелкой + 4,5%. При использовании метода выравнивания исходных данных пробных площадей отклонения составили соответственно + 26,8; + 0,3 и — 2,1%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1971. [2]. П. В. Горский. Руководство для составления таблиц. Гослесбумиздат, М., 1962.

Поступила 26 февраля 1973 г.

УДК 634.05

ХОД РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ УСЛОВНО ОДНОВОЗРАСТНЫХ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ*

Е. И. ЦУРИК

Украинская сельскохозяйственная академия

Изложены результаты исследования хода роста и продуктивности условно одновозрастных еловых насаждений, произрастающих на разных высотах над уровнем моря в Украинских Карпатах. Составлены местные опытные таблицы хода роста для пяти классов бонитета, в которых характер изменения сумм площадей сечения, видовых высот и запасов со средней высотой устанавливается отдельно для ельников нижнегорного и верхнегорного высотно-экологических поясов. Таксационные показатели нижнегорных и высокогорных ельников сопоставляются между собой и с литературными данными.

В современном лесном фонде Украинских Карпат еловые леса занимают более 0,5 млн. га и имеют запас древесины около 126 млн. м³. Они сосредоточены преимущественно на северо-восточных мегасклонах горных массивов Грган, Черногорья, Гуцульских Альп, Чивчин и Гринявы, где растут на высоте от 500 до 1600 м над уровнем моря.

Исследователи растительности Карпат неоднократно отмечали, что рост и продуктивность ельников зависят от высотной зональности, климатических и эдафических условий [2], [11]. Однако составители местных опытных таблиц хода роста [6], [14] должным образом не учли этого обстоятельства.

Для изучения влияния высоты местопроизрастания над уровнем моря на ход роста и продуктивность условно одновозрастных еловых насаждений использованы данные 61 пробной площади и 820 модельных деревьев, из которых 69 крупномерных стволов проанализированы на ход роста по высоте (табл. 1).

Предварительный анализ опытного материала показал, что между классом бонитета ельников и высотой их произрастания над уровнем моря существует тесная корреляционная связь ($r \pm m_r = + 0,717 \pm 0,062$ и $\eta \pm m_\eta = 0,737 \pm 0,059$), которую можно выразить уравнением

$$Y = 1,4 - 8,18X + 6,667X^2,$$

* Работа выполнена под руководством доктора сельскохозяйственных наук, проф. К. Е. Никитина.

Таблица 1

Класс бонитета	Преобладающий эдапот	Количество пробных площадей по классам возраста						Итого	Количество модельных деревьев
		II	III	IV	V	VI	VII		
Нижнегорный пояс									
Iв	D ₃ , D ₂	1	2	7	2	—	—	12	144
Iа	D ₃ , C ₃ , D ₂	2	3	7	4	1	1	18	248
I	C ₃ , C ₂ , D ₂	1	3	5	4	3	—	16	220
Итого		4	8	19	10	4	1	46	612
Верхнегорный пояс									
II	C ₃ , C ₂	1	1	3	1	3	2	11	161
III	B ₃ , B ₂	—	—	—	2	1	1	4	47
Итого		1	1	3	3	4	3	15	208
Всего		5	9	22	13	8	4	61	820

где Y — индекс класса бонитета ($Y = -1, 0, 1, 2, 3$ для классов бонитета Iв, Iа, I, II и III соответственно);

X — высота над уровнем моря, тыс. м.

Учитывая характер этой связи и различия в таксационной характеристике обмеренных насаждений, дальнейшую обработку материала мы вели по двум выделенным высотно-экологическим поясам (нижнегорному и верхнегорному), приняв условную границу между ними 1150—1200 м над уровнем моря.

Пробные площади были заложены в нормальных сомкнутых еловых насаждениях естественного происхождения, не подвергавшихся интенсивным рубкам ухода в прошлом и произрастающих в наиболее типичных условиях. Примесь других пород в составе допускалась не более 0,2, полнота — не меньше 0,75 и колебания возраста деревьев в древостоях до 12% [10].

Опытный материал группировали по классам бонитета с установлением принадлежности пробных площадей к естественному ряду по методу «указательных насаждений» [3], [7], [13]. Дополнительно учитывали высоту произрастания над уровнем моря, тип лесорастительных условий и тип леса [1]. Однородность обмеренных насаждений в рамках выделенных естественных рядов проверяли с учетом известных закономерностей в строении насаждений [5].

В результате анализа отобрано 48 основных пробных площадей, характеризующих пять естественных рядов: 10 проб Iв класса бонитета, 14 — Iа, 13 — I, 9 — II и 2 — III. Данные остальных 13 обмеренных насаждений представляли вспомогательный материал. Таксационные показатели насаждений выравнивали аналитически на ЭВМ по методикам и программам, разработанным проф. К. Е. Никитиным [8].

Характер изменения сумм площадей сечения G полных насаждений с высотой H устанавливали по верхней границе поля точек (рис. 1) при помощи корреляционных уравнений:

Для нижнегорного пояса

$$G_n = -3,24H + 3,047H - 0,0343H^2;$$

для верхнегорного пояса

$$G_b = -2,96 + 3,054H - 0,0422H^2.$$

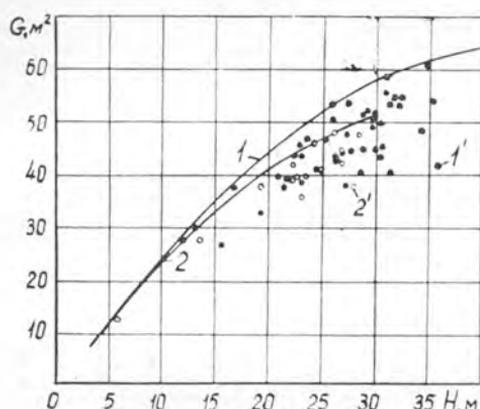


Рис. 1. Изменения сумм площадей сечений с высотой ельников, выравненные по уравнениям.

1 — нижнегорного; 2 — верхнегорного поясов; 1' и 2' — данные пробных площадей.

Таблица 2

Таксационные показатели насаждений	Величина показателей при полноте 1,0 и средних высотах, м								
	6	10	14	18	22	26	30	34	38
Нижнегорный пояс									
Сумма площадей сечения, м ²	13,8	23,8	32,7	40,5	47,2	52,8	57,3	60,8	63,0
Видовая высота, м . . .	3,7	5,4	7,1	8,9	10,6	12,5	14,3	16,1	17,9
Запас, м ³	51	127	232	359	501	658	817	976	1126
Верхнегорный пояс									
Сумма площадей сечения, м ²	13,8	23,4	31,5	38,3	43,8	47,9	50,7		
Видовая высота, м . . .	3,9	5,6	7,2	8,8	10,3	11,8	13,4		
Запас, м ³	55	131	226	336	451	566	677		

Оказалось, что суммы площадей сечения II и III классов бошитета ельников в высокогорных районах меньше, чем у ельников IV, Ia и I классов, произрастающих в оптимальных условиях нижнегорного пояса (табл. 2); эти расхождения увеличиваются с высотой сравниваемых насаждений:

Средняя высота, м	6	10	14	18	22	26	30
Расхождения ΔG , %	0	-1,7	-3,7	-5,4	-7,2	-9,3	-11,5

Видовые числа, найденные по корреляционным уравнениям

$$F_{\text{н}} = 0,460 + 2,2H^{-1,47};$$

$$F_{\text{в}} = 0,360 + 1,2H^{-0,78},$$

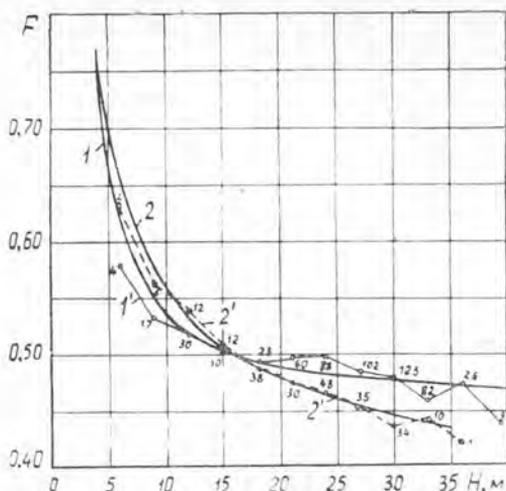
полученным при совместной обработке модельных деревьев из нижнегорного и высокогорного поясов (рис. 2), также имеют расхождения:

Средняя высота, м	6	10	14	18	22	26	30
Расхождения ΔF , %	+6,3	+4,7	+1,4	-1,0	-3,1	-5,2	-6,3

Как видно, видовые числа в молодняках высокогорного пояса на 3—6% больше, а в старовозрастных насаждениях — на 4—8% меньше.

Рис. 2. Изменения видовых чисел стволов с высотой в ельниках, выравненные по уравнениям.

1 — нижнегорного; 2 — верхнегорного поясов; 1' и 2' — среднеарифметические из указанного числа моделей.



чем в ельниках нижнегорного пояса. Это объясняется тем, что в условиях высокогорья в начальной стадии роста еловые насаждения гуще и к возрасту спелости изреживаются интенсивнее. В молодых ельниках нижнегорных районов наблюдается примесь светолюбивых пород (ивы, осины и березы), которую в дальнейшем систематически вырубает в порядке мер ухода за составом. Это способствует формированию менее полнодревесных стволиков ели. В старшем возрасте древостой изреживаются медленнее, поэтому их сомкнутость и полнодревесность более высоки.

Неодинаковый характер изменения сумм площадей сечений и видовых чисел насаждений по высотно-экологическим поясам обуславливает различия в запасах стволовой древесины, которые при высотах больше 22 м превышают 10%:

Средняя высота, м	6	10	14	18	22	26	30
Расхождения ΔM , %	+7,8	+3,1	-2,6	-6,4	-10,0	-14,0	-17,1

Связь средних высот H и средних диаметров D с возрастом A устанавливали непосредственно по корреляционным уравнениям полиномов третьей степени:

$$H \text{ или } D = a + bA + cA^2 + dA^3,$$

где a , b , c и d — параметры уравнений.

В качестве примера на рис. 3 и 4 изображены графики зависимости высот и диаметров ельников Iа и II классов бонитета от возраста.

Ельники в Карпатах наиболее энергично растут по высоте и по диаметру в период от 20 до 60 лет. До этого возраста ель, как правило, находится в стадии подроста и лишь в 10—15 лет достигает высоты 1,3 м.

Изучаемые ельники характеризуются относительно медленным ростом в молодости. Их бонитирование надежнее производить по дифференцированной бонитировочной шкале проф. К. Е. Никитина [7] для насаждений соответствующего типа роста. В этом случае кривые хода роста по высоте лишь для насаждений до 20—30 лет не укладываются в рамки установленных классов бонитета.

Таксационные показатели, выравнивание которых не производили, найдены вычислением как производные от уже выравненных по известным в лесной таксации формулам

$$M = GHF; \quad N = G : g; \quad z_M^{CP} = M : A; \quad z_M^{TK} = (M_A - M_{A-n}) : n.$$

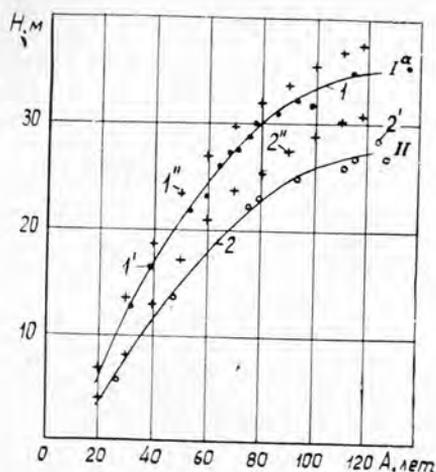


Рис. 3. Ход роста по высоте ельников Ia и II классов бонитета.

1 и 2 — высота, выравненная по уравнению;
1' и 2' — средняя по пробам; 1'' и 2'' —
крупномерных деревьев.

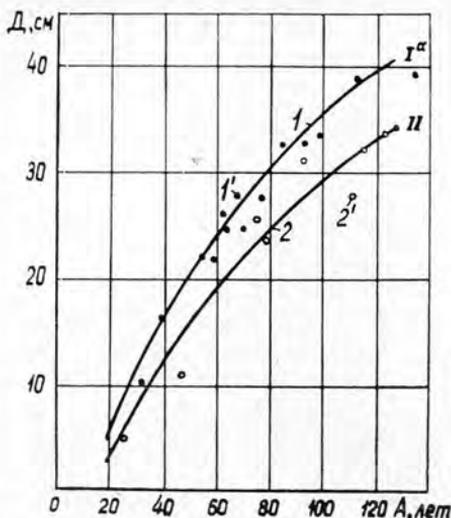


Рис. 4. Ход роста по диаметру ельников Ia и II классов бонитета.

1 и 2 — диаметр, выравненный по уравнению;
1' и 2' — средний по пробам.

Расчет общей продуктивности выполнен по общепринятой методике [4], [12] с вычислением запаса выбираемой части насаждения m по формуле

$$m = \frac{\pi}{4} d^2 N_v h f,$$

где диаметры d и высоты h выбираемой части насаждения определены согласно установленной по переучетам зависимости их редуционных чисел R_d , R_h , от средних диаметров D и высот H всего древостоя:

$$R_d = 0,62 + 0,0015D; \quad R_h = 0,59 + 0,007H,$$

а количество выбираемых стволов N_v найдено как разность между количеством стволов оставляемой части насаждения за установленный период n лет.

Взаимно увязанные вычисленные таксационные показатели были занесены в соответствующие графы таблиц хода роста (табл. 3).

Количественная спелость исследуемых еловых насаждений наступает не одновременно (в нижнегорных районах раньше, в высокогорных — позже):

Классы бонитета	Iв	Iа	I	II	III
Возрасты количественной спелости, лет					
по запасу стволовой древесины	67	73	79	82	88
по общей продуктивности	74	79	85	88	95

Возрасты количественной спелости исследуемых ельников практически одинаковы с указанными во всеобщих опытных таблицах А. В. Тюрина [12] и Е. Герхардта [9], а также в местных таблицах Д. П. Логутова [6], но выше, чем в местных таблицах Г. А. Ходота [14] на 10 (III класс бонитета) — 24 года (Iв класс).

Таблица 4

Автор таблиц	Возраст, лет	Отклонения от данных исследования, %					
		Ia класс бонитета			II класс бонитета		
		по высоте	по диаметру	по запасу	по высоте	по диаметру	по запасу
А. В. Тюрин (всеобщие)	20	+8,3	+13,7	+98,0	0	-12,5	+63,6
	60	-1,2	+7,6	+18,1	-7,3	-13,8	+9,2
	100	+1,2	-8,5	+19,9	-1,9	-6,5	+13,7
Е. Герхардт (всеобщие)	20	+8,3	—	+45,1	+5,6	0	+18,2
	60	-0,8	+7,1	-7,8	-5,1	-6,9	+0,3
	100	+1,5	+15,5	-7,9	-1,9	+0,3	+2,3
Г. А. Ходот (для Карпат)	20	+58,3	+56,9	+153,0	+52,8	+25,0	+132,0
	60	+4,9	+12,2	+14,0	+4,0	0	+24,5
	100	+0,6	+4,2	+2,6	-3,5	-2,7	+16,9
Д. П. Логутов (для Карпат)	20	+73,3	+64,7	+169,0	+66,7	+65,6	+254,5
	60	+11,0	+5,9	+11,0	+5,1	+4,8	+21,4
	100	-1,2	+0,8	-3,0	-3,1	-0,3	+12,1

В табл. 4 приведены результаты сравнения средних высот, диаметров и запасов стволовой древесины ельников Ia класса бонитета нижнегорного пояса и II класса бонитета высокогорного пояса с данными разных таблиц хода роста для одновозрастных ельников соответствующих классов бонитета. Как видно из приведенных цифр, ход роста по высоте изучаемых насаждений близок к данным всеобщих опытных таблиц [12], [9], но существенно отличается от данных местных таблиц Г. А. Ходота [14] и Д. П. Логутова [6], особенно для молодняков (58,3 и 73,3% соответственно).

Аналогичные расхождения наблюдаются в средних диаметрах и особенно в запасах. Это объясняется не столько различием в ходе роста условно одновозрастных карпатских ельников, сколько несовершенством методики составления местных таблиц — использованием общепониманной шкалы в качестве основы при первоначальной группировке исходного материала.

Ход роста по запасу изучаемых ельников больше всего соответствует данным всеобщих опытных таблиц Е. Герхардта. Если не принимать во внимание расхождения в возрасте молодняков, то отклонения запасов, найденных по этим таблицам, от результатов наших исследований не будут превышать $\pm 10\%$. Для ельников Ia класса бонитета нижнегорного пояса таблицы Е. Герхардта на 2—8% занижают запасы, а для ельников II класса бонитета высокогорного пояса завышают на 2—7%.

В целом условно одновозрастные еловые насаждения Украинских Карпат в молодости растут медленнее, чем одновозрастные. К возрасту спелости их таксационные показатели в условиях нижнегорного пояса почти сравниваются. В высокогорных районах различие сохраняется дольше.

Составленные нами местные таблицы хода роста условно одновозрастных карпатских ельников, отражающие специфические особенности роста и учитывающие влияние вертикальной зональности лесорастительных условий на продуктивность насаждений, могут быть рекомендованы для использования при инвентаризации лесного фонда в Карпатах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. В. Воробьев. Типы лесов европейской части СССР. Изд. АН УССР, Киев, 1953. [2]. С. А. Генсирук. Ельники Восточных Карпат. Львов, 1957. [3]. М. В. Давидов, К. Е. Никитин, Ю. М. Руденко, Ю. М. Савич. Удосконалення методів таксації насаджень та обліку лісів УРСР. Підвищення продуктивності лісів, Київ, 1968. [4]. В. К. Захаров. Лесная таксация. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [5]. Н. П. Курбатский, Г. А. Мокеев. Методика исследования хода роста древостоев, установления пригодности существующих и составления новых таблиц хода роста. Сб. ЦНИИЛХа «Вопросы лесной таксации», Гослестехиздат, Л., 1937. [6]. Д. П. Логутов. Ход роста ельников Карпат. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1958. [7]. К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Изд-во «Урожай», Киев, 1966. [8]. К. Е. Никитин. Применение ЭВМ в лесной таксации. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1972. [9]. М. М. Орлов. Лесная вспомогательная книжка. Сельколхозгиз, Л., 1931. [10]. И. В. Семечкин. Принципы выделения и таксации разновозрастных древостоев. Сб. «Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала и ведение хозяйства в них», Красноярск, 1967. [11]. Г. Л. Тышкевич. Еловые леса Советских Карпат. Изд. АН СССР, М., 1962. [12]. А. В. Тюрин. Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины и ели. Сельколхозгиз, М.—Л., 1931. [13]. А. В. Тюрин. Лесная таксация. Гослестехиздат, М., 1945. [14]. Г. А. Ходот. Ход роста сомкнутых карпатских ельников. Научные труды Львовского ЛТИ, т. 4, 1959.

Поступила 28 августа 1972 г.

УДК 631.31

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЛЕСНЫХ ФРЕЗ С ГИДРОПРИВОДОМ

П. С. НАРТОВ, П. И. ПОПИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Рассмотрены результаты исследований влияния гидропривода фрезы на углы буксования заторможенных секций фрезерного барабана и условий совместной работы предохранительного клапана гидромотора и индивидуальных дисковых фрикционов. Материалы статьи могут быть использованы для обоснования рационального варианта защиты рабочих органов лесных фрез с гидроприводом от поломок.

Рабочие органы лесных почвообрабатывающих фрез, совершающие принудительное вращательное движение, встречают на своем пути препятствия в виде пней, корней, порубочных остатков. Во избежание поломок каждая секция фрезерного барабана укомплектована предохранительным устройством фрикционного типа. При встрече рабочего органа с непреодолимым препятствием предохранитель обеспечивает остановку соответствующей секции фрезерного барабана, в то время как соседние секции продолжают вращаться. В результате наблюдается пробуксовывание заторможенной секции относительно ведущих дисков, вращающихся вместе с валом фрезерного барабана. Буксование секций приводит к расходу мощности трактора на бесполезную работу трения фрикционов. Чем больше угол буксования заторможенной секции, тем выше бесполезные затраты мощности и значительнее износ фрикционов. Величина угла буксования зависит от диаметра фрезерного барабана, окружной и поступательной скоростей его движения, высоты препятствия, а также от кинематической жесткости привода.

В настоящее время на лесных фрезах применяется механический привод, который из-за большой кинематической жесткости и промоздкости недостаточно надежен при работе на лесных объектах. Для лесных фрез, а также для других лесохозяйственных машин с активными

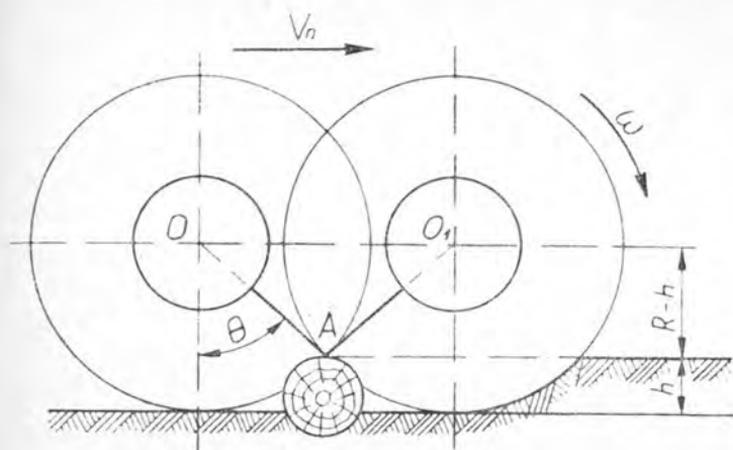


Рис. 1. К определению угла буксования заторможенной секции.

рабочими органами перспективен гидрообъемный привод, при котором фрезерный барабан приводится в действие от гидромотора. Важнейшие преимущества этого привода — меньшие динамические нагрузки, более простая передача энергии к рабочим органам, находящимся на значительном удалении от двигателя трактора, более высокая маневренность агрегата при его криволинейном движении на лесных объектах из-за устранения карданной передачи между трактором и навесной машиной. Кроме этого, гидропривод, вследствие упругой деформации шлангов под действием давления жидкости, имеет меньшую кинематическую жесткость, что ведет к уменьшению угла буксования заторможенных секций фрезерного барабана.

Угол буксования β для механического привода рассчитывается по формуле

$$\beta = \omega t, \quad (1)$$

где ω — угловая скорость фрезерного барабана;
 t — время буксования.

Как следует из схемы (рис. 1), на которой показано положение фрезерного барабана в начале и конце буксования заторможенной секции, время буксования

$$t = \frac{OO_1}{v_n} = \frac{2R \sin \theta}{v_n}, \quad (2)$$

где R — радиус фрезерного барабана;
 θ — угол встречи рабочего органа с препятствием;
 v_n — поступательная скорость агрегата.

Подставив в формулу (1) значение времени буксования t из выражения (2), получим

$$\beta = \omega \frac{2R \sin \theta}{v_n}. \quad (3)$$

Приняв

$$\frac{\omega R}{v_n} = \lambda$$

и учитывая, что

$$\sin \theta = \sqrt{\frac{h}{R} \left(2 - \frac{h}{R}\right)},$$

где h — высота препятствия, получим окончательное значение угла буксования для механического привода

$$\beta = 2\lambda \sqrt{\frac{h}{R} \left(2 - \frac{h}{R}\right)}. \quad (4)$$

При гидрообъемном приводе угловая скорость фрезерного барабана в момент остановки секции при встрече с препятствием не остается постоянной, а несколько уменьшается за счет дополнительной упругой деформации шлангов, вызванной повышением давления рабочей жидкости. В результате угол буксования заторможенной секции уменьшается на некоторую величину φ

$$\varphi = \frac{\Delta v 2\pi}{q_m}, \quad (5)$$

где Δv — изменение объема нагнетательного шланга в результате его упругой деформации;

q_m — рабочий объем гидромотора.

После соответствующих подстановок угол φ можно выразить через основные параметры гидропривода лесных фрез

$$\varphi = \frac{4\pi^2 M_\phi V}{E_p q_m^2 \eta_m \eta_p i_p}, \quad (6)$$

где M_ϕ — момент на фрезерном барабане при встрече рабочего органа с препятствием;

V — объем нагнетательного шланга;

E_p — приведенный модуль упругости шланга;

η_m ; η_p — к.п.д. гидромотора и редуктора, соединяющего валы гидромотора и фрезерного барабана;

i_p — передаточное число редуктора.

Тогда угол буксования заторможенной секции при гидравлическом приводе лесных фрез

$$\beta = 2\lambda \sqrt{\frac{h}{R} \left(2 - \frac{h}{R}\right)} - \frac{4\pi^2 M_\phi V}{E_p q_m^2 \eta_m \eta_p i_p}. \quad (7)$$

Как следует из выражения (7), угол буксования фрикционов лесных фрез при наличии гидропривода значительно уменьшается по сравнению с механическим приводом. Величина уменьшения зависит от параметров гидропривода и значения момента при срабатывании фрикционов. Энергия упругой деформации шлангов после срабатывания фрикционов возвращается для полезной работы фрезерования и помогает фрезерному барабану восстановить угловую скорость, частично потерянную при буксовании.

Для экспериментального исследования влияния типа привода на характер работы индивидуальных фрикционных предохранителей мы переоборудовали лесную фрезу ФЛУ-0,8 с механического на гидрообъемный привод. В качестве гидромотора использовали аксиально-поршневую гидромашину ПМ20, которая была смонтирована на раме фрезы. Вал гидромотора соединялся с валом фрезерного барабана через вертикальный цилиндрический редуктор. На тракторе ЛХТ-55, с которым агрегатировалась данная фреза, был установлен аксиально-

поршневой гидронасос, который приводился в действие от двигателя трактора. Таким образом, энергия передавалась потоком рабочей жидкости под высоким давлением по шлангам от гидронасоса к гидромотору. Для определения величины углов буксования заторможенных секций фрезерного барабана при механическом и гидрообъемном приводе производили наезды фрезой на препятствия высотой $h = 4$ см с одновременной киносъемкой процесса буксования. Опыты показали, что при механическом приводе угол буксования при соотношении окружной и поступательной скоростей фрезерного барабана $\lambda = 8,5$ составил в среднем 435° , тогда как при гидрообъемном приводе этот угол равнялся 340° , то есть на 28% ниже.

При работе почвообрабатывающих фрез на лесных объектах возможны наезды фрезерного барабана на крупные препятствия, когда одновременно срабатывают несколько фрикционов. При этом фрезерный барабан почти полностью выглубляется или забивается растительными остатками (старые пни и т. д.). В этих случаях возникают очень опасные перегрузки, для ликвидации которых в системе гидропривода лесных фрез можно устанавливать предохранительный клапан, обеспечивающий полное отключение всего фрезерного барабана. Однако после срабатывания предохранительного клапана и преодоления фрезерным барабаном препятствия возникают трудные условия разгона барабана. Для нормальной работы лесных фрез с гидроприводом необходимо, чтобы фрезерный барабан автоматически выходил из стопора без подъема фрезы в транспортное положение. Условия разгона фрезерного барабана после срабатывания предохранительного клапана рассмотрим на основании дифференциального уравнения его движения, которое для этого случая будет иметь вид

$$I_{пр} \frac{(\omega_{уст} - \omega_{нач})}{t_{раз}} = M_d - M_c, \quad (8)$$

где $I_{пр}$ — приведенный момент инерции фрезерного барабана и вращающихся масс вертикального редуктора и гидромотора;
 $\omega_{уст}$ — установившаяся угловая скорость фрезерного барабана в конце разгона;
 $\omega_{нач}$ — угловая скорость фрезерного барабана при преодолении препятствия;
 M_c — момент сопротивления фрезерованию в рабочем режиме;
 $t_{раз}$ — время разгона фрезерного барабана;
 M_d — момент гидромотора при срабатывании предохранительного клапана, приведенный к валу фрезерного барабана,

$$M_d = 0,00159 \Delta p_{п.к} q_m i_p \gamma_m \gamma_p, \quad (9)$$

где $\Delta p_{п.к}$ — предельное давление рабочей жидкости при срабатывании предохранительного клапана.

Время разгона фрезерного барабана после срабатывания предохранительного клапана можно определить из уравнения (8) после подстановки в него выражения (9)

$$t_{раз} = \frac{I_{пр} (\omega_{уст} - \omega_{нач})}{0,00159 \Delta p_{п.к} q_m i_p \gamma_m \gamma_p - M_c}. \quad (10)$$

Из формулы (10) следует, что при условии, когда момент сопротивления фрезерованию окажется близким по величине моменту гидромотора, разгон фрезерного барабана невозможен, так как при

$$0,00159 \Delta p_{п.к} q_m i_p \gamma_m \gamma_p - M_c \quad (11)$$

время разгона $t_{раз} = \infty$.

Поэтому для автоматического включения фрезерного барабана после срабатывания предохранительного клапана необходимо, чтобы момент гидромотора превышал момент сопротивления фрезерованию, то есть чтобы соблюдалось условие

$$0,00159\Delta p_{п.к} q_m i_p \gamma_m \gamma_p \geq KM_c, \quad (12)$$

где K — коэффициент превышения номинальной нагрузки.

Это условие может быть достигнуто при соответствующем увеличении предельного давления срабатывания предохранительного клапана. Величину предельного давления, при котором обеспечивается нормальная работа лесных фрез с гидроприводом, можно определить из выражения (12)

$$\Delta p_{п.к} = \frac{KM_c}{0,00159 q_m i_p \gamma_m \gamma_p}. \quad (13)$$

Экспериментальными исследованиями, проведенными в полевых условиях на нераскорчеванной вырубке, установлено, что при регулировании предохранительного клапана на предельное давление 110—120 кг/см^2 с коэффициентом превышения номинальной нагрузки $K = 1,1 \div 1,2$ наблюдались частые срабатывания предохранительного клапана, и фрезерный барабан не выходил из стопора без подъема фрезы в транспортное положение. При регулировании предохранительного клапана на давление 140—150 кг/см^2 , что соответствовало коэффициенту превышения номинальной нагрузки $K = 1,4 \div 1,5$, этот недостаток устранялся, фрезерный барабан автоматически включался в работу и быстро разгонялся до рабочей скорости. Предохранительный клапан в этом случае срабатывал только при наезде фрезерного барабана на пни и крупные корневые лапы. При встрече рабочих органов с мелкими препятствиями срабатывали индивидуальные фрикционные предохранители. Несмотря на четкое срабатывание при больших перегрузках, предохранительный клапан не может защитить рабочие органы от инерционных нагрузок, возникающих при стопоре массивного фрезерного барабана. Поэтому индивидуальные фрикционные предохранители на лесных фрезах с гидроприводом ликвидировать нецелесообразно.

Поступила 24 ноября 1972 г.

УДК 547.963.32+581.4

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ И МОРФОГЕНЕЗ ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОЧЕК ЕЛИ

П. Ф. СОВЕРШАЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Гистохимическими методами определена локализация РНК и ДНК в апикальной меристеме вегетативных почек ели. Показаны развитие и морфогенез почки с момента ее заложения до начала активного роста в следующем году по морфофизиологическим периодам.

Из работ разных авторов [1], [2], [4], [5] известно, какую важную роль играют нуклеиновые кислоты в морфогенезе органов растений.

Локализацию РНК и ДНК мы исследовали гистохимическими методами: окраской препаратов толуйдиновым синим, галлоцианином, смесью метиловый зеленый — пиронин, реактивом Шиффа по Фель-



Рис. 1. Локализация ДНК в формирующемся апексе почки ели. Окраска по Фельгену, 20 июля 1968 г., увелич. $10 \times 4,7$ раза.

гену и по люминесценции с акридиновым оранжевым. Подробное описание методик дано В. Г. Конаревым с сотрудниками [3].

Веgetативные почки ели закладываются на молодых побегах в июне — начале июля. Во второй половине июля на микропрепаратах появляются первые листовые бугорки (примордии) — рис. 1. К этому времени почка покрыта сверху хорошо обособленными и дифференцированными покровными чешуями. Апекс представлен меристемой, которая еще не имеет определенного разделения на колончатую и собственно апикальную. Листовой бугорок возникает с боковой стороны апикального конуса в результате переκлиальных делений клеток, расположенных вблизи от поверхности.

Локализация ДНК и морфологическое строение почки после ее заложения представлены на рис. 1. ДНК расположена в нескольких рядах клеток по периферии апекса и зачатках листовых бугорков, где ядра почти вплотную прилегают друг к другу, создавая впечатление сплошного слоя (темная полоса). Сравнительно много ДНК и в центральной части апекса.

В покровных чешуйках ДНК мало, но зато здесь много РНК. Это хорошо видно на препаратах в люминесцентном микроскопе и при окраске их смесью метиловый зеленый — пиронин.

В августе вместе с нарастанием высоты конуса число листовых бугорков увеличивается до 10—12. К концу августа примордии удлиняются, обособляются друг от друга, их рост идет путем деления клеток.

Локализация ДНК в это время изменяется мало. ДНК преобладает в листовых примордиях, в апикальной и периферической частях почки. В центре дифференцируется колончатая, или медуллярная меристема, ядра клеток которой находятся в стадии митозов. В цитоплазме клеток колончатой меристемы локализуется РНК, которая принимает активное участие в образовании цитоплазматических структур. Эти процессы цитогенеза протекают как в клетках листовых примордиев, так и в клетках периферического слоя. Накопление нуклеиновых кислот по В. Г. Конареву [2] в онтогенезе клетки продолжается до завершения фазы дифференциации. Однако основная мас-

са нуклеиновых кислот синтезируется в фазе эмбрионального роста и в начале фазы роста путем растяжения. На следующих этапах развития клетки состояние нуклеиновых кислот изменяется. Лабильная РНК включается в состав формирующихся цитоплазматических структур типа рибосом, митохондрий и пропластид. В это же время повышается степень полимерности ДНК и ее связи в структурах ядра.

В период подготовки к переходу в глубокий покой в клетках происходят обратные биохимические процессы, обеспечивающие энергетический баланс при перезимовке и сохранение биокolloидов цитоплазмы от воздействия низких температур.

Гистохимические реакции не выявили изменения в локализации РНК и ДНК, в то время как с помощью биохимического анализа было установлено незначительное понижение их содержания [4]. Нуклеальная реакция Фельгена показала, что локализация ДНК не изменилась. Однако на препаратах, окрашенных смесью метиловый зеленый — пиронин, появилась хорошо выраженная метилофилия ядер, характеризующая изменение состояния ДНК [2].

С переходом почек в глубокий покой содержание лабильной РНК и ДНК уменьшилось. В конце ноября значительное снижение содержания РНК отмечалось на всех препаратах, окрашенных толудиновым синим и смесью метиловый зеленый — пиронин, на которых окраска цитоплазмы клеток была на несколько тонов светлее. Особенно хорошо видно уменьшение и даже полное исчезновение РНК в клетках колончатой меристемы на препаратах в люминесцентном микроскопе. К концу ноября красный цвет, соответствующий локализации РНК, остался только в чешуйках и клетках, окружающих воздушную полость почки. В апексе и листовых примордиях локализуется ДНК. В конце декабря РНК не наблюдалась по всему конусу нарастания и была видна только в чешуйках. По данным биохимического анализа, 1 января 1969 г. было отмечено минимальное количество РНК и ДНК [4]. Дальнейшие биохимические исследования показали, что в период вынужденного покоя содержание нуклеиновых кислот стало вновь увеличиваться.

Гистохимическими методами также было выявлено повышение содержания РНК. Окраска цитоплазмы клеток галлоцианином и то-

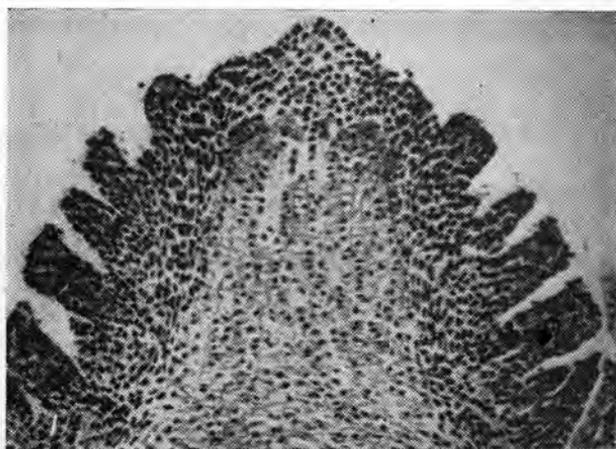


Рис. 2. Локализация ДНК в почке ели (апекс, листовые примордии, центральная зона материнских клеток и колончатая меристема). Окраска по Фельгену, 3 апреля 1969 г., увелич. $10 \times 2,25$ раза.



Рис. 3. Поперечный разрез почки ели. Листоовые примордии. 3 апреля 1969 г., увелич. $10 \times 4,7$ раза.

луидиновым синим стала темнее. На препаратах, окрашенных акридиновым оранжевым, РНК появляется вновь в центральной части апекса. К концу марта РНК наблюдается уже во всех клетках колончатой меристемы и покровных чешуй. В подстилающей воздушную полость ткани РНК обнаружена примерно в половине клеток. Вторая их половина, по-видимому, относится к запасующим, так как здесь были обнаружены полисахариды, а к концу периода — крахмал.

В апреле в клетках конуса нарастания появляются митозы. Активность ядер в начале апреля невысока, но затем постепенно увеличивается. Митозы чаще наблюдались в клетках колончатой меристемы. На рис. 2, в верхней его части, видны вытянутые по оси будущего побега ряды разделившихся ядер. Колончатая меристема из конусовидной приняла форму, близкую к трапецеидальной. В верхних ее углах видны скопления ядер переходной зоны, клетки которой делаются как периклинально, так и антиклинально, образуя слои периферемы и элементы проводящей системы.

ДНК располагается в это время в периферической части почки и листовых примордиях (рис. 2—3). Реакция Фельгена дала четкую картину локализации ДНК. В листовых примордиях ядра располагаются почти вплотную друг к другу, поэтому митозы заметить труднее. Однако увеличение размеров ядер, особенно в мае, говорит о наличии митозов. Это подтверждается и значительным увеличением размеров листовых примордиев, которые к концу мая становятся микрохвоинками (рис. 4). ДНК по-прежнему концентрируется в периферической части, в местах формирования проводящей системы, в зачатках хвоинки и точке роста.

В течение мая наблюдался усиленный синтез нуклеиновых кислот. Это показывают не только биохимические, но и гистохимические исследования. В вегетативных почках ели к началу июня образуется большое число листовых примордиев, и этот процесс продолжается в течение всего периода роста. ДНК в растущем побеге сосредоточена в образовавшихся проводящих пучках, листовых следах и хвое. РНК локализуется в клетках его центральной части — плеромы. В период окончания роста и дифференциации клеток побега ДНК локализуется в хвое, первичной коре, клетках флоэмы и ксилемы, в первых двух—

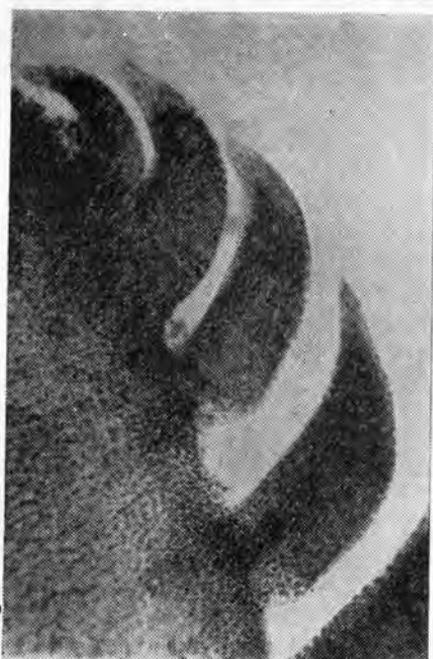


Рис. 4. Продольный срез почки ели. Локализация ДНК в периферической части почки и в микрохвоинках. Окраска по Фельтгену, 10 мая 1969 г., увелич. $10 \times 2,25$ раза.

трех рядах клеток, выстилающих смоляные ходы, и сердцевинных лучах. Содержание РНК снижается. Она выявлена в клетках первичной коры, камбия и сердцевинных лучей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Н. Белозерский. Молекулярная биология — новая ступень познания природы. Изд-во «Советская Россия», М., 1970. [2]. В. Г. Конарев. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. Изд-во «Высшая школа», М., 1959. [3]. В. Г. Конарев и др. Методы исследования нуклеиновых кислот растений. Л., 1967. [4]. П. Ф. Совершаев. Нуклеиновые кислоты в семенах и вегетативных почках сосны и ели. Труды АЛТИ, вып. XXI, 1969, 9—14. [5]. П. Ф. Совершаев, А. И. Барабин. Содержание и локализация нуклеиновых кислот в репродуктивных органах ели. Журн. «Физиология растений», т. 19, вып. 6, 1972, 1229—1234.

Поступила 21 мая 1973 г.

УДК 5810135

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ВНУТРЕННЕЙ УГЛЕКИСЛОТЫ В ПОБЕГАХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

В. Д. РОЩИНА

Воронежский лесотехнический институт

Методами газовой хроматографии исследовано содержание углекислоты в побегах. Обнаружены изменения количества CO_2 , связанные с сезонными изменениями факторов внешней среды и физиологическим состоянием деревьев. В летний период при нарушении водного баланса в газовой фазе побегов одновременно с высокой концентрацией CO_2 обнаружены пары этанола.

Исследование внутренней газовой среды побегов и стволов деревьев было начато давно и обобщено в ряде работ [25], [28], [29]. Установлено, что ткани древесного растения содержат значительное количество воздуха, причем в летний период больше, чем в другое

время года. По составу внутренний воздух дерева отличается от наружного высоким содержанием углекислого газа, концентрация которого подвержена сезонным колебаниям: она выше в течение вегетационного периода и очень низка зимой.

Между содержанием CO_2 во внутренней атмосфере и устойчивостью растений к некоторым неблагоприятным внешним воздействиям установлена определенная корреляционная зависимость. Так, сорта яблонь, более стойкие к морозам, накапливают меньше углекислого газа, чем неморозостойкие [26], [34]. Высокая концентрация углекислого газа во внутреннем воздухе, как установила З. Г. Ракитина [15], может быть причиной повреждения покрытых льдом побегов.

Исследования последнего времени показали, что высокие концентрации углекислого газа могут играть определенную роль в регуляции внутриклеточных процессов: изменять интенсивность дыхания [12], [27], воздействовать на поглощение воды растительной тканью [31], останавливать движение протоплазмы [6], оказывать влияние на обмен органических кислот [20], [21], состав углеводов [30] и т. д.

Анализ литературы показывает, что сведения о внутренней газовой среде растения недостаточны и основываются на небольшом экспериментальном материале. Для выделения газов и их анализа применялись различные методические приемы, поэтому данные трудносоставимы. Вместе с тем, изучение внутренней газовой среды растения перспективно в научном отношении, поскольку она — чувствительнейший показатель обменных процессов, от которых в конечном счете зависят явления роста и устойчивости растений. Кроме того, газовая фаза растений играет определенную роль в регуляции внутриклеточного обмена.

Мы изучали сезонные изменения углекислого газа во внутренней атмосфере древесных растений средней полосы Советского Союза. Исследовали содержание углекислоты в газовой фазе 4—6-летних побегов местных видов деревьев, различных по анатомическим и физиологическим признакам. Побег брала в середине месяца с южной стороны средней части кроны 20—25-летних хорошо развитых деревьев, произрастающих в дендропарке Воронежского лесотехнического института. Всего исследовано 12 видов деревьев: береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), скумбрия (*Cotinus coggygria* Scop.), лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.), сосна веймутова (*Pinus strobus* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), ясень пушистый (*Fraxinus pubescens* Lam.), дуб летний, ранняя форма (*Quercus robur* L.), каштан конский (*Aesculus hippocastanum* L.), осина (*Populus tremula* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), орех маньчжурский (*Juglans manshurica* Max.).

Экспериментальной части работы предшествовал период отработки методических приемов, ставящих своей целью получение достоверных и сопоставимых результатов. Мы избрали метод вакуумной экстракции воздуха из растительной ткани, который уже применялся для изучения внутренних газов [14], [15], [23], [32], с той лишь разницей, что в качестве запирающей жидкости мы использовали глицерин. В отличие от концентрированных солевых растворов глицерин не требует специальной осушки анализируемого воздуха. Для извлечения срезаемые в природных условиях побеги нарезали на кусочки размером 3—5 см (общим весом примерно 40—50 г) под слоем глицерина в батарейном стакане, закрывали воронкой с глухой резиновой трубкой так, чтобы в воронке не было воздуха. Установку приносили в лабораторию и помещали в вакуумэкспонатор. Воздух извлекали в течение 3—5 мин при вакууме 300—400 мм рт. ст. Температуру глицерина в стакане поддерживали на уровне, соответствующем температуре воздуха в природных условиях. Прокалывая резиновую трубку иглой медицинский шприца, извлекали из воронки по 0,5 мл воздуха и анализировали на газовом хроматографе УХ-2.

Для разделения газов использовали активированный уголь марки АГ-3 с размерами частиц 40—50 меш, которым заполняли хроматографическую колонку из нержавеющей стали длиной 3 м и внутренним диаметром 6 мм. Анализ проводили при температуре 80°C и скорости газа-носителя (гелия) 50 мл/мин. Углекислый газ выходил на 3-й минуте, что фиксировалось детектором в виде хорошо выраженного пика. При отработке методики использовали руководства по газовой хроматографии Г. Берчфилда и Э. Сторрса [2], А. А. Жуховицкого и Н. М. Туркельтауба [5].

Для определения паров спирта во внутреннем воздухе растений использовали полисорб, который представляет собой пористые сополимеры стирола, этилстирола и дивинилбензола [18]. На полисорбе углекислый газ выходил на 2-й, а этанол на 5-й минуте. Условия работы на хроматографе оставались такими же, как при использовании активированного угля.

Площади пиков определяли, умножая высоту пика на его ширину, измеренную на расстоянии, равном половине высоты от основания. Процентное содержание газов устанавливали делением измеренной площади каждого пика на сумму площадей всех пиков [14]. Примененный метод хроматографического анализа позволял определять 0,01% компонента смеси.

Количество углекислого газа во внутренней атмосфере растения отражает влияние ряда внутренних факторов, из которых наибольшее значение имеют дыхание и содержание влаги. Поэтому одновременно с определением газов во внутренней атмосфере мы анализировали влажность побегов и интенсивность дыхания. Первый показатель находили обычным способом. При определении второго кусочки побегов весом 2—3 г помещали в банки объемом 100 мл, снабженные пробками с глухими газоотводными трубками. Банки с побегами выдерживали в природных условиях в течение 18—20 час, после чего содержание CO_2 устанавливали на газовом хроматографе. Таким образом мы получали представление о фактической метаболической активности, которая, как известно [1], отличается от потенциальной, определяемой при температуре 20—22°C. При вычислении концентрации CO_2 мы пользовались кривой, построенной методом непосредственной калибровки [2], [22]. Опыты проведены в трехкратной биологической повторности и обработаны статистически [16]. Ошибки определений при анализе внутренней углекислоты от $\pm 0,12$ до $\pm 0,85$, влажности — от $\pm 0,12$ до $\pm 0,68$, дыхания — от $\pm 0,16$ (зимой) до $\pm 10,68$ (летом).

Как видно на рис. 1 и 2, наблюдалась явная зависимость между содержанием углекислого газа во внутренней атмосфере побегов и временем года. В декабре все исследованные породы имели в 60—240 раз больше углекислого газа, чем в окружающем воздухе (0,05 вес. %). В побегах тополя бальзамического, ясеня пушистого и сосны веймутовой концентрация CO_2 высока, значительно ниже она в побегах березы бородавчатой и липы мелколистной. Две последние породы отличаются высокой морозостойкостью, которая, по мнению ряда авторов [25], [26], коррелирует с высоким процентом внутренней углекислоты. Из этого правила, по-видимому, есть исключения. Так, ясень пушистый — порода зимостойкая [4], [7] и тем не менее характеризуется высокой концентрацией внутренней углекислоты.

Основной источник CO_2 в растениях — дыхательный процесс, который зависит от эндо- и экзогенных факторов. Интенсивность дыхания, определенная в природных условиях по выделению CO_2 при диапазоне температур от +2 до -10°C, была очень низка и составляла 2—7 мкг/час абс. сухого веса. Прямой связи между интенсивностью дыхания и количеством углекислоты в побегах не было обнаружено. В нашем случае определенную роль могли играть различия в газопроницаемости побегов или какие-то другие, нами не учитываемые факторы.

В течение зимнего периода (декабрь — март) концентрация внутренней CO_2 изменялась в зависимости от вида растений в большей или меньшей мере. В побегах лиственницы европейской и сосны вей-

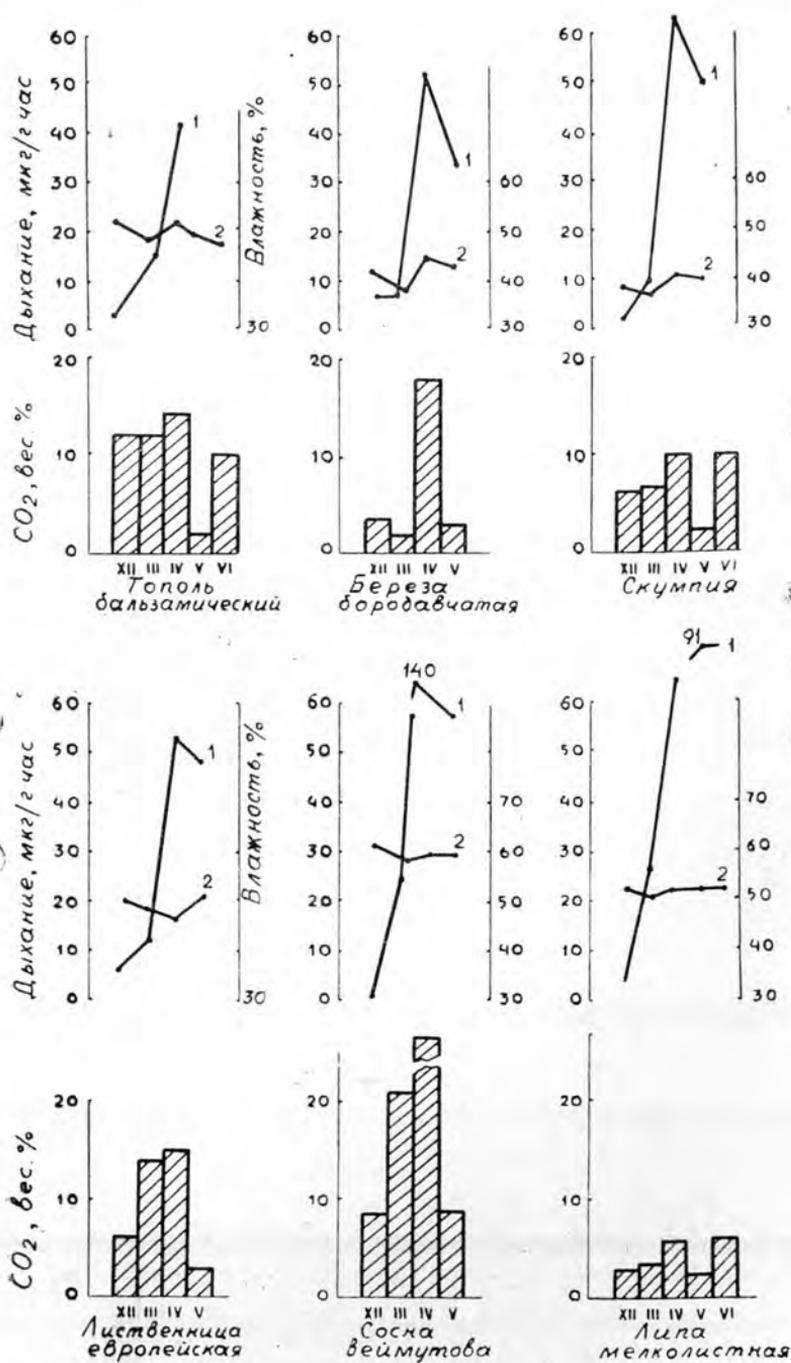


Рис. 1. Сезонные изменения концентрации CO₂, интенсивности дыхания (1) и влажности 4-6-летних побегов (2).

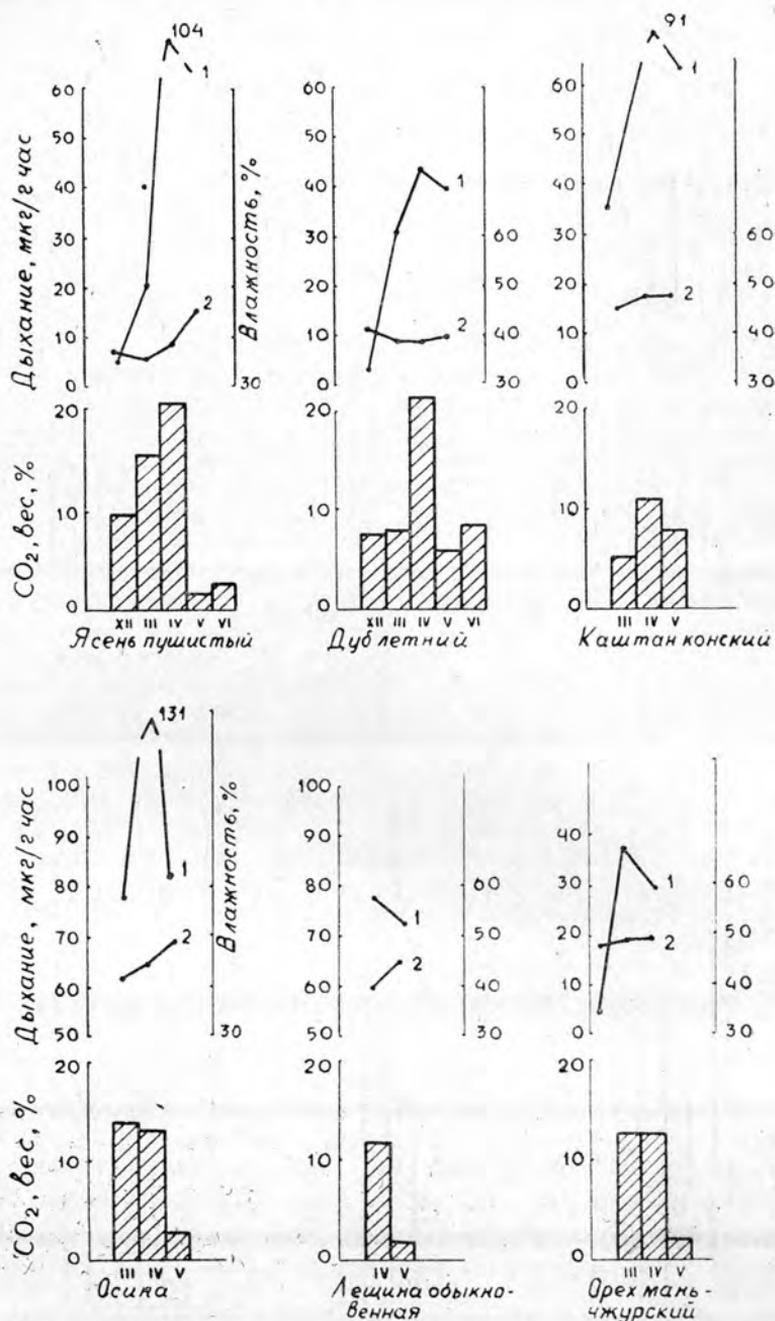


Рис. 2. Обозначения см. на рис. 1.

муговой она возросла более чем в два раза, ясеня пушистого — 1,5 раза, но сравнительно мало изменилась у других пород. Интенсивность дыхания в момент определения внутренней CO₂ увеличилась почти у всех пород, что обусловлено сезонным повышением темпера-

туры (в день определения колебания температуры были от $+8$ до -5°C). Исключение представляли побеги березы бородавчатой, в которых низкий уровень дыхания (примерно равный декабрьскому) соответствовал низкому содержанию внутренней углекислоты.

Самая высокая концентрация CO_2 наблюдалась в апреле. Количество углекислоты в побегах сосны веймутовой составило 33,0, дуба летнего — 23,9, ясеня пушистого — 21,0, березы бородавчатой — 17,5 вес. %. Меньшие концентрации CO_2 наблюдались у других пород. Не получено достоверных различий с данными предыдущего месяца для осины, ореха маньчжурского и лиственницы европейской. Повышение концентрации углекислого газа совпало с началом сокодвижения и резким усилением интенсивности дыхания, которое на этот раз зависело не только от повышения температуры (среднесуточная температура при определении дыхания $+8^\circ\text{C}$), но и от пробуждения растений к активной физиологической деятельности. Какое-то влияние на содержание CO_2 , возможно, оказывало поступление углекислоты через корни растений [9], [10].

У некоторых пород (ясеня пушистого, осины, ореха маньчжурского, каштана конского, березы бородавчатой и скумпии) отмечена связь между возрастанием CO_2 во внутренней атмосфере растения и повышением влажности побегов. У других пород подобной связи установить не удалось.

Весьма интересен факт уменьшения концентрации углекислоты в мае, совпадающий по времени с распусканием листьев у многих растений. В побегах ясеня пушистого концентрация упала почти в 10 раз, тополя бальзамического — примерно в 7 раз, березы бородавчатой, ореха маньчжурского и лиственницы европейской — приблизительно в 5 раз, скумпии, осины, лещины обыкновенной и дуба летнего — почти в 4 раза, сосны веймутовой — в 3 раза. У других пород количе-

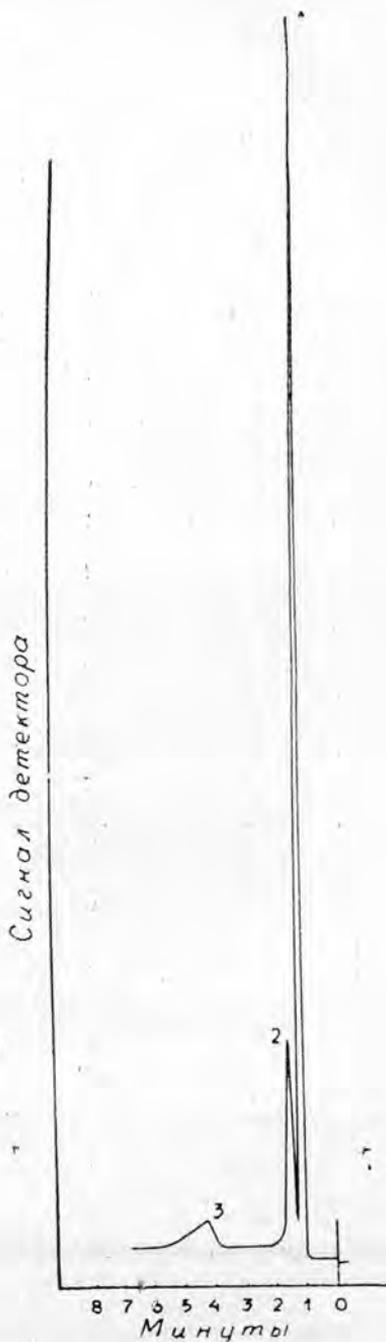


Рис. 3. Хроматограмма внутреннего воздуха из побегов дуба (полисорб).

1 — воздух; 2 — углекислый газ;
3 — этанол.

ство CO_2 снизилось меньше. Создается впечатление, что накопившийся в период покоя углекислый газ передвигается вверх по стеблю и используется молодыми листочками растений в процессе фотоассимиляции. Такая возможность показана многими исследователями [3], [8], [24], [33], [35].

В период, следующий за распусканием листьев, концентрация CO_2 вновь начала повышаться, но у большинства пород не достигла апрельского уровня. Повышению концентрации CO_2 способствовали погодные условия. Июнь 1972 г. был необычайно жарким. Максимальная температура днем достигала 35—39°C, а ночью не опускалась ниже 20—24°C. Относительная влажность днем падала до 12—20%. Вызванное высокой температурой расстройство водного баланса приводило к перепреву листьев и нарушению обмена веществ, один из показателей которого — усиленное выделение CO_2 [13]. Анализ внутренней газовой среды растения показал, что в побегах значительно повысилась концентрация углекислого газа и в заметных количествах появился этанол (рис. 3, табл. 1), что свидетельствует о нарушении энергетического баланса клетки и усилении анаэробных процессов.

Таблица 1

Растение	Углекислый газ, вес. %	Этанол, вес. %
Скумпия	17,3 ± 0,05	2,18 ± 0,49
Тополь бальзамический	15,25 ± 0,85	1,06 ± 0,048
Ясень пушистый	12,5 ± 0,75	1,91 ± 0,47
Дуб летний	11,3 ± 0,60	1,57 ± 0,70
Лиственница европейская	19,9 ± 0,11	2,08 ± 0,36

О возможности анаэробного дыхания у древесных пород и накоплении спирта сообщают К. А. Сергеева [19], Б. А. Рубин [17] и др. Мы не знаем, содержатся ли пары спирта в побегах в другое время года и при других погодных условиях, так как полисорб, при применении которого был обнаружен пик спирта, использован нами для хроматографического разделения только в июне.

К осени, вследствие затухания физиологических процессов, содержание углекислоты в побегах значительно снизилось и составило в период листопада (начало октября) у сосны веймутовой, тополя бальзамического, скумпии, липы мелколистной от 0,26 до 1,00 вес. %. Относительно высокая концентрация CO_2 (7,87%) поддерживалась лишь в тканях ясеня пушистого.

Из проделанной работы видно, что содержание CO_2 во внутренней атмосфере побегов носит выраженный сезонный характер, связанный с изменениями внешней среды и физиологическими процессами растений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Ф. Альтергот, Е. В. Хитрово. Дыхательный газообмен — показатель сезонной метаболической активности древесных растений в Западной Сибири. Журн. «Физиология растений», 17, 6, 1970. [2]. Г. Берчфилд, Э. Сторрс. Газовая хроматография в биохимии (пер. с англ.), Изд-во «Мир», М., 1964. [3]. В. А. Бриллиант. Фотосинтез как процесс жизнедеятельности растений. Изд. АН СССР, Л., 1949. [4]. Б. В. Гроздов. Дендрология. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [5]. А. А. Жуховицкий, Н. М. Туркельтауб. Газовая хроматография. Госоптехиздат, М., 1962. [6]. Н. Камия. Движение протоплазмы (пер. с англ.). ИЛ, М., 1962. [7]. М. В. Колпиков. Лесоводство с дендрологией. Гослесбумиздат, М.—Л., 1954. [8]. В. Ф. Купревич. Усвоение на свету CO_2 , образующейся в процессе дыхания. Журн. «Природа» № 2, 1943. [9]. А. Л. Курсанов, А. М. Кузин, Я. В. Мамуль.

О возможности ассимиляции растением карбонатов, поступающих с почвенным раствором. ДАН СССР, 79, 4, 1951. [10]. А. Л. Курсанов, Н. Н. Крюкова, Б. Б. Вартапетян. Движение по растению углекислоты, поступающей через корни. ДАН СССР, 85, 4, 1952. [11]. Г. Мак-Нейр, Э. Бонелли. Введение в газовую хроматографию (пер. с англ.). Изд-во «Мир», М., 1970. [12]. Н. Т. Ниловская, Т. А. Разоренова. Интенсивность дыхания посевов овощных растений при различном парциальном давлении углекислоты. Журн. «Физиология растений», 15, 5, 1968. [13]. А. С. Оканенко. Фотосинтез и урожай. Изд. АН УССР, Киев, 1954. [14]. З. Г. Ракитина. О влиянии аэрации на морозоустойчивость побегов древесных растений. Журн. «Физиология растений», 15, 2, 1968. [15]. З. Г. Ракитина. Влияние ледяной корки на газовый состав внутренней атмосферы озимой пшеницы. Журн. «Физиология растений», 17, 5, 1970. [16]. П. Ф. Рокицкий. Основы вариационной статистики для биологов. Изд. Белорусского государственного университета, 1961. [17]. Б. А. Рубин. Курс физиологии растений. Изд-во «Высшая школа», М., 1971. [18]. К. И. Сакодынский, Л. И. Панина. Полимерные сорбенты в газо-хроматографическом анализе. ЖАХ, 27, 5, 1972. [19]. К. А. Сергеева. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. Изд-во «Наука», М., 1971. [20]. С. В. Солдатенков. Обмен органических кислот у растений. Тимирязевские чтения XXX. Изд-во «Наука», Л., 1971. [21]. Э. А. Тиглянов, А. М. Степанова, В. А. Чесноков. Влияние различной освещенности и концентрации CO_2 на обмен органических кислот в листьях ревеня. Вестник ЛГУ, Биология, 21, 4, 1967. [22]. М. Шингляр. Газовая хроматография в практике (пер. с чешск.). Изд-во «Химия», М., 1964. [23]. E. M. Ir. Beyer, P. W. Morgan. A method for determining the concentration of Ethylene in the Gas Phase of Vegetative Plant Tissues «Plant Physiology», 46, 2, 1970. [24]. W. D. Billings, P. I. Godfrey. Photosynthetic Utilisation of Internal Carbon Dioxide by Hollow-Stemmed Plants, «Science», 1958. 101—103, 1967. [25]. W. W. Chase. The composition, quantity and physiological significance of gases in tree stems. Minnesota Agr. Expt. Sta Tech. Bull., 99, 1934. [26]. W. A. De Long, I. H. Beaumont, I. I. Willaman. Respiration of apple twigs in relation to winter hardiness. «Plant Physiology», 5, 4, 1930. [27]. L. Jacobson, M. Schaedle, B. Cooper, L. C. T. Young. Effect of Various Concentrations of Carbon Dioxide on Respiration and Potassium Uptake in Barley Roots. «Physiologia Plantarum», 21, 1, 1968. [28]. D. T. Mac Dougal. Composition of gases in trunks of trees. Carnegie Inst., Wash. Year. Book, 26, 1927. [29]. D. T. Mac Dougal. I. B. Overton, G. M. Smith. The hydrostatik-pneumatic system of certain trees: movements of liquids and gases. Carnegie Inst. Wash. Year Publ. 397, 1929. [30]. E. Madsen. Effect of CO_2 -Concentration on the Accumulation of Starch and Sugar in Tomato leaves. «Physiologia Plantarum», 21, 1, 1968. [31]. L. Reinhold, Z. Glinka. Reduction in Turgor Pressure as a Result of Extremely Brief Exposure to CO_2 . «Plant Physiology», 41, 1, 1966. [32]. Shafer. Effect of light on CO_2 in leaves. «Plant physiology», 13, 1, 1938. [33]. I. H. C. Smith, D. B. Cowie. Absorption and utilization of radioactive carbon dioxide by sunflower leaves. «Plant Physiology», 16, 2, 1941. [34]. I. I. Willaman, W. R. Brown. Carbon dioxide dissolved in plant sap and its effect on respiration measurements. «Plant Physiology», 5, 4, 1930. [35]. W. Zelawski, F. Riech, P. Stanley R. J. Assimilation and release of internal carbon dioxide by woody plant shoots. Canadian Journal of Botany, 48, 7, 1970.

Поступила 27 марта 1973 г.

БДК 634.0.5:581.132

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ И СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТОВ В ПОЧКАХ ЕЛИ

С. О. ЦАРЕГОРОДЦЕВА, Ю. Е. НОВИЦКАЯ

Институт леса Карельского филиала АН СССР

Выявлено влияние условий освещения ели на содержание пигментов и прочность их связи с белково-липидными носителями в ее почках. Улучшение освещенности снижает концентрацию зеленых пигментов в расчете на 1 г сырого веса почек; при расчете на 100 почек их содержание повышается. Увеличение степени освещенности весной ослабляет, а осенью повышает связь пигментов с белками.

Повышение продуктивности наших лесов требует всестороннего изучения ответных реакций древесных растений на условия окружаю-

шей среды. Продуктивность растений находится в большой зависимости от фотосинтеза, интенсивность которого, в свою очередь, связана с состоянием и содержанием пластид пигментов.

Развитие фотосинтетического аппарата начинается в еще не развернувшихся почках. Поэтому важно проследить, как факторы среды влияют на содержание пигментов в почках растений. Однако такие исследования по древесным растениям единичны [3], [5], [6].

В литературе мы не встретили сведений о влиянии условий окружающей среды на состояние пигментов в почках древесных растений. Это влияние во многом определяется прочностью связи пигментов с их белково-липидными носителями.

В настоящем сообщении излагаются результаты изучения влияния условий освещенности как на содержание зеленых и желтых пигментов в почках ели [*Picea abies* (L.) Karst.], так и на прочность их связи с белково-липидным комплексом.

Исследования проводили в ельнике-черничнике, расположенном недалеко от г. Петрозаводска, и на стационаре Института леса Карельского филиала АН СССР в Кондопожском лесничестве. Анализировали материал в свежем виде. Содержание пигментов определяли путем их полного извлечения 80%-ным ацетоном [2]. О прочности связи пигментов с белково-липидным комплексом судили по степени их извлекаемости 60%-ным ацетоном [4] и смесью петролейного эфира с ацетоном в соотношении 49:1 [1]. Концентрацию пигментов в ацетоновых вытяжках устанавливали спектрофотометрически, их количество рассчитывали по формулам [7].

Опытный участок на стационаре Института леса был разделен на несколько секций с одинаковым количеством деревьев в каждой. В отдельных секциях путем специальных перекрытий уменьшали поток солнечного света. В результате деревья в каждой секции имели определенную освещенность: 25, 40, 70 и 100% от полного освещения. Почку для анализа собирали с южной стороны средней части кроны.

Таблица 1

Варианты опыта (% света)	Количество пигментов, мг/г сырого веса				Отношение	
	хлорофилл А	хлорофилл В	сумма хлорофиллов	сумма каротиноидов	хлорофилл А	хлорофилл
					хлорофилл В	каротиноиды
25	0,095 ± 0,002	0,122 ± 0,001	0,217 ± 0,003	0,046 ± 0,002	0,78	4,72
40	0,117 ± 0,002	0,135 ± 0,002	0,252 ± 0,003	0,035 ± 0,001	0,87	7,20
70	0,099 ± 0,003	0,094 ± 0,005	0,193 ± 0,007	0,045 ± 0,002	1,05	4,30
100	0,044 ± 0,002	0,053 ± 0,003	0,097 ± 0,004	0,032 ± 0,001	0,83	3,03

Как видно из данных табл. 1 (3 апреля 1969 г., стационар в Кондопожском лесничестве), наибольшее количество зеленых пигментов имеют почки при 40%-ном освещении, наименьшее — при полном. Количество каротиноидов почти одинаково на всех вариантах опыта. Следовательно, изменение условий светового режима оказывает существенное влияние на содержание основных фотосинтетических пигментов в еще не развернувшихся почках хвойных растений.

Интересно было изучить состояние пигментов в почках деревьев, давно растущих в естественных условиях на различно освещенных участках. Деревья первого участка или первой группы только слегка затенены редким пологом спелого леса и получают около 75% от полного солнечного освещения на открытом месте. Деревья второй груп-

пы затенены больше и получают до 34% света, а третьей — всего 10%. Освещенность измеряли во время сплошной облачности люксметром типа Ю-16 на уровне ветвей, с которых затем собирали почки для анализа.

Таблица 2

Сроки определений (1969 г.)	Варианты опыта (% света)	Количество пигментов ($\frac{\text{мг/г сырого веса}}{\text{мг/100 почек}}$)			
		хлорофилл А	хлорофилл В	сумма хлорофиллов	сумма каротиноидов
27 мая	34	0,082	0,070	0,152	0,074
		0,049	0,042	0,091	0,044
	75	0,080	0,069	0,149	0,048
5 июня	34	0,200	0,172	0,372	0,120
		0,084	0,065	0,149	0,045
	75	0,168	0,130	0,298	0,090
9 сентября	34	0,085	0,092	0,177	0,049
		0,710	0,765	1,475	0,406
	10	0,081	0,054	0,135	0,100
		0,012	0,008	0,020	0,015
	34	0,069	0,072	0,141	0,049
		0,019	0,021	0,040	0,014
75	0,041	0,052	0,093	0,035	
		0,050	0,065	0,115	0,044

До начала распускания почек мы анализировали содержание и состояние пигментов в почках деревьев на вариантах 75 и 34% света (27 мая и 5 июня). Количество пигментов рассчитывали как на 1 г сырого веса, так и на 100 почек. Как видно из табл. 2 (г. Петро-заводск), почки разных вариантов в это время мало различаются по количеству пигментов в расчете на 1 г сырого веса, тогда как при расчете на 100 почек содержание пигментов гораздо больше при 75% света, чем при 34%. В сентябре различия между вариантами более заметны. В этот период с увеличением степени освещенности деревьев концентрация пигментов в расчете на 1 г сырого веса снижается, тогда как при расчете пигментов на 100 почек, напротив, повышается.

Таблица 3

Сроки определений (1969 г.)	Варианты опыта (% света)	Извлекаемость пигментов, % от общего содержания							
		60%-ным ацетоном				смесью петролейного эфира с ацетоном			
		хлорофилл А	хлорофилл В	сумма хлорофиллов	сумма каротиноидов	хлорофилл А	хлорофилл В	сумма хлорофиллов	сумма каротиноидов
5 июня	34	37	25	32	47	8	1	4	16
	75	44	41	42	77	2	2	2	14
9 сентября	10	36	37	36	68	21	17	19	40
	34	44	61	55	65	41	48	44	26
	75	28	33	31	73	20	41	31	22

Результаты исследований, представленные в табл. 3 (г. Петро-заводск), свидетельствуют о большом влиянии условий освещения на

состояние пигментов в почках ели. Так, в начале июня их извлекаемость 60%-ным ацетоном была намного выше при 75%-ном освещении, чем при 34%-ном. Следовательно, перед распусканием почек в условиях более высокого освещения пигменты слабее связаны с белковыми носителями. Осенью наибольшая извлекаемость зеленых пигментов как 60%-ным ацетоном, так и смесью петролейного эфира с ацетоном наблюдается в почках при 34%-ном освещении. При снижении или повышении освещенности ниже или выше 34% извлекаемость хлорофилла обоими растворителями снижается. Желтые пигменты в наибольшей степени извлекаются 60%-ным ацетоном при 75%-ном освещении, а смесью петролейного эфира с ацетоном при 10% света.

Полученные данные свидетельствуют о различном количественном и качественном состоянии пигментов в почках ели в разных условиях освещенности деревьев в зависимости от сезона года. Весной при более высокой освещенности ослабляется связь пигментов с их белковыми носителями, что, очевидно, способствует лабильзации пигментов и их передвижению в молодые развивающиеся побеги. В осенний период, наоборот, в условиях и сильного, и слабого освещения наблюдается тесная связь пигментов с белково-липидным комплексом, что, по-видимому, предохраняет пигменты от осеннего разрушения.

Итак, улучшение освещенности снижает концентрацию зеленых пигментов на единицу веса почек ели, однако их содержание в каждой почке во много раз повышается. Увеличение степени освещенности ели приводит к более сильному ослаблению связи пигментов с белками в почках весной и способствует повышению этой связи в осенний период.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Л. Аэров, Д. А. Лихолат. Изменения пигментной системы у разных по возрасту и расположению листьев яблони в течение вегетации. Сб. «Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза», Киев, 1967. [2]. Т. Н. Годнев. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Изд-во АН БССР, Минск, 1952. [3]. Т. Н. Годнев, М. В. Терентьева. О содержании хлорофилла в почках древесных растений в зимнее и весеннее время. Доклады АН СССР, т. 83, № 3, 1952. [4]. О. П. Осипова. О белковом компоненте хлорофилл-белкового комплекса. Труды Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева, т. 8, вып. 1, 1953. [5]. Н. Д. Тверкина. Накопление пластидных пигментов в почках в зимне-осенний период. Журн. «Физиология растений», т. 17, вып. 4, 1970. [6]. Е. В. Хитрово. К характеристике уровня зимней жизнедеятельности представителей подсемейства *Prunoidea* в Западной Сибири. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1967. [7]. D. Wettstein. Chlorophyll-Zetale und der submikroskopische Formurhset der Plastiden. *Experim. Cell Research*, vol. 12, № 3, 1957.

УДК 634.0.5

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ТОВАРНОЙ СТРУКТУРЫ
ИСКУССТВЕННО СОЗДАНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. К. ПОПОВ, В. В. УСПЕНСКИЙ

Воронежский лесотехнический институт

На примере сосны и березы рассматриваются особенности строения по диаметру искусственных древостоев в сравнении с естественными. Методами математической статистики доказана существенность различия рядов распределения стволов в культурах и естественных насаждениях. Установленные особенности в строении искусственно созданных древостоев находят свое отражение в товарной структуре. Последнее обстоятельство свидетельствует о необходимости построения отдельных таблиц для таксации культур.

Исследования, проведенные рядом авторов, показали, что по характеру роста культуры значительно отличаются от естественных насаждений. Особенности искусственных древостоев (одновозрастность, подготовка почвы, уход за ней, оптимальная густота посадки, равномерность размещения деревьев и т. д.) определяют сравнительно быстрый рост их в молодом возрасте, более высокую продуктивность (на 15—20%), влияют на товарную структуру древостоя. Последний вопрос, однако, исследован недостаточно, особенно для старовозрастных насаждений.

Поскольку сортиментная структура связана со средним диаметром древостоя, то в практике лесного хозяйства широкое распространение получили товарные таблицы, в основу которых положен средний диаметр. Такие таблицы очень удобны для практического применения, тем не менее по величине только среднего диаметра нельзя получить полного представления о товарности насаждений. Поэтому в последнее время предлагается учитывать характер распределения деревьев и запаса насаждения по ступеням толщины при одном и том же среднем диаметре ([8], [2] и др.). Проведенные нами исследования в культурах сосны и березы ЦЧР показали, что выход сортиментов в них более однороден, чем в естественных древостоях. Это объясняется меньшей изменчивостью размеров стволов, выросших в культурах, относительно среднего дерева древостоя (табл. 1).

Более четко эта закономерность проявляется при анализе распределения деревьев по ступеням толщины. Для подтверждения данного

Таблица 1

Средний диаметр, см	Варьирование диаметров, %, в древостоях	
	сосны	березы
4	—	38,6
	$\frac{36,0}{—}$	$\frac{27,2}{—}$
10	—	30,0
	$\frac{27,0}{—}$	$\frac{22,3}{—}$
20	25,2	26,2
	$\frac{22,0}{—}$	$\frac{18,8}{—}$
30	22,3	—
	$\frac{18,5}{—}$	—

Примечание. В числителе данные об изменчивости диаметров естественных древостоев (по В. К. Захарову [3] для сосны, Г. А. Порницкому [5] для березы), в знаменателе — искусственных (по В. В. Успенскому [7] для сосны, В. К. Попову [4] для березы).

положения нами подобран ряд насаждений различного происхождения, но одинаковых диаметров. Результаты сплошного перечета объединены в ряды распределения. Сосновые насаждения со средним диаметром 30 см учтены на восьми участках (половина из них культуры, другая — естественные древостой); березовые со средним диаметром 18 см —десятью участками (по пять на искусственные и естественные древостой).

Математическое сопоставление полученных рядов распределения по методу Колмогорова — Смирнова показывает, что критерий λ для сосны равен 2,35, а для березы — 5,60. По результатам сплошного перечета на 27 пробках в культурах и 17 — в естественных сосняках (6639 и 3921 наблюдений соответственно) были составлены ряды распределения деревьев по естественным ступеням толщины в сосновых древостоях со средним диаметром более 25 см. Различие оказалось еще большим: критерий λ равен 13,2.

Поскольку λ во всех случаях более 1,95, то различие не может считаться случайным, оно в высшей степени достоверно (с вероятностью 0,999). Следовательно, выборки взяты из двух генеральных совокупностей, явно различающихся распределением стволов по ступеням толщины. Поэтому обобщенный вариационный ряд, положенный в основу товарных таблиц, характеризующих структуру древостоев естественного происхождения, не может быть распространен на искусственно созданные насаждения.

Таким образом, в культурах, имеющих такой же средний диаметр, как естественные насаждения, имеет место концентрация стволов в центральных ступенях толщины, близких по размеру к среднему дереву древостоя. В крайних ступенях толщины деревьев значительно меньше.

Отмеченную особенность культур, которые в нашей стране занимают площадь более 22 млн. га, нельзя не учитывать при сортировании по товарным таблицам. В южных районах страны значительная часть искусственных насаждений представлена приспевающими и спелыми древостоями, поэтому для повышения точности таксации возникает необходимость в отдельных таблицах. В связи с этим на основании данных более 200 пробных площадей нами построены товарные таблицы для культур и естественных березняков ЦЧР (табл. 2).

Приведенные в табл. 2 показатели полностью подтверждают теоретические выводы, полученные при анализе строения древостоев по диаметру. В силу меньшей изменчивости размеров стволов при одном и том же среднем диаметре в молодых культурах наблюдается больший выход мелкой древесины (на 10%). С возрастом, когда размеры среднего дерева становятся оптимальными для выхода средней деловой древесины, выход крупной древесины в естественных березняках в 2—3 раза выше, чем в культурах. Для сопоставления в таблице приведены показатели товарной структуры спелых культур сосны ЦЧР и естественных сосняков по данным Н. П. Анучина [1].

В культурах сосны, так же как и березы, выход крупной деловой древесины меньше на 20—50%, а выход средней выше на 15%.

Особенности искусственно созданных насаждений оказывают влияние не только на товарную структуру, но и на качество стволов деревьев. Исследованиями установлено, что в одинаковых условиях произрастания количество деловых стволов в культурах значительно выше. Так, из 14,1 тыс. стволов, обмеренных в культурах сосны Цвинского и Липецкого лесных массивов, дровяных оказалось менее 1%. В естественных сосняках, где было учтено 8,2 тыс. стволов, число дровяных составило 5%. Еще более убедительные показатели

приводит В. И. Рубцов [6]. По его данным, в 30—80-летних культурах сосны дровяные и полуделовые стволы составили 0,4%. Поэтому все искусственные сосняки и березняки ЦЧР имеют I класс товарности.

Сопоставление процента деловой древесины, получаемой из древостоев I класса товарности, но различного происхождения, также свидетельствует о преимуществе культур.

По данным Н. П. Анучина [1], в спелых естественных сосняках (средний диаметр 28—30 см) выход деловой древесины равен 84—87%, а в культурах — 90% и более. Еще более ощутимы различия в древостоях березы (54 и 62—64%).

Выполненные нами исследования показывают, что происхождение сказывается на сортиментной структуре насаждений в любом возрасте. Поэтому выявленные закономерности необходимо учитывать при инвентаризации, проектировании и ведении хозяйства в искусственно созданных древостоях. Специфика роста, установленная при изучении культур сосны и березы, вероятно, сохраняется и для культур других пород. В связи с этим предстоит исследовать количественные и качественные показатели роста искусственно созданных древостоев всех пород.

Таблица 2

Средний диаметр древостоя, см.	Распределение деловой древесины %, по категориям крупности		
	крупная	средняя	мелкая

Наши данные			
8	—	—	100
			100
10	—	13	87
		4	96
12	—	31	69
		21	79
14	—	48	52
		38	62
16	—	63	37
		54	46
18	2	73	25
	—	70	30
20	7	77	16
	2	80	18
22	15	76	9
	5	86	9
24	24	70	6
	9	87	4

Данные Н. П. Анучина			
26	31	55	14
	16	69	15
28	39	49	12
	24	65	11
30	45	46	9
	33	59	8
32	54	39	7
	41	52	7

Примечание. В числителе данные для естественных древостоев, в знаменателе — для искусственных.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Анучин. Сортиментные и товарные таблицы. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [2]. А. Дерфельди. Таксация лесосек по категориям крупности и планирование сортиментов на основании типов распределения числа стволов в топольниках Венгрии. Сообщения НИИЛХ, т. 66, 1970. [3]. В. К. Захаров. Варьирувание таксационных признаков древостоя. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1950. [4]. В. К. Попов. Особенности строения и роста культур березы в лесостепи. Лесоэксплуатация и лесное хозяйство. Реферативная информация, № 7, 1966. [5]. Г. А. Порицкий. Ход роста, строение и сортиментная структура насаждений березы Полесья УССР. Автореферат кандидатской диссертации, 1962. [6]. В. И. Рубцов. Культуры сосны в лесостепи. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [7]. В. В. Успенский. Ход роста, товарная и сортиментная структура культур сосны ЦЧР. Автореферат кандидатской диссертации, 1971. [8]. В. С. Чуенков. О теоретических основах и методических предпосылках применения выборочных методов при инвентаризации лесосечного фонда. Материалы научной конференции по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока, Красноярск, 1965.

Поступила 29 января 1973 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.378

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ЗАПАНЕЙ

И. П. ДОНСКОЙ, Б. Я. КОРЕХОВ

Ленинградская лесотехническая академия

На основе результатов обработки исследований, проведенных в ЦНИИЛесосплава под руководством проф. Л. И. Пашевского, предложена более простая методика определения удельного давления потока на пыж.

Величина давления бревенного пыжа на запань определяется по формуле [1] — [3]

$$P_a = b \cdot L_p \cdot \tau_n, \quad (1)$$

где P_a — величина давления бревенного пыжа на запань, n ;
 b — средняя ширина реки в пределах расчетной длины пыжа, m ;
 L_p — расчетная длина пыжа, m ;
 τ_n — удельная сила влечения запанного пыжа потоком, n/m^2 .

Как показали опыты ЦНИИЛесосплава, выполненные под руководством Л. И. Пашевского, удельная сила влечения запанного пыжа потоком зависит от скорости течения v в период формирования пыжа, средней бытовой глубины реки h_6 на участке размещения пыжа и степени стеснения пыжом живого сечения. Для определения τ_n Л. И. Пашевским [3] для скорости течения более 1,0 $m/сек$ предложена формула

$$\tau_n = \xi v^2 \cdot c^2 \cdot h_6, \quad (2)$$

здесь ξ — опытный коэффициент, равный 0,0012;
 v — средняя бытовая скорость течения, $m/сек$;
 h_6 — средняя бытовая глубина реки, m ;
 c — степень стеснения пыжом живого сечения реки, %, определяемая отношением подводной толщины пыжа t к подпорной глубине живого сечения, %

$$c = \frac{t}{h}.$$

Так как значения подпорной глубины живого сечения и подводной толщины (осадки) пыжа в каждом отдельном случае различны (в зависимости от бытовой скорости v и длины пыжа L_n), то для пользования формулой (1) потребовалось провести большое количество опытов и составить громоздкие таблицы [3]. В конечном счете по методу Л. И. Пашевского

$$\tau_n = f(\xi, v, h_6, t, h, L_n).$$

В настоящее время удельная сила влечения пыжа потоком, осредненная по расчетной или фактической (если последняя менее расчетной) длине пыжа, определяется по таблицам в зависимости от длины пыжа L_n , средней по живому сечению на участке расположе-

ния запаней бытовой скорости течения v , средней глубины потока h_0 [2].

С целью облегчения и упрощения расчетов удельной силы влечения запанного пыжа потоком нами по результатам обработки исследований ЦНИИЛесосплава под руководством Л. И. Пашевского, предложена следующая формула для определения τ_n

$$\tau_n = \tau'_n \cdot \varphi_\tau, \quad (3)$$

где τ'_n — удельная сила влечения запанного пыжа потоком, зависящая от скорости v и глубины h_0 при длине пыжа $L_n = 700$ м;

φ_τ — поправочный коэффициент, зависящий от длины пыжа L_n . Численные значения коэффициента φ_τ приведены в табл. 1.

Таблица 1

L_n	100	300	500	700	1000	2000
φ_τ	1,75	1,30	1,05	1,00	0,80	0,57

Величина τ'_n определяется по формуле

$$\tau'_n = \beta \frac{\rho v^2}{2}, \quad (4)$$

где ρ — плотность воды ($1000 \text{ н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$);
 β — опытный безразмерный коэффициент сопротивления пыжа, зависящий от его осадки t .

Преобразуем последнюю формулу, умножив и разделив ее правую часть на t_c^0

$$\tau'_n = \frac{\beta}{t_c^0} t_c^0 \frac{\rho v^2}{2} = \eta t_c^0 \frac{\rho v^2}{2}, \quad (5)$$

здесь t_c^0 — средняя осадка пыжа при длине его 700 м;

η — опытный коэффициент сопротивления пыжа, отнесенный к 1 м осадки пыжа и имеющий размерность 1 м, определяемый по формуле (5) при известных величинах τ'_n и t_c^0

$$\eta = \frac{2\tau'_n}{t_c^0 \rho v^2}. \quad (6)$$

Значения средней осадки пыжа t_c^0 , полученные в результате обработки опытных данных ЦНИИЛесосплава [3] в зависимости от скорости течения и глубины при длине пыжа 700 м и относительной плотности древесины $d = 0,7$, представлены в табл. 2.

Таблица 2

$v, \text{ м/сек}$	Средняя осадка пыжа t_c^0 при $h, \text{ м}$					
	3	4	5	6	7	8
1,0	1,05	1,25	1,54	1,70	2,00	2,25
1,5	1,38	1,65	2,05	2,40	2,77	3,20
2,0	1,80	2,15	2,50	2,90	3,30	3,75
2,5	1,95	2,35	2,85	3,30	3,70	4,20

Коэффициент сопротивления η , как показали результаты обработки данных ЦНИИЛесосплава, является величиной постоянной и равной $\eta = 0,041$ 1/м, поэтому формулу (5) можно записать в виде

$$\tau'_n = 0,041 t_c^0 \frac{\rho v^2}{2}. \quad (7)$$

Численные значения τ'_n , определенные по формуле (7) в зависимости от скорости течения и глубины при длине пыжа 700 м, приведены в табл. 3.

Таблица 3

$v, \text{ м/сек}$	Значения τ'_n при $h, \text{ м}$					
	3	4	5	6	7	8
1,0	22	26	30	35	41	46
1,5	64	76	94	110	128	137
2,0	148	176	205	237	270	308
2,5	250	300	365	420	470	540

Подставив в формулу (7) численное значение плотности воды, получим

$$\tau'_n = 20,5 t_c^0 v^2 \text{ н/м}^2.$$

Таким образом определяем удельную силу влечения запанного пыжа потоком при длине пыжа 700 м по формуле (8) или табл. 3, затем по формуле (3) находим удельное давление потока на пыж при любой его длине.

Пример. Определить влекущую силу, действующую на лежневую запань при следующих данных: $v = 1,5$ м/сек; $L_p = 700$ м; $b = 200$ м; $h = 5$ м.

Решение 1. По инструкции

$$P_a = b \cdot L_p \cdot \tau_n = 200 \cdot 700 \cdot 9,23 = 1300000 \text{ кг}.$$

Решение 2. По предложенной методике

$$P_a = b \cdot L_p \cdot \tau_n = 200 \cdot 700 \cdot 94 = 13180000 \text{ н} = 1340000 \text{ кг}.$$

Расхождение не превышает 3%, что свидетельствует о близкой сходимости результатов.

К преимуществам второго метода решения следует отнести упрощение расчетов и исключение необходимости в громоздких таблицах для величины τ_n .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. П. Донской. Водный транспорт леса. Гослесбумиздат, 1955. [2]. Инструкция «По изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации запаней». Изд-во «Лесная промышленность», М., 1971. [3]. Л. И. Пашевский. Уточненные расчетные данные для проектирования лежневых запаней. Гослестехиздат, 1941.

Поступила 17 апреля 1973 г.

УДК 634.0.372

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РИФЛЕННОГО КАТКА

И. И. СЛЕПКО, И. Н. БЕРЕГОВОЙ

Львовский лесотехнический институт

Рассмотрены геометрические параметры катка с рифленой поверхностью. На основании уравнений поверхности катка получено выражение для определения главных кривизн поверхности катка. Приведены выражения для определения диаметра заготовки (колеса) для рифления.

Применение катков с рифленой поверхностью — один из путей повышения выносливости канатов двойной свивки, которые на подвесных лесотранспортных установках используются в качестве несущих.

В данной работе исследованы геометрические параметры поверхности катка, которые влияют на величину контактных напряжений, возникающих в канате, и установлена зависимость между диаметрами каната и катка. Решение этой задачи даст возможность подойти к изготовлению катков с рифлением.



Рис. 1.

Уравнение поверхности катка с рифлением (рис. 1) имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} X &= R \{ [(1 + j \sin t) \cos u - j \cos \beta \cos t \cdot \sin u - \\ &- (1 + i_{12} \operatorname{ctg} \beta)] \cos i_{21} \varphi_1 - [(u + \varphi_1) \operatorname{ctg} \beta - j \sin \beta \cos t] \sin i_{21} \varphi_1 \}; \\ Y &= R \{ [(1 + j \sin t) \cos u - j \cos \beta \cdot \cos t \cdot \sin u - \\ &- (1 + i_{12} \operatorname{ctg} \beta)] \sin i_{21} \varphi_1 + [(u + \varphi_1) \operatorname{ctg} \beta - j \sin \beta \cos t] \cos i_{21} \varphi_1 \}; \\ Z &= -R [(1 + j \sin t) \sin u + j \cos \beta \cdot \cos t \cdot \cos u]; \\ \operatorname{tg} t &= \left(\frac{1}{\cos u} - 1 \right) \frac{\sin \beta}{(u + \varphi_1) \operatorname{ctg} \beta} + \cos \beta \cdot \operatorname{tg} u, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где t и u — параметры поверхности;

R — радиус окружности центров прядей в сечении натянутого каната, равный [1]

$$R = (1 - 1,5k_2\varepsilon) R'; \quad (1a)$$

- ε — относительное удлинение каната;
 k_2 — конструктивный коэффициент, устанавливаемый экспериментально [2];
 R' — радиус окружности центров прядей в сечении нового каната, равный [3]

$$R' = \frac{\sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta'}}}{1 + \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta'}}} \frac{d'}{2}, \quad (16)$$

- здесь d' — диаметр нового каната;
 β' — угол свивки прядей в новом канате [5];
 j — отношение

$$j = \frac{d_1}{2R}, \quad (1в)$$

d_1 — диаметр пряди в натянутом канате

$$d_1 = (1 - \mu_n \cdot \varepsilon_n) d'_1, \quad (1г)$$

- μ_n — коэффициент сужения пряди;
 ε_n — относительное удлинение пряди; для несущих канатов с закрепленными концами [1];

$$\varepsilon_n = \varepsilon (\cos^2 \beta' + 1,5k_2 \cdot \sin^2 \beta'), \quad (1д)$$

- d'_1 — диаметр пряди в новом канате;
 i_{12} — отношение, равное для шестипрядных канатов

$$i_{12} = \frac{1}{i_{21}} = \frac{z_2}{6}, \quad (1е)$$

- z_2 — число оттисков прядей на поверхности катка;
 β — угол свивки прядей в натянутом канате; определяется из выражения

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1 - 1,5k_2\varepsilon}{1 + \varepsilon} \operatorname{tg} \beta'. \quad (1ж)$$

Главные кривизны поверхности удовлетворяют уравнению

$$K^2 - 2HK + \Gamma = 0, \quad (2)$$

где H и Γ — соответственно средняя и полная кривизны поверхности; являются функцией коэффициентов первой и второй квадратических форм поверхности [4].

Определяя значения коэффициентов квадратических форм в точке $A' - R (i_{12} \operatorname{ctg} \beta - j), 0, 0$ и подставляя их значения в выражения средней и полной кривизн, получим полное квадратное уравнение, корни которого равны

$$\left. \begin{aligned} K_{21} &= \frac{1}{R} \frac{1}{\frac{1}{(i_{21} \operatorname{ctg} \beta - 1) \cdot \sin^2 \beta} - j}; \\ K_{22} &= -\frac{2}{d_1}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Из выражений (3) следует, что радиус кривизны R_{22} равен радиусу пряди, так как поверхность образуется методом обкатки, а радиус кривизны R_{21} зависит от диаметра катка и при $i_{21} \operatorname{ctg} \beta = 1$ полу-

чаем $R_{21} = \infty$, то есть рифление идет по прямой линии; при $i_{21} \operatorname{ctg} \beta > 1$ рифление выпуклое и при $i_{21} \operatorname{ctg} \beta < 1$ — вогнутое.

Для канатов типа ТК минимальный угол свивки прядей в обтянутом канате составляет $14^\circ 30'$, а для канатов типа ЛК — $17^\circ 10'$.

Для нарезания колеса заготовку необходимо выбирать кратную диаметру окружности центров прядей, так как диаметр делительной окружности колеса D_d отвечает диаметру окружности выступов D_e , то есть должно соблюдаться равенство

$$\frac{D_d}{2r_d} = i_{12} \cdot \operatorname{ctg} \beta, \quad (4)$$

где D — диаметр колеса (заготовки);

r_d — радиус делительной окружности каната ($r_d = R$).

На основании выражений (1 а), (1 б) и (1 ж) формула для определения диаметра колеса примет вид:

а) при заданной относительной деформации и геометрических параметрах нового каната

$$D = \frac{\sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta'}}}{1 + \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta'}}} \frac{z_2}{6} \cdot d' (1 + \epsilon) \operatorname{ctg} \beta'; \quad (5)$$

б) при заданных геометрических параметрах обтянутого каната

$$D = \frac{\sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}}}{1 + \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}}} \frac{z_2}{6} \cdot d \cdot \operatorname{ctg} \beta. \quad (6)$$

Используя выражение (1 е), получим уравнение для диаметра катка с прямым рифлением

$$D = \frac{\sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}}}{1 + \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}}} d \cdot \operatorname{ctg}^2 \beta. \quad (7)$$

Для получения прямого рифления ($R_{21} = \infty$) необходимо, чтобы соблюдалось равенство

$$z_2 = 6 \cdot \operatorname{ctg} \beta. \quad (8)$$

Так, при $z_2 = 19$ угол свивки должен быть равным $\beta = 17^\circ 32'$; а диаметр заготовки — $D = 170$ мм.

Выражения (5) и (6) дают возможность определить диаметр заготовки для образования рифления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Ф. Глушко. Стальные подъемные канаты. Изд-во «Техніка», Киев, 1966.
 [2]. Н. К. Гончаренко. Экспериментальное определение конструктивного коэффициента канатов. Сб. «Многоканатный подъем», Углетехиздат, М., 1958. [3]. П. П. Нестеров. Основы конструирования шахтных подъемных канатов. Углетехиздат, М., 1949. [4]. А. П. Погорелов. Дифференциальная геометрия. Изд-во «Наука», М., 1969. [5]. И. И. Слешко. Определение минимальных углов свивки для шестипрядных канатов. Сб. «Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», вып. 7, изд-во «Будівельник», Киев, 1970.

Поступила 29 апреля 1972 г.

УДК 634.0.383.4

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АГЛОПОРИТОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПЛИТ

И. И. ЛЕОНОВИЧ, Я. И. ДРОЗД, П. С. БОБАРЫКО

Белорусский технологический институт

Приведены результаты исследований аглопоритожелезобетонных плит, полученные при испытании их как балок на двух опорах и на упругом основании. Установлена возможность применения аглопоритобетона для производства дорожных плит.

На автомобильных лесовозных дорогах все большее применение находят покрытия из железобетонных плит. Однако широкому внедрению таких покрытий препятствует высокая их стоимость (36—47% общей стоимости строительства дороги). Если учесть еще затраты на транспортировку плит к месту строительства, то стоимость их составит 50—60% стоимости дороги. Поэтому снижение стоимости дорожных плит и их веса (с целью уменьшения транспортных расходов) — задача весьма актуальная.

Один из методов решения заключается в применении для производства плит легких бетонов, в частности, аглопоритобетона. Физико-механические свойства искусственного материала — аглопорита достаточно хорошо исследованы в Белорусском политехническом институте и НИИСМе. Установлено, что аглопорит отвечает всем требованиям, предъявляемым к искусственным заполнителям и вполне пригоден для приготовления легких бетонов высоких марок.

Для изготовления опытных дорожных плит нами принят аглопоритобетон марки 300. Расход материалов на изготовление 1 м³ бетона следующий: портландцемент марки 400—425 кг; аглопоритовый щебень фракции 5—20 мм — 800 кг; кварцевый песок ($M_k = 2,7$) — 780 кг; вода — 240 л.

Прочностные свойства бетона и модуль упругости E_6 определяли по кубикам (150×150×150 мм) и призмам (150×150×600 мм). Прочность бетона в возрасте 28 суток составила 296—326 кг/см², а в момент испытания плит 308—350 кг/см², модуль упругости при этом равнялся $1,95 \cdot 10^5$ кг/см².

Для армирования плит применяли: в верхней и нижней зонах в продольном направлении — арматуру периодического профиля класса А-III (сталь 35ГС) диаметром 10 мм и в поперечном — стержни диаметром 8 мм, тоже периодического профиля. Прочностные характеристики арматурных сталей следующие: нормативное сопротивление $R_a^a = 4000$ кг/см²; модуль упругости $E_a = 2,0 \cdot 10^6$ кг/см². При проектировании опытных аглопоритожелезобетонных плит в качестве эталона была принята железобетонная ячеистая плита А. В. Яковлева (размером 2,5×1,0×0,16 м). Дорожная плита из аглопоритожелезобетона (рис. 1) имеет в плане прямоугольную форму с 24 отверстиями (ячейками на нижней плоскости), что способствует контакту плиты с основанием.

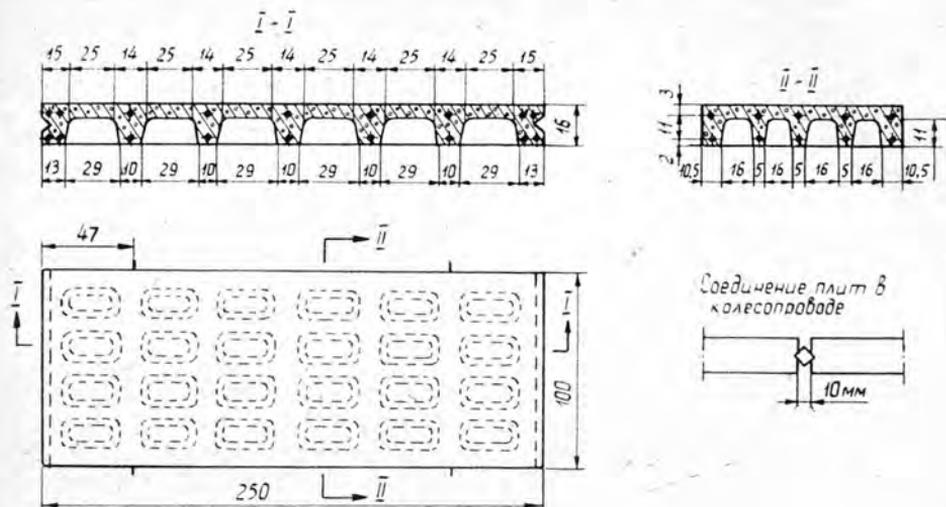


Рис. 1.

Для выявления прочностных и деформативных характеристик были испытаны плиты двух видов: из тяжелого и легкого бетонов. Испытания проводили на упругом основании и на жестких опорах.

Основная цель испытания — установить прочность, жесткость и трещиностойкость плит при действии нагрузок с доведением до разрушающих.

Общий вид испытательного стенда, при испытании на двух опорах, приведен на рис. 2.

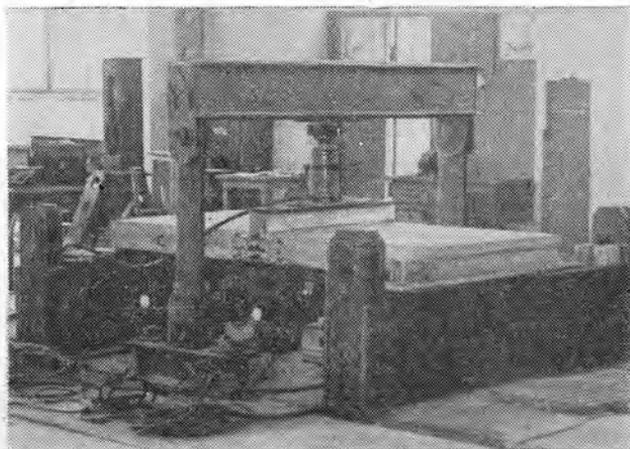


Рис. 2.

Нагрузку на плиту создавали гидравлическим домкратом через штамп, представляющий собой деревянный брусок сечением 10×10 см и длиной 100 см. Брусок устанавливали посередине плиты в поперечном направлении. Для придания большей жесткости на брусок накладывали швеллер и металлическую пластину толщиной 20 мм.

Деформации бетона и арматуры замеряли с помощью тензодатчиков с базой соответственно 50 и 20 мм. В качестве регистрирующего устройства использовали тензостанцию АИ-1 с автоматической балансировкой моста. Прогобы плиты замеряли прогибомерами системы Максимова, установленными в трех сечениях (в середине плиты и на краях у опор).

Плиту нагружали ступенями: сначала через 0,2 T , а затем через 0,5 T и доводили ее до разрушения. Перед началом испытаний производили «обкатку» приборов путем приложения и снятия двух ступеней нагрузки по 0,25 T . На каждой ступени загрузки плиту выдерживали в течение 10—15 мин. В этот промежуток времени снимали показания приборов и тщательно осматривали плиту с целью обнаружения трещин.

Исследование образования и раскрытия трещин в аглопоритоже- лезобетонных плитах показало, что этот процесс подобен процессу образования трещин в плитах из тяжелого бетона. Первая трещина шириной 0,05 мм появилась в аглопоритоже- лезобетонной плите при нагрузке 1,57 T ; в то же время первая трещина в плите из тяжелого бетона зафиксирована при $P = 1,35 T$. Трещины, расположенные в центральной части плит на боковых гранях, раскрывались интенсивнее. Это свидетельствует о более существенном развитии продольных деформаций и напряжений в сечении непосредственно под нагрузкой. Нормативной ширины раскрытия (0,2 мм) первые трещины в аглопоритоже- лезобетонной плите и в плите из тяжелого бетона достигли при нагрузках соответственно 5,25 и 4,2 T .

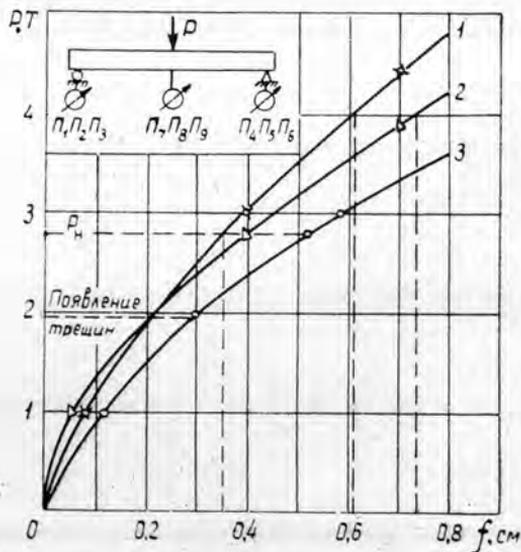


Рис. 3.

На рис. 3 представлен график зависимости прогибов плит f от нагрузки P . Анализ показывает, что значения опытных прогибов плиты из тяжелого бетона (кривая 1) несколько меньше прогибов аглопоритоже- лезобетонной плиты (кривые 2 и 3). Так, при нормативной нагрузке ($P = 2,7 T$) прогиб плиты из тяжелого бетона составил 3,6 мм, а из аглопоритобетона — 4,5 мм. Теоретически подсчитанные прогибы соответственно равны 6,5 и 7,0 мм.

Аглопоритожелезобетонная плита разрушалась при нагрузке 7,2 Т, а плиты из обычного бетона при $P = 6,2$ Т. В момент разрушения интенсивно возрастали прогибы и появлялись трещины на поверхности плиты, в сжатой зоне.

Так как железобетонные покрытия автомобильных дорог представляют полосы, лежащие на упругом основании грунта, то более правильно рассчитывать их как плиты на упругом основании в условиях плоской деформации.

При испытании аглопоритожелезобетонных плит предусматривалось: установить зависимость прогибов конструкции от статической нагрузки, прикладываемой в разных точках плиты; исследовать распределение напряжений в бетоне и арматуре; определить имеющийся в конструкциях запас прочности путем доведения нагрузки до разрушающей.

Плиты испытывали на специальном стенде, который представлял собой грунтовый лоток глубиной 3,0 м, шириной 3,0 м и длиной 4,5 м. Упругим основанием служил среднезернистый песок, засыпанный на всю глубину лотка и уплотненный площадочным вибратором. При испытании применяли те же приборы и оборудование, что и для плит на жестких опорах. Нагрузку на плиту передавали через металлический штамп диаметром 34 см.

Относительные деформации верхних и нижних волокон плиты измеряли в трех точках: на торце плиты, на 1/4 ее длины и в центре (на пересечении продольной и поперечной осей). Наибольший интерес представляли испытания при приложении нагрузки в центре плиты, так как они позволяли установить фактическую предельную прочность плиты в самом напряженном ее сечении. В результате экспериментальных исследований получены зависимости изменения деформаций и прогибов от нагрузки и данные о характере развития трещин.

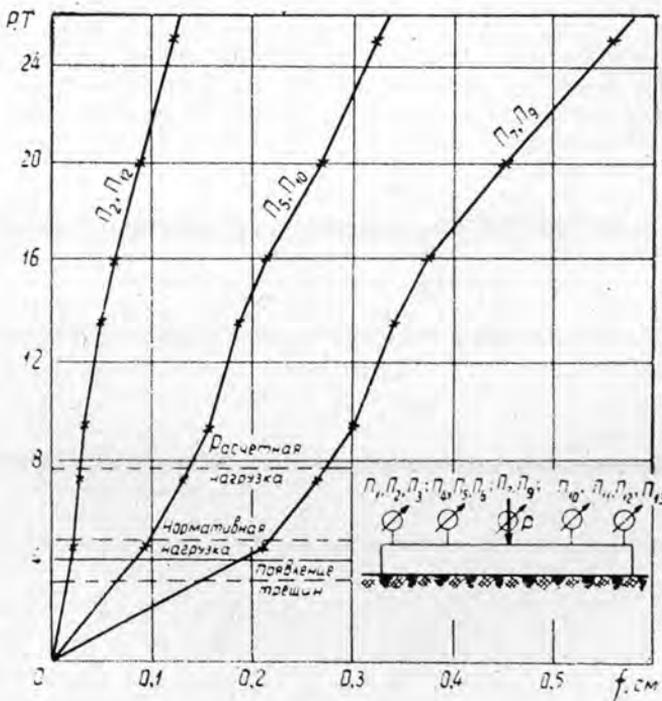


Рис. 4.

Прогибы плиты определяли с помощью прогибомеров типа 6ПАО с ценой деления 0,01 мм, установленных в пяти поперечных ее сечениях. Величина прогиба под штампом при нагрузке $P = 7,2 T$ оказалась равной 0,25—0,28 см, а при нагрузке $1,9 P = 0,36$ см. При доведении нагрузки до 23,8 T прогиб в середине плиты составил 0,59 см (рис. 4).

Первая волосяная трещина на боковой грани плиты появилась при $P = 3,2 T$. При нормативной нагрузке ($P_n = 4,75 T$) ширина некоторых трещин составила 0,1 мм. Допустимая ширина раскрытия трещин была отмечена при нагрузке $1,6 P_n$.

Разрушение плиты произошло при нагрузке 30 T. С дальнейшим увеличением нагрузки давление по манометру не возрастало, а интенсивно развивались деформации бетона под штампом и в зоне, прилегающей к нему. В этот же момент появилась зона раздробления бетона около штампа, и плита разрушилась.

Результаты сравнительного анализа плит из легкого и тяжелого бетонов, испытанных как балки на двух опорах и на упругом основании, нагруженные сосредоточенной нагрузкой, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид плиты	Вид испытаний	Расчетная нагрузка, P, T	Разрушающая нагрузка, P_p, T	$\frac{P_p}{P}$	Прогибы		$\frac{f_{оп}}{f_T}$
					теоретический $f_T, мм$	опытный $f_{оп}, мм$	
Аглопоритожелезобетонная	На двух опорах	4,35	7,2	1,6	6,5	4,1	0,63
	На упругом основании	7,2	30	4,1	6,7	5,9	0,88
Из тяжелого бетона	На двух опорах	4,35	6,2	1,4	7,0	5,2	0,74

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать вывод, что конструкции, работающие на упругом основании, имеют более высокую несущую способность, чем плиты, работающие как балки на двух опорах. Это дает возможность уменьшить сечение плит.

Лабораторные испытания дорожных плит, а также опыт эксплуатации мостов на автомобильных дорогах позволяют считать, что аглопоритобетон найдет широкое применение во всех видах конструкций, работающих на упругом основании: в покрытиях автомобильных дорог, аэродромов и пр.; замена тяжелых бетонных плит аглопоритобетонными, обладающими достаточной прочностью, жесткостью и трещиностойкостью, позволит снизить вес дорожных плит на 20—25%.

Поступила 16 апреля 1973 г.

УДК 634.0.375

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕСА МАНИПУЛЯТОРА МАШИН ДЛЯ БЕСЧОКЕРНОЙ ТРЕЛЕВКИ ЛЕСА

В. Г. КОЧЕГАРОВ, В. В. ФЕДОРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Выведено уравнение связи веса шарнирно-рычажного манипулятора с его вылетом и внешними нагрузками. Вес манипулятора определен применительно к трактору ТБ-1 при изменении вылета манипулятора от 5 до 12 м. В результате расчетов, выполненных на ЭВМ «Минск-22», получено уравнение регрессии, устанавливающее рассматриваемую связь.

В предпроектной стадии создания машин для бесчokerной трелевки леса отсутствует один из важных параметров — вес конструкции манипулятора. Это усложняет работу конструкторов и может привести к отклонению от должного соответствия устойчивости трактора с вылетом и грузоподъемностью манипулятора.

Вес конструкции манипулятора G_m определяли в зависимости от максимального вылета l_m и суммарных нагрузок, приложенных к рукояти в месте крепления к ней захвата: вертикальных $P_{\Sigma z}$; горизонтальных, действующих в направлении продольной оси манипулятора $P_{\Sigma y}$; горизонтальных, действующих в направлении, перпендикулярном продольной оси манипулятора $P_{\Sigma x}$.

$$G_m = f(l_m, P_{\Sigma z}, P_{\Sigma y}, P_{\Sigma x}).$$

Наиболее распространенная конструкция — шарнирно-рычажный поворотный гидроманипулятор, у которого стрела и рукоять изготовлены из листовой стали равной толщины и имеют поперечное сечение в форме полого прямоугольника, а цилиндр для перемещения рукояти расположен сверху стрелы.

Вес конструкции такого манипулятора представляет сумму весов отдельных его частей, то есть

$$G_m = G_1 + G_2 + G_3 + G_4,$$

- где G_1 — вес привода стрелы;
 G_2 — вес стрелы;
 G_3 — вес рукояти (без консоли);
 G_4 — вес цилиндра и консоли рукояти.

Для определения G_1 , G_2 , G_3 и G_4 имеем зависимости

$$G_1 = k_c (G_2 + G_3 + G_4);$$

$$G_2 = G_{2.1} + G_{2.2} = k_{\pi} \cdot \gamma \cdot \delta_s \{ [(1 - \Pi) L_m - L_1] (H_{s.3} + H_{s.4} + B_{s.3} + B_{s.4} - 4\delta_s) + L_1 (H_{s.4} + H_{s.5} + B_{s.4} + B_{s.5} - 4\delta_s) \};$$

$$G_3 = k_{\chi} \cdot \gamma \cdot \Pi \cdot L_m \cdot \delta_r (H_{r.1} + H_{r.2} + B_{r.1} + B_{r.2} - 4\delta_r);$$

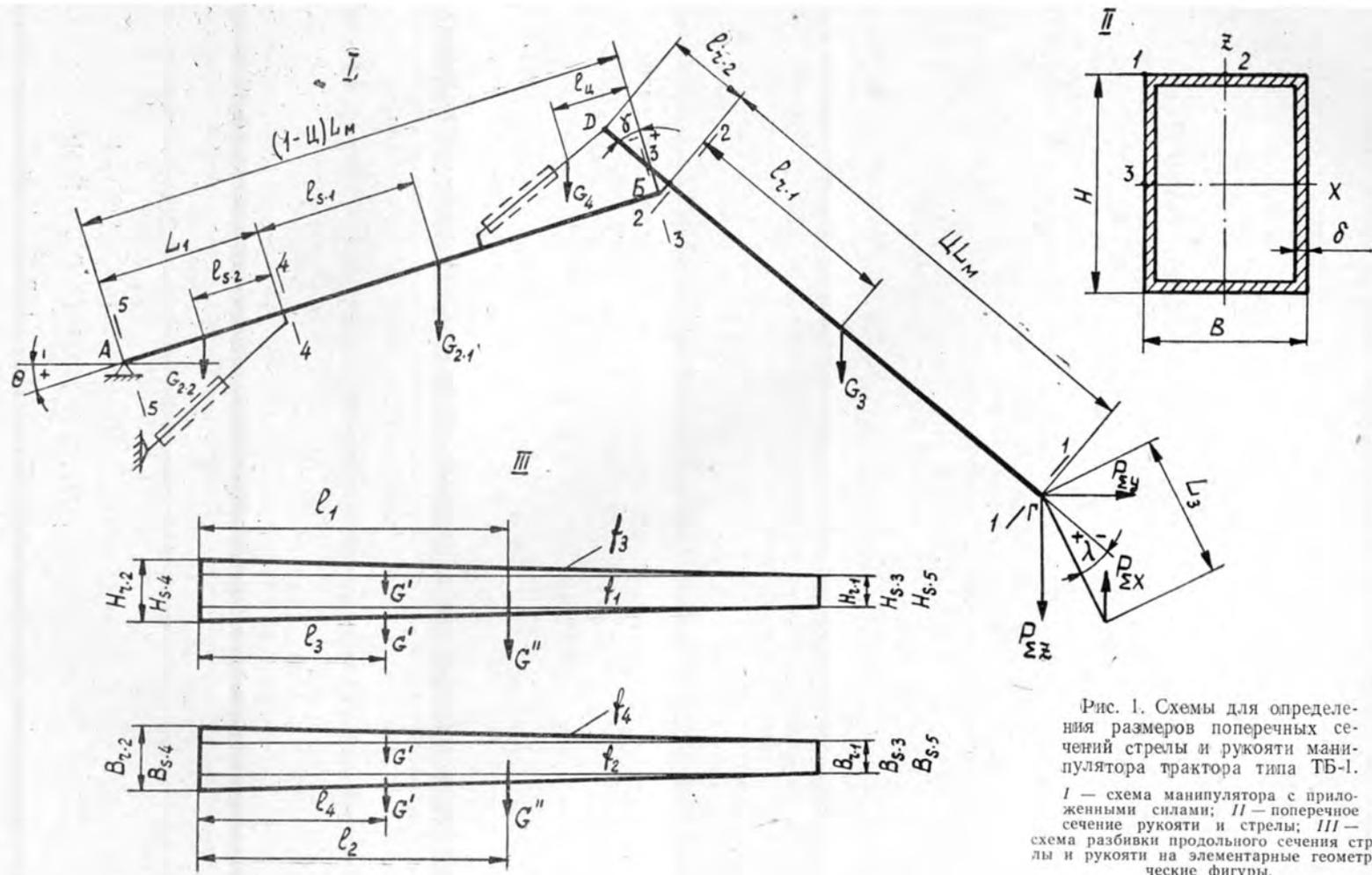


Рис. 1. Схемы для определения размеров поперечных сечений стрелы и рукояти манипулятора трактора типа ТБ-1.

I — схема манипулятора с приложенными силами; II — поперечное сечение рукояти и стрелы; III — схема разбивки продольного сечения стрелы и рукояти на элементарные геометрические фигуры.

$$G_4 = k_r \cdot G_3,$$

где k_d — коэффициент, учитывающий вес трубопроводов, устройств для их крепления, накладок;
 Π — коэффициент, учитывающий отношение длины рукояти к конструктивной длине манипулятора;
 γ — удельный вес материала конструкции, $\text{кг}/\text{м}^3$.
 k_c и k_r — коэффициенты.

Остальные обозначения приведены на рис. 1.

Основная сложность заключается в установлении размеров поперечного сечения стрелы и рукояти с учетом собственного веса конструкции. Эта задача решена путем расчета сечений конструкции на прочность (сечения 1—1, 2—2, 3—3, 4—4, 5—5 — рис. 1). При этом внутренние напряжения, возникающие в конструкции от действия внешних нагрузок с учетом собственного веса манипулятора, по величине приняты равными допускаемым напряжениям

$$\sigma_{\text{экв}} = [\sigma]_p = \frac{\sigma_{\text{Тр}}}{n},$$

где $\sigma_{\text{экв}}$, $[\sigma]_p$ — соответственно эквивалентное и допускаемое при растяжении напряжения, $\text{кг}/\text{м}^2$;
 $\sigma_{\text{Тр}}$ — предел текучести при растяжении, $\text{кг}/\text{м}^2$;
 n — коэффициент запаса.

Определение $\sigma_{\text{экв}}$ производится в такой последовательности:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_y^2 + 4\tau_y^2};$$

$$\sigma_y = \frac{N}{F} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_x}{W_x}; \quad \tau_y = \sqrt{\tau_{yz(yx)}^2 + \tau_k^2};$$

$$\tau_{yz(yx)} = \frac{Q_{z(x)} \cdot S_{x(z)}}{J_x(z) \cdot b_{x(z)}}; \quad \tau_k = \frac{M_k}{W_k};$$

$$W_x = \frac{B \cdot H^3 - (B - 2\delta)(H - 2\delta)^3}{6H}; \quad W_z = \frac{H \cdot B^3 - (H - 2\delta)(B - 2\delta)^3}{6B};$$

$$J_x = \frac{B \cdot H^3 - (B - 2\delta)(H - 2\delta)^3}{12}; \quad J_z = \frac{H \cdot B^3 - (H - 2\delta)(B - 2\delta)^3}{12};$$

$$S_x = \delta \cdot B \cdot \left(\frac{H - \delta}{2}\right); \quad S_z = \delta \cdot H \cdot \left(\frac{B - \delta}{2}\right);$$

$$W_k = 2\delta(H - \delta)(B - \delta),$$

где σ_y , τ_y — соответственно нормальные и касательные напряжения, $\text{кг}/\text{м}^2$;

N — нормальная (продольная) сила, кг ;

F — площадь сечения, м^2 ;

M_x , M_z — изгибающие моменты относительно осей x и z , кгМ ;

W_x , W_z — моменты сопротивления изгибу относительно осей x и z , м^3 ;

Q_x , Q_z — поперечные силы, действующие в плоскости сечения кг ;

S_x , S_z — статические моменты относительно осей x и z , м^3 ;

J_x , J_z — моменты инерции сечений относительно осей x и z , м^4 ;

b_x , b_z — суммарная толщина стенок сечения по осям x и z , м ;

M_k — крутящий момент, кгМ ;

W_k — момент сопротивления кручению, m^3 ;

$\tau_{xz}, \tau_{yz}, \tau_{yx}$ — касательные напряжения соответственно от кручения и поперечной силы по осям z и x , $кГ/м^2$.

Для определения изгибающих моментов, создаваемых весом частей манипулятора, координаты центров тяжести рукояти и стрелы рассчитаны через площади элементарных геометрических фигур, на которые условно разделена конструкция, а координаты манипулятора l_{rs} — через веса его отдельных частей по известным закономерностям. Получены следующие уравнения:

$$l_{r,1} = \frac{U \cdot L_M (2H_{r,1} + 2B_{r,1} + H_{r,2} + B_{r,2} - 2\delta_r)}{3(H_{r,1} + B_{r,1} + H_{r,2} + B_{r,2} - 2\delta_r)};$$

$$l_{s,1} = \frac{[(1-U) \cdot L_M - L_1](2H_{s,3} + 2B_{s,3} + H_{s,4} + B_{s,4} - 2\delta_s)}{3(H_{s,3} + B_{s,3} + H_{s,4} + B_{s,4} - 2\delta_s)};$$

$$l_{s,2} = \frac{L_1(2 \cdot H_{s,4} + 2B_{s,4} + H_{s,5} + B_{s,5} - 2\delta_s)}{3(H_{s,4} + B_{s,4} + H_{s,5} + B_{s,5} - 2\delta_s)};$$

$$l_{r,s} = \frac{\{G_3[l_{r,1} \cdot \sin \gamma + (1-U)L_M] + G_4[(1-U)L_M - l_M] + G_{2,1}(l_{s,1} + L_1) + G_{2,2}(L_1 - l_{s,2})\} \cdot \cos \theta}{G_M}.$$

Расчеты проведены на ЭВМ «Минск-22» по разработанной для этих целей программе. Программой предусмотрено:

размеры сечений устанавливать путем перебора их величин; в качестве расчетных принимать размеры, при которых вес конструкции получается минимальный, а возникающие в наиболее опасной точке сечения напряжения соответствуют допускаемым;

переходить на размеры по высоте и ширине сечения, заданные по конструктивным соображениям, если расчетные размеры окажутся меньше заданных;

определять углы отклонения продольной оси стрелы от горизонтали и продольной оси рукояти от направления, перпендикулярного продольной оси стрелы, и принимать в расчеты их величины, при которых возникают наибольшие напряжения в конструкции;

выдавать на печать результаты расчетов и соответствующие им основные исходные данные.

Расчет веса манипулятора выполнен применительно к конструкции трактора ТБ-1 при изменении максимального вылета от 5 до 12 м, нагрузок $P_{\Sigma y}$ и $P_{\Sigma z}$ от 816 до 2040 $кГ$ и нагрузок $P_{\Sigma x}$ от 255 до 408 $кГ$ (рис. 2). Стрела и рукоять изготовлены из листовой стали 15ХСНД толщиной 5 мм.

Для математического описания исследуемой функции по результатам расчета проведен регрессионный анализ. На каждой кривой взято по 10 точек, и для каждой из них выписаны соответствующие вес, вылет манипулятора и нагрузки $P_{\Sigma z}$, $P_{\Sigma y}$, $P_{\Sigma x}$.

Расчеты выполнены на ЭВМ «Минск-22» по квадратичной зависимости. Получено следующее уравнение регрессии, выражающее взаимосвязь веса манипулятора (без учета веса привода стрелы) с исследуемыми факторами:

$$G_M = 287,52 + 20,01L_M - 0,224P_{\Sigma y} + 0,352P_{\Sigma z} - 2,1P_{\Sigma x} + 1,87L_M^2 +$$

$$+ 0,003P_{\Sigma y} \cdot L_M + 0,0046P_{\Sigma z} \cdot L_M + 0,075P_{\Sigma x} \cdot L_M + 0,0001P_{\Sigma y}^2 -$$

$$- 0,00035P_{\Sigma y} \cdot P_{\Sigma z} - 0,00084P_{\Sigma z} \cdot P_{\Sigma x} + 0,0049P_{\Sigma x}^2 \text{ кг}.$$

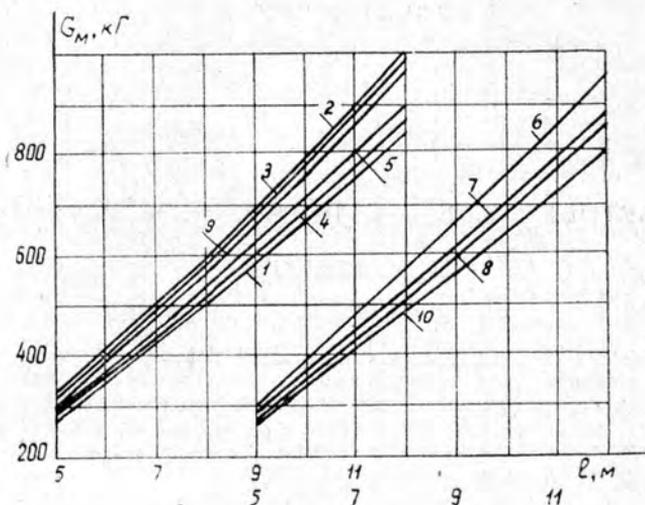


Рис. 2. Графики зависимостей $G_M = f(l_M, P_{\Sigma y}, P_{\Sigma z}, P_{\Sigma x})$, кг.

- 1 — $P_{\Sigma y} = 1020$; $P_{\Sigma z} = 1020$; $P_{\Sigma x} = 255$; 2 — $P_{\Sigma y} = 2040$; $P_{\Sigma z} = 2040$;
 $P_{\Sigma x} = 408$; 3 — $P_{\Sigma y} = 1020$; $P_{\Sigma z} = 1020$; $P_{\Sigma x} = 408$; 4 — $P_{\Sigma y} = 2040$;
 $P_{\Sigma z} = 1020$; $P_{\Sigma x} = 255$; 5 — $P_{\Sigma y} = 1270$; $P_{\Sigma z} = 1270$; $P_{\Sigma x} = 367$; 6 — $P_{\Sigma y} = 1630$;
 $P_{\Sigma z} = 1630$; $P_{\Sigma x} = 408$; 7 — $P_{\Sigma y} = 1630$; $P_{\Sigma z} = 1270$; $P_{\Sigma x} = 255$;
 8 — $P_{\Sigma y} = 1270$; $P_{\Sigma z} = 1020$; $P_{\Sigma x} = 367$; 9 — $P_{\Sigma y} = 2040$; $P_{\Sigma z} = 1630$;
 $P_{\Sigma x} = 367$; 10 — $P_{\Sigma y} = 816$; $P_{\Sigma z} = 816$; $P_{\Sigma x} = 255$.

Расчетные данные использованы для определения взаимосвязи расстояния от центра тяжести манипулятора до оси колонки по горизонтали $l_{r.s}$ с максимальным вылетом манипулятора l_M . Эта взаимосвязь для рассмотренной конструкции манипулятора с изменением максимального вылета в пределах от 5 до 12 м оказалась линейной.

Получено уравнение вида

$$l_{r.s} = a + b \cdot l_M,$$

где $a = -(0,05 \div 0,20)$, $b = 0,47$.

Поступила 13 ноября 1972 г.

УДК 634.0.378.34

О ШВАРТОВКЕ ПЛОТА К ТОРМОЗНОМУ УСТРОЙСТВУ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Исследуется возможность швартовки плотов к тормозным устройствам типа гидродинамического тормоза с помощью специально приспособленного теплохода-швартовщика. Проверена возможность использования для этой цели эксплуатируемого на лесосплаве теплохода ТМ-73 при практически приемлемой длине швартовых канатов.

При остановке плота в пунктах прибытия без применения донных средств торможения [2] одной из сложных и скоротечных операций является их швартовка к тормозному устройству. Швартовые канаты от плота к тормозному устройству можно подавать с помощью специально приспособленного теплохода, который в дальнейшем назовем швартовщиком.

В настоящей работе исследуются некоторые вопросы применимости предложенного способа швартовки. Имеется в виду, что на подходе к месту остановки теплоход-буксировщик должен выполнить маневр, обеспечивающий следование плота на кратчайшем расстоянии от тормозного устройства. В случае надобности для этой цели может быть привлечен вспомогательный теплоход.

Перед началом торможения швартовщик должен размещаться у верхнего конца внутреннего борта плота (рис. 1), а швартовые канаты закреплены на плоту. В соответствующий момент швартовщик отваливается от плота и следует против течения навстречу тормозному устройству, неподвижно стоящему на реке. При контактировании швартовщика с тормозом обеспечивается их автоматическая сцепка [2].

В момент отвала швартовщика от плота верхний конец последнего находится в створе $O-O$ (рис. 1), который и будем считать нулевым для отсчета пути плота и швартовщика.

Задача нашего исследования — определить длительность следования швартовщика от плота до тормоза; путь, проходимый теплоходом и плотом за это время, и минимальную длину швартовых канатов.

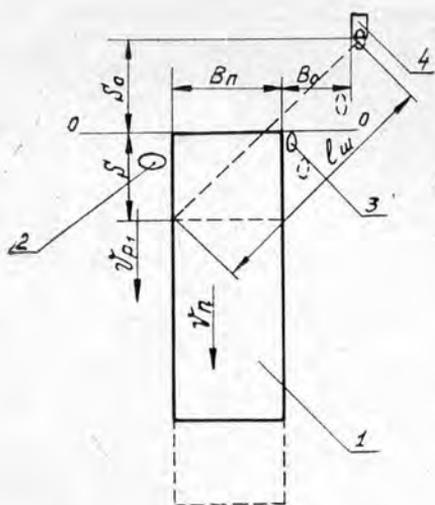
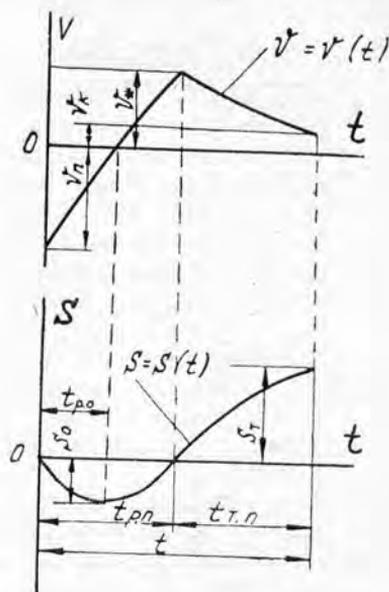


Рис. 1. Расчетная схема к определению длины швартовых канатов.

1 — останавливаемый плот; 2 — теплоход-буксировщик; 3 — теплоход-швартовщик; 4 — тормозное устройство.

Рис. 2. Примерный вид графиков зависимости технической скорости швартовщика и пройденного им пути от времени.



Решая эту задачу, будем считать, что плот подходит к пункту остановки, имея техническую скорость движения v (скорость относительно берега), непременно превышающую скорость течения в реке v_p . Плот при этом находится в стадии свободного торможения, и скорость его падает, согласно довольно сложному нелинейному по времени закону [7]. В целях упрощения примем, что с момента отвала швартовщика плот продолжает движение до начала активного торможения с постоянной скоростью v_n . Такое допущение не вносит сколько-нибудь ощутимой ошибки в практические расчеты.

Если далее за начало отсчета пути принять створ $O-O$, за начало отсчета времени момент отвала швартовщика от плота, а за положительное направление переменной технической скорости швартовщика v и пути S направление против течения, то зависимость скорости и пути движения швартовщика от времени t характеризуется кривыми, изображенными на рис. 2.

За время исследуемого маневра швартовщик имеет два периода движения. Первый — период разгона. В это время техническая скорость швартовщика возрастает от отрицательной $-v_n$, приобретенной им при движении совместно с плотом, до положительной v_* . Под последней будем подразумевать скорость судна к моменту пересечения им нулевого створа на пути к тормозному устройству из точки, отстоящей на расстоянии S_0 от нулевого створа вниз по течению. В этой точке швартовщик окажется потому, что сразу не сможет упором движителей преодолеть силы инерции, приобретенные им при совместном движении с плотом. Продолжительность первого периода обозначим $t_{p.n}$.

Второй период — время торможения от скорости v_* до скорости v_k , с которой швартовщик входит в контакт с тормозным устройством. Если при решении конкретной задачи окажется $v_* \leq v_k$, то второго периода движения швартовщика не будет. Время на торможение обозначим $t_{t.n}$ а тормозной путь S_t .

При следовании от плота к тормозному устройству швартовщик перемещается под углом к течению; величина угла зависит от расстояния B_0 между внутренним бортом плота и тормозом (рис. 1). В некоторых случаях этот угол может быть весьма незначительным, поэтому в первом приближении с некоторым запасом будем считать, что швартовщик движется точно навстречу потоку.

Уравнение движения швартовщика на стадии разгона при движении навстречу речному потоку в неподвижной координатной системе имеет вид

$$M_p \frac{dv}{dt} = -r_c (v + v_{p1})^2 + r_c v_0^2, \quad (1)$$

где M_p — масса судна с учетом присоединенных масс;
 $\frac{dv}{dt}$ — ускорение судна относительно берега;
 r_c — приведенное сопротивление воды движению судна;
 v — техническая переменная скорость движения;
 v_0 — паспортная скорость движения судна в стоячей воде;
 $r_c v_0^2$ — упор движителей швартовщика при установившемся движении.

В общем случае, согласно [4], расчетная масса судна при неустановившемся движении и упор винтов — величины переменные. Масса конкретного судна зависит от мгновенных значений чисел Фруда, упор же движителей — функция скорости набегания потока на винты. Однако В. Г. Павленко [4] считает вполне допустимым для практических расчетов принимать значения этих величин постоянными и именно такими, как при равномерной паспортной относительной скорости движения судна.

Приведенное сопротивление воды движению судна r_c может быть рассчитано по известным формулам [1], [4], а приближенные расчеты — по формулам в работах [3], [5].

При принятых допущениях уравнение (1) интегрируется в элементарных функциях, в результате получаем формулу для определения технической скорости движения швартовщика при разгоне

$$v = v_0 \operatorname{th} \left(\frac{r_c v_0}{M_p} t_p - K_p \right) - v_{p1}, \quad (2)$$

где t_p — текущее время разгона, исчисляемое с момента отвала швартовщика от плота;

K_p — постоянная, определяемая по формуле

$$K_p = \operatorname{Arth} \frac{v_n - v_{p1}}{v_0}. \quad (3)$$

Интегрируя выражение

$$S_p = \int v dt = \int \left[v_0 \operatorname{th} \left(\frac{r_c v_0}{M_p} t_p - K_p \right) - v_{p1} \right] dt, \quad (4)$$

получим зависимость пути разгона швартовщика S_p от времени

$$S_p = \frac{M_p}{r_c} \ln \frac{\operatorname{ch} \left(\frac{r_c v_0}{M_p} t_p - K_p \right)}{\operatorname{ch} K_p} - v_{p1} t_p. \quad (5)$$

Пользуясь выражением (5), при $S_p = 0$ методом подбора или графоаналитически можно определить время $t_{p,n}$, когда швартовщик после отвала от плота снова пересечет нулевой створ (рис. 2). Подставив значение $t_{p,n}$ в выражение (2), вычислим скорость v_* , приобретенную судном к этому моменту.

При помощи кривых, изображенных на рис. 2, можно найти величины $t_{p,o}$, $t_{p,n}$ и v_* .

Торможение швартовщика от скорости v_* до скорости контакта с тормозом v_k может осуществляться или активным (реверсирование движителей на задний ход), или свободным (с застопоренными движителями) способами. Последний более длителен и принят нами в данном случае за расчетный.

Уравнение движения судна при свободном торможении и перемещении навстречу речному потоку имеет вид

$$M_{\tau} \frac{dv}{dt} = -r_c (v + v_{p1})^2 - x \cdot P_e, \quad (6)$$

где M_{τ} — расчетная масса судна при торможении с учетом присоединенных масс*;

x — число движителей;

P_e — дополнительное сопротивление движению судна от одного застопоренного движителя.

Расчетная масса судна как при торможении, так и при разгоне, а также сопротивление застопоренных движителей судна — величины переменные и зависят от относительной скорости движения.

Однако согласно [4], с достаточной для практических целей точностью их можно принять за постоянные. Тогда интегрирование уравнения (6) дает формулу для расчета технической скорости движения судна при пассивном торможении

$$v = \sqrt{\frac{x \cdot P_e}{r_c}} \operatorname{tg} \left(K_{\tau} - \frac{\sqrt{r_c \cdot x \cdot P_e}}{M_{\tau}} t_{\tau} \right) - v_{p1}, \quad (7)$$

где t_{τ} — текущее время пассивного торможения, отсчитываемое от начала периода;

K_{τ} — постоянная для каждого рассматриваемого случая величина, определяемая выражением

$$K_{\tau} = \operatorname{arctg} (v_* + v_{p1}) \sqrt{\frac{r_c}{x \cdot P_e}}. \quad (8)$$

Полное время торможения $t_{\tau,п}$ от v_* до v_k определяют по формуле

$$t_{\tau,п} = \frac{M_{\tau}}{\sqrt{r_c \cdot x \cdot P_e}} \left[K_{\tau} - \operatorname{arctg} (v_k + v_{p1}) \sqrt{\frac{r_c}{x \cdot P_e}} \right]. \quad (9)$$

Тормозной путь в зависимости от времени находят по выражению

$$S_{\tau} = \frac{M_{\tau}}{r_c} \ln \frac{\cos \left(K_{\tau} - \frac{\sqrt{r_c \cdot x \cdot P_e}}{M_{\tau}} \cdot t_{\tau} \right)}{\cos K_{\tau}} - v_{p1} t_{\tau}. \quad (10)$$

Подставив в последнюю формулу время, найденное по уравнению (9), и принятую скорость контакта швартовщика с тормозным устройством, получим полный путь пассивного торможения, судна $S_{\tau,п}$ (рис. 2).

За время движения швартовщика от плота к тормозному устройству $t = t_{p,п} + t_{\tau,п}$ плот продвинется от нулевого створа (рис. 1) на расстояние

$$S = v_{п} \cdot t. \quad (11)$$

Тогда минимальная длина швартовых канатов, как видно из рис. 1, определится по формуле

$$L_{ш} = \sqrt{(S_0 + S)^2 + (B_0 + B_{п})^2}, \quad (12)$$

* Расчетные массы судна при разгоне и торможении неодинаковы вследствие различных значений присоединенных масс [4].

где S_0 — расстояние от тормозного устройства до нулевого створа;
 B_0 — расстояние между внутренним бортом плота и тормозным устройством;
 B_n — ширина плота.

Расстояние между тормозным устройством и нулевым створом следует принимать из условия $S_0 \leq S_{т.п.}$

В этом случае, при заданной максимальной длине швартовых канатов $l_{ш}$ из формулы (12) просто определить тот максимальный просвет B_0 между плотом и тормозным устройством, который должен быть обеспечен маневром буксировщика при подходе плота к пункту остановки.

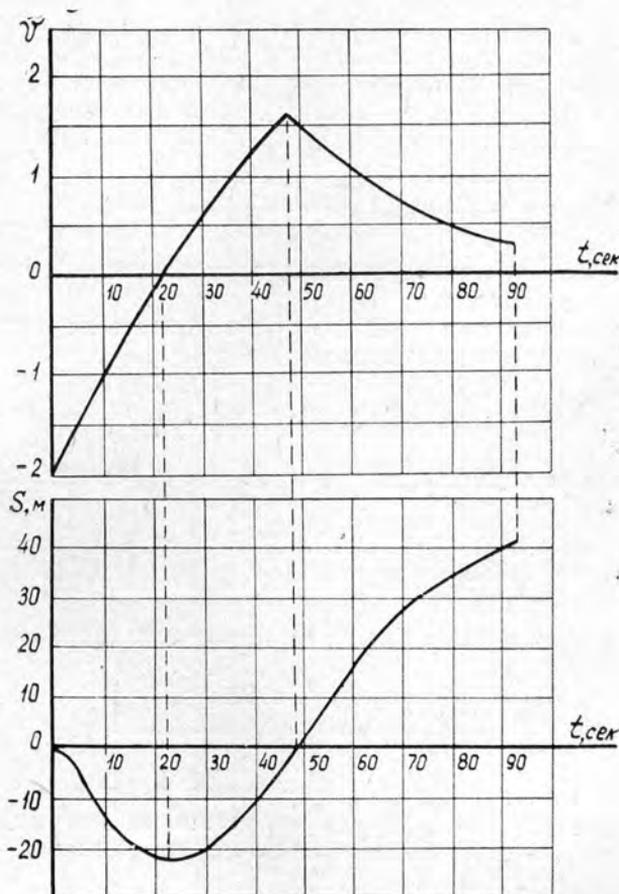


Рис. 3. Графики зависимости технической скорости и пути маневра от времени для теплохода-швартовщика ТМ-73 при $v_{p1} = 1,5$ м/сек и $v = 2,0$ м/сек.

На рис. 3 представлены результаты конкретного расчета исследуемого маневра швартовщика — теплохода ТМ-73. Расчеты выполнены* по изложенной методике при следующих исходных данных: скорость течения в реке $v_{p1} = 1,5$ м/сек; скорость подхода плота =

* Расчеты произвели инженер Г. Я. Суров и студент В. Ф. Пуляев.

$= 2,0$ м/сек; скорость удара швартовщика о тормозное устройство $v_k = 0,3$ м/сек.

Теплоход ТМ-73 имеет паспортную скорость движения $v_0 = 17$ км/час, приведенное сопротивление движению $r_c = 15,3$ кг·сек²/м² и расчетную массу при разгоне $M_p = 3710$ кг·сек²/м и торможением $M_T = 3681$ кг·сек²/м.

Общая длительность маневра швартовщика t оказалась равной 92 сек. За это время плот проделал путь от нулевого створа вниз по течению, равный $S = v_n \cdot t = 2 \cdot 92 = 184$ м.

Если теперь принять $S_0 = S_{T,n} = 42$ м, длину швартовых канатов $L_{ш} = 250$ м, ширину плота $B_n = 80$ м, то при подходе плота к пункту остановки должен быть обеспечен просвет B_0 между плотом и тормозом не более 90 м.

Можно, разумеется, осуществить маневр швартовщика из положения, когда $S_0 < S_T$. Тогда свободное торможение судна заменяется активным, и общая длительность маневра, а следовательно, длина швартовых канатов уменьшатся. Наконец, в отдельных случаях, при малых скоростях течения подача швартовых может быть обеспечена и не на полных оборотах двигателя швартовщика.

Данный вопрос рассмотрен при отсутствии ветровой нагрузки на теплоход-швартовщик. Это сделано преднамеренно, поскольку расчет длины швартовых канатов должен выполняться для максимальных расчетных скоростей потока, когда, согласно нашим данным [6], пренебрежимо мала вероятность одновременного воздействия на процесс швартовки ветра и экстремальных скоростей потока.

Предлагаемый метод расчета маневра теплохода-швартовщика при швартовке плота к тормозному устройству показывает, что для этой цели могут служить теплоходы, эксплуатируемые на лесосплаве, при использовании швартовых канатов практически приемлемых длин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Анфимов, Г. И. Ваганов, В. Г. Павленко. Судовые тяговые расчеты. Изд-во «Транспорт», М., 1970. [2]. Архангельский лесотехнический институт. Авторское свидетельство на изобретение № 268250. Способ остановки плота на рейдах приплова. Автор Чекалкин К. А. [3]. Водный транспорт леса. Справочник. Коллектив авторов под руководством Н. Н. Орлова. Гослесбумиздат, М., 1963. [4]. В. Г. Павленко. Элементы теории судовождения на внутренних водных путях. Изд-во «Транспорт», М., 1971. [5]. А. Н. Пименов, Г. А. Манухин. Механизация лесосплавных работ и флот. Гослесбумиздат, М.—Л., 1959. [6]. К. А. Чекалкин. К вопросу об определении нагрузок на наплавные сооружения. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1967. [7]. К. А. Чекалкин. Теоретические предпосылки к расчету остановки плотов на рейдах приплова гидродинамическим торможением. Архангельск, 1971.

Поступила 8 декабря 1972 г.

УДК 634.0.375

АНАЛИЗ РАБОТЫ ЛЕСОПОГРУЗЧИКА ПЛ-1

Б. П. ЕВДОКИМОВ, В. Г. ОЗЕРОВ

КарНИИЛП

На основании данных наблюдений, проведенных КарНИИЛПом в 1970—1972 гг. в леспромхозах объединения Кареллеспрома, дан анализ работы погрузчиков ПЛ-1 на погрузке древесины. Кратко охарактеризована надежность узлов гидросистемы и технологического оборудования, определен экономический эффект внедрения погрузчиков на мастерском участке.

Повышение производительности труда в лесной промышленности во многом зависит от уровня механизации всех трудоемких работ, в том числе погрузочных. Опыт эксплуатации челюстного погрузчика ПЛ-1 на лесозаготовительных предприятиях показал, что внедрение его на мастерском участке требует существенных изменений в организации труда и расстановке механизмов на лесосеке.

Эксплуатация погрузчиков ПЛ-1 в лесной промышленности позволила: полностью отказаться от ручных операций и создать безопасные условия труда на погрузке; исключить необходимость строительства погрузочных эстакад, а также надобность в тросах; создать запасы подтрелеванных хлыстов, что особенно важно при односменной работе на заготовке древесины и круглосуточной ее вывозке.

Расчет показал, что применение челюстных лесопогрузчиков ПЛ-1 в Суккозерском ЛПХ КАССР дало экономический эффект 17754 руб. в год (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Величина показателей	
	до внедрения погрузчиков	после внедрения погрузчиков
Годовой объем заготовки, тыс. м ³	269,0	269,0
Удельные капитальные затраты, руб./м ³	0,656	0,795
Зарплата с начислениями, руб.	159465	140290
Устройство погрузочных площадок, руб.	2573	—
Всего затрат на 1 м ³ , руб.	1,235	1,141

Наблюдениями за работой погрузчиков ПЛ-1 по леспромхозам Карелии установлено, что производительность погрузчиков достигает 220--270 м³/см. В табл. 2 приведены некоторые показатели работы лесопогрузчиков ПЛ-1 в системе объединения Кареллеспрома.

Анализируя работу операторов на погрузчиках ПЛ-1 за 1971 г. по Пряжинскому, Поросозерскому, Суккозерскому леспромхозам, можно сделать вывод о достаточно высокой производительности труда (табл. 3).

Таблица 2

Леспромхоз	Плановая выработка на 1 маш.-см., м ³	Фактическая выработка на 1 маш.-см., м ³
Суккозерский	155	234
Поросозерский	155	203
Пряжинский	135,4	160

Таблица 3

Леспромхоз	№ погрузчика	Средняя выработка на 1 маш.-см., м ³
Пряжинский	4	163
	37	183,6
Поросозерский	312	202
	358	254
	360	239
Суккозерский	198	273
	200	225
	389	213,7
	427	236

Производительность погрузчиков за смену и использование их на погрузке ежегодно повышаются (табл. 4, данные для Поросозерского ЛПХ).

Таблица 4

Год	Среднесменная выработка, м ³	Коэффициент использования
1969	157,1	0,42
1970	201,6	0,61
1971	203,0	0,65

При такой производительности труда погрузчик ПЛ-1 может обслужить 4—5 малых комплексных бригад в лесу и бесперебойную погрузку до 10 лесовозов МАЗ-509.

Однако коэффициент использования погрузчиков недостаточно высок (табл. 5). Это объясняется не только тем, что погрузчики непроизводительно простаивают, но и тем, что значительное время они находятся в ремонте. Так, за I квартал 1971 г. общий простой погрузчиков в ремонте в Поросозерском ЛПХ составил 76 дней, в Пряжинском — 113, в Суккозерском — 21.

Таблица 5

Леспромхоз	Коэффициент использования (1971 г.)
Поросозерский	0,65
Пряжинский	0,45
Суккозерский	0,41

Длительные простои в ремонтах вызваны недостаточной надежностью узлов гидросистемы, подъемного оборудования лесопогрузчика ПЛ-1. Так, за шесть месяцев наблюдений за работой погрузчиков в пересчете на один ПЛ-1 гидросистема отказала: в Пряжинском

ЛПХ — 7,4, в Суккозерском — 3,5 раза; технологическое оборудование в Пряжинском ЛПХ — 1,5, в Поросозерском — 3, в Суккозерском — 2 раза. Слабое место в работе гидросистемы — частый выход из строя трубопроводов (ПЛ1.260А, ПЛ1.310 и др.), уплотнительных манжет гидроцилиндров (ПЛ1.474 и др.). Особенно ненадежна спецрама (ПЛ1.090А). Для укрепления спецрамы в леспромхозах усиливают заднюю ее связь, дополнительно сваривая или наваривая металлические планки [1].

В 1971—1972 гг. часть узлов погрузчика заменена новыми и усилена. Однако наблюдения за работой погрузчиков ПЛ-1 в условиях Карелии, проведенные КарНИИЛПом в 1972 г., показали, что низкий уровень безотказности имеют гидросистема и технологическое оборудование [2]. Поэтому повышение надежности этих узлов — первоочередная и основная задача завода-изготовителя.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Научный отчет № 11. КарНИИЛП, 1971. [2]. Научный отчет № 10 Б. КарНИИЛП, 1972.

Поступила 17 апреля 1973 г.

УДК 634.0.378 : 627.421

ОБ ОТМИРАНИИ РУСЕЛ НЕСПЛАВНЫХ МАЛОВОДНЫХ ПРОТОКОВ, ПЕРЕКРЫТЫХ ДАМБАМИ

В. Е. СЕРГУТИН

Красноярский институт цветных металлов

С учетом особенностей прохождения твердого стока на реках (сплавных и судоходных) Ангаро-Енисейского и Байкальского бассейнов и фактических данных по гидрологии этих рек разработана классификация рек этих районов по принципу совпадения пиков воды и твердых расходов. Это позволяет обоснованно подходить к методу выбора створов выправительных дамб в сплавных и судоходных руслах с обилием островов и маловодных протоков, что весьма важно как для практики лесосплава, так и для судоходства.

Одно из наиболее перспективных направлений развития современного лесосплава — экономически обоснованный отказ от эксплуатации мелкой речной сети, на которой возможен только молевой сплав, и проектирование вывозки древесины на крупные протоки и магистральные реки с организацией круглогодичной береговой сплотки и сплава в плотках. Плотовой сплав может быть организован по хорошо устроенным сплавным путям, мелиорация которых дает возможность использовать большие глубины в периоды весенних паводков. На реках Восточной Сибири выправительные дамбы — основной вид мелиоративных сооружений, применяемых при регулировании русел лесосплавных рек. Их строительство широко проводилось, начиная с 30-х годов. Согласно Техническим указаниям по проектированию лесосплавных предприятий Гипролестранса [2], сооружение выправительных дамб в русле лесосплавных рек должно во всех случаях способствовать улучшению русловых форм, заилению нерабочих акваторий. Такими акваториями по сплавной трассе являются, например, маловодные протоки, перекрываемые запрудами, пойменные части русла, отсеченные от фарватера струенаправляющими дамбами.

Процесс заиления и дальнейшего отмирания нерабочих частей русла, превращения их в берега и пойму на реках Восточной Сибири бывает различным. Так, на реках Иркутской области, Бурятской АССР (Уде, Курбе, Кудуне, Итанцах, Селенге — бассейн Байкала) он выражен более интенсивно, чем на реках, впадающих в Енисей выше

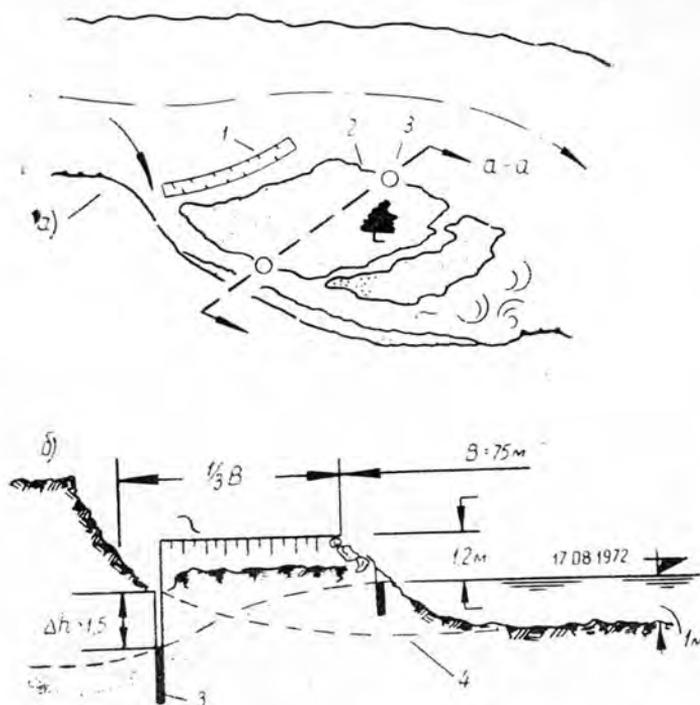


Рис. 1. Превращение в берег нерабочей акватории за каменно-хворостяной дамбой при совпадении пика твердых расходов с пиком воды. Р. Уда (Бурятская АССР), сооружение постройки 1960 г., урочище Она-Хой в 60 км от устья.

а — план; б — разрез по а-а; 1 — дамба; 2 — намытая коса; 3 — разведочные шурфы; 4 — дно реки до постройки сооружения.

Красноярска (Мане, Сисиме, Дербино, Абакане и др.). Обследования, проведенные в 1953—1973 гг., показали, что за тыловой стороной каменно-хворостяных завес на реках Прибайкалья и Забайкалья в течение 3—5 лет нарастает мощный (1,0—2,0 м, местами до 2,5 м) слой из осевших частиц, который затем быстро прорастает травой и хворостом тальниковых пород (рис. 1). На протоках рек бассейна Енисея (до устья Ангары) этот процесс выражен значительно менее интенсивно, а на некоторых из них, например, Мане, и вовсе не проявляется. Объясняется это тем, что на реках Бурятии пик взвешенных наносов обычно проходит позже паводочных горизонтов воды в весеннее половодье (или совпадает с ним), а на притоках Енисея, где паводок проходит в летние жаркие дни во время таяния льда и снегов в горах Восточных и Западных Саян, он бывает раньше, в результате чего осевшие в протоках (до большой воды) наносы смываются и уносятся вниз по течению [3]. Поэтому, если дамба построена в верхней части протока и затопляется при большой летней воде, русло перекрытого протока, как правило, никогда не бывает занесенным. Обследование десятков дамб-запруд на р. Мане, выправляющих русло этой реки общей протяженностью 475 км (длина сплавной трассы около 400 км), показывает именно такую картину. Шурфование берегов непосредственно (в пределах 0,1—0,2 м) у уреза воды, в межень, на участках постройки затопляемых в весеннее половодье дамб-запруд

говорит о явной гидравлической связи поверхностных вод реки с подземным потоком как для главного русла в этом месте, так и для створа, где перекрытый проток соединяется с фарватером. Отрыва депрессионной кривой при этом не наблюдается. В то же время для рек с летним выносом наносов, когда пик твердых расходов запаздывает по отношению к пику воды, такая связь нарушена, депрессионная кривая уходит под дно реки, а отрыв зеркала подземных вод в месте уреза воды с берегом для меженных периодов может достигать 1,5—2,0 м, как это было, например, установлено для р. Иркут (бассейн Байкала) [5].

На реках с опережением пика наносов по отношению к пику воды, которые, как правило, характеризуются большими уклонами и скоростями течения, крупнозернистостью руслового аллювия (галька, гравий, местами булыжник), процесс отмирания нерабочих акваторий выражен иначе, чем на реках с отставанием пика взвешенных наносов по отношению к пику воды. Взвешенные наносы в этом процессе совсем не участвуют, поэтому термин «заиление» для таких рек не подходит.

Если потоки в Прибайкалье и Забайкалье с запаздыванием (или совпадением) пика мутности по отношению к пику воды, относительно небольшими скоростями течения и уклонами русла, с мелкозернистыми составляющими в отложениях дна и берегов формируют свое

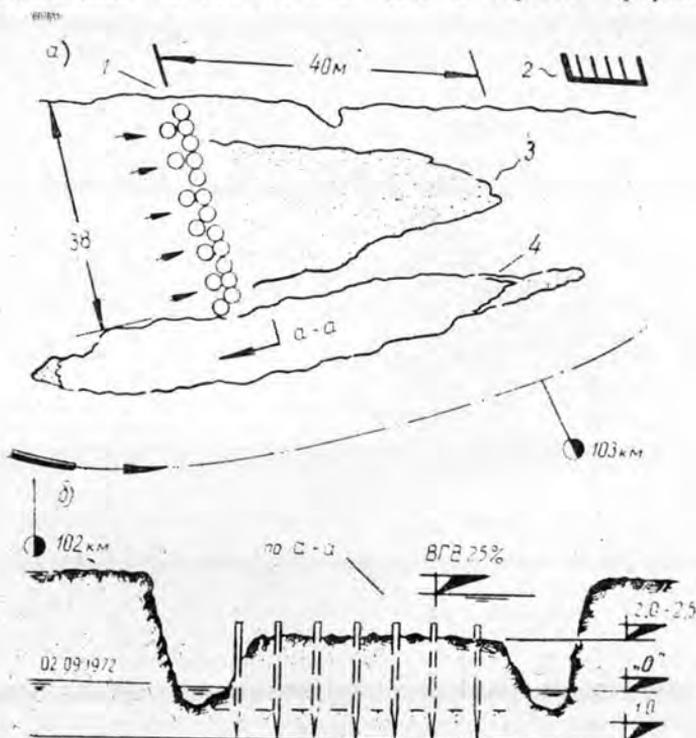


Рис. 2. Искусственное образование гравийно-галечной косы в протоке р. Енисей.

a — план по лодчанской карте Енисея от Красноярска до устья Ангары; 1 — свайное сооружение Кононовской РЭБ (2); 3 — намытая за 6 лет коса, наиболее интенсивный намыв 1966 г. в паводок, с обеспеченностью 4% (один раз в 25 лет); 4 — о. Заячий; *b* — разрез по *a-a*.

русло практически в течение всего периода открытого русла, то реки в отрогах Западных и Восточных Саян — лишь в кратковременные периоды паводков. Роль песчаных отложений играют здесь крупные фракции, донные наносы. Эти отложения, двигаясь в период руслоформирующих расходов, заполняют нерабочие акватории на участках, куда они имеют доступ. На рис. 2 это и показано для рек Енисея и Маны. Вместо отложений из ила и песка здесь появились мощные гравелистые косы, образованные донными (влекомыми) наносами; роль взвешенных наносов ничтожна.

По проведенным натурным исследованиям эффективных методов трассирования выправительных дамб на лесосплавных реках Восточной Сибири с учетом особенностей их гидрологии и морфологических характеристик можно сделать следующие выводы.

1. Многолетние натурные наблюдения и анализ совмещенных гидрографов жидких (воды) и твердых расходов рек Ангаро-Енисейского бассейна и бассейна оз. Байкал позволили установить, что заносимость и отмирание нерабочих частей потоков, отсеченных от главного русла выправительными дамбами, зависит от степени синхронности (совпадения) пиков воды и твердого стока, скорости потока, уклона дна и диаметра слагающих русло фракций.

2. Непосредственное заиление русла, а также его нерабочих акваторий присуще рекам с отставанием пика твердого расхода по отношению к пику воды, для которых этот, обычно употребляемый в речной морфологии, термин вполне уместен. Для рек с опережением взвеси, большими уклонами, скоростями течения и крупными отложениями в русловом аллювии превращение нерабочих акваторий в берега происходит в результате занесения их донными наносами в периоды руслоформирующих расходов с обеспеченностью их в размере 25—10%.

3. Особенности формирования твердого стока на территории Восточной Сибири (отроги Западных и Восточных Саян в Красноярском крае и Тувинской АССР, Прибайкалье и Забайкалье) и натурные данные по стоку Красноярского, Иркутского и Забайкальского управлений Гидрометслужбы СССР позволили разработать классификацию рек этих территорий по принципу совпадения пиков жидких и твердых расходов и предложить модели внутригодового распределения стока, схематизирующие гидрографы воды и твердых расходов для потоков с весенне-летними и летними паводками и паводочным режимом при опережении, совпадении и отставании пика твердых расходов по отношению к пику воды (рис. 3).

4. Эта классификация позволяет обоснованно подойти к выбору расположения выправительных дамб при их трассировании в русле и объясняет, почему такие сооружения имеют различную эффективность на реках с разными гидрологическими характеристиками. С практической точки зрения учет этих фактов должен обосновывать метод выбора расположения дамб и запруд в русле с обилием островов и маловодных несплавных протоков. При этом главным показателем для оценки степени интенсивности заиления нерабочих акваторий являются опережение, совпадение или отставание пика твердых расходов по отношению к пику воды, что необходимо учитывать при: расположении запруд в начале или в конце маловодного протока; выборе ветвистого или «глухого» сооружения; назначении отметки верха конструкции — строительстве незатопляемого или затопляемого основания.

5. При проектировании выправительных дамб, имеющих цель (часто одновременно с подъемом глубин на выправляемых участках)

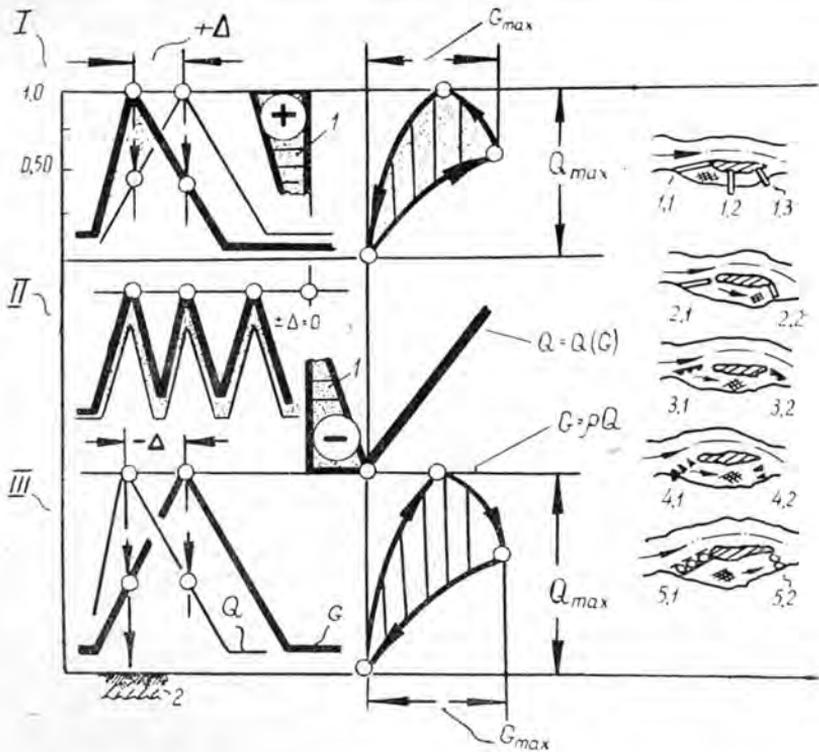


Рис. 3. Модели внутригодового распределения стока — типизация гидрографов жидкого Q и твердого $G = \rho Q$ расходов для рек с весенне-летними и летними паводками (I и III) и паводочным режимом (II) при опережении (I), совпадении (II) и отставании (III) пика твердых расходов (взвешенных наносов) по отношению к пику воды.

В центре — схематизированные петли связи $Q = Q(G)$: 1 — энурсы изменения Δ : смещения пиков жидких и твердых расходов; 2 — периоды размывов; ρ — концентрация взвешенных наносов в речной воде; справа — закрытие несплавных протоков: 1 — «глухое» с расположением запруды в начале (1.1), посредине (1.2) и в конце (1.3) протока; 2 — частичное; 3 — сквозными (фильтрующими) сооружениями; 4 — древесно-ветвистыми заграждениями; 5 — свайными конструкциями и подстилочным тюфяком.

заилить отсеченный от главного русла несплавной проток, на реках, где пик твердых расходов от взвешенных наносов проходит раньше пика воды, предпочтителен принцип устройства сооружений по типу «глухой ловушки» — создания замкнутых емкостей или зон, куда попадают взвешенные наносы и откуда они не вымываются большой водой, не подвергаясь в паводки действию русловых деформаций. Этим условиям отвечает, например, перекрытие маловодного протока незащитаемой дамбой-запрудой, установленной посредине или в конце ее, когда сооружение наглухо соединяет конец (ухвостье) острова с коренным берегом реки.

6. Для тех же целей на реках с совпадением или отставанием пика твердых расходов по отношению к пику воды уместен принцип «проточности», когда наносы в заиляемый рукав поступают постепенно, после прохождения высоких паводочных вод. Этому, например, способствуют дамбы типа полузапруд, не полностью перекрывающие рукав, или ветвистые сооружения, устраиваемые для гашения скоростей потока и отложения наносов в отсеченной нерабочей акватории.

7. Устройство выправительных сооружений по типу «глухой ловушки» возможно и для рек с совпадением или отставанием пика твердых расходов по отношению к пику воды. Однако с учетом экономичности ветвистых сооружений [6] их применение на таких реках более предпочтительно, и, наоборот, для рек с опережением пика твердого расхода они менее эффективны, так как, во-первых, гашение скоростей при высоких горизонтах сильно затруднено, и, во-вторых, большие скорости, хотя и сниженные такими сооружениями, будут способствовать вымыванию из отсеченных частей русла отложившихся там наносов.

8. Результаты натуральных наблюдений за работой выправительных сооружений на лесосплавных реках европейской части СССР [1] позволяют распространить выводы по эффективности работы и методам трассирования выправительных сооружений на реках Восточной Сибири и на реки других районов. Принципы, положенные в основу предложенной классификации о типах рек с различной степенью синхронности жидкого и твердого стоков, можно применить при исследовании эффективности работы других гидротехнических сооружений, связанных с режимами воды и твердых расходов (например, инфильтрационных водозаборов), а также для оценки стабильности их дебитов на реках с различным водным режимом [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Г. Арыкин, В. Е. Юзвук. Итоги эксплуатации свайно-плетневых дамб. Журн. «Лесная промышленность» № 3, М., 1959. [2]. Минлеспром СССР — Гипролестранс. Технические указания по проектированию лесосплавных предприятий, Л., 1965. [3]. В. Е. Сергутин. Типизация гидрографов жидкого и твердого стока сплавных рек Ангаро-Енисейского бассейна для оценки эффективности заиления нерабочих акваторий потока, отсеченных от главного русла. «Научные исследования по гидротехнике в 1970 г.», ВНИИ гидротехники им. Б. Е. Веденеева, изд-во «Энергия», Л., 1971. [4]. В. Е. Сергутин, А. Е. Черкасов, Б. Ф. Турутин. Типизация гидрографов жидкого и твердого стока для оценки стабильности дебитов инфильтрационных водозаборов. Журн. «Метеорология и гидрология» № 5, 1970. [5]. В. Е. Сергутин, А. Е. Черкасов, Б. Ф. Турутин. Естественная заиленность речных русел и ее влияние на дебиты инфильтрационных водозаборов. Журн. «Метеорология и гидрология» № 4, 1971. [6]. ЦНИИЛесосплава. Русловыправительные сооружения на лесосплавных реках. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967.

Поступила 18 мая 1973 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 621.933.6

КОЭФФИЦИЕНТ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ
МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

В. Я. ФИЛЬКЕВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

Излагается метод расчета коэффициента неравномерности скорости вращения коленчатого вала лесопильной рамы с учетом потерь на трение в кинематических парах.

В силу конструктивных и целого ряда производственно-технических причин главный вал лесопильной рамы вращается с переменной угловой скоростью; коэффициент неравномерности изменяется в довольно широких пределах $\delta = 0,06 \div 0,12$. Периодическая неравномерность вращения главного вала приводит к возникновению дополнительных динамических нагрузок в кинематических парах, увеличению потерь на трение и износ элементов пар и появлению упругих колебаний звеньев механизма резания.

При проектировании новых и модернизации существующих конструкций лесопильных рам, а также эксплуатации их в производственных условиях важно заранее оценить величину коэффициента неравномерности вращения главного вала рамы и основные причины возникновения неравномерности. В одной из работ [2] дан вывод приближенной формулы коэффициента неравномерности

$$\delta = \frac{1}{\frac{2J_0}{m_B R^2} + 1} \quad (1)$$

Удовлетворительное совпадение результатов расчетов по формуле (1) с данными экспериментальных исследований [1] позволяет рекомендовать формулу (1) для практического использования. Применение ее связано с необходимостью определять приведенный момент инерции масс механизма резания.

Кривошипно-ползунные механизмы резания лесопильных рам характеризуются сравнительно большими потерями на трение в кинематических парах, особенно в паре пильная рамка — направляющие. Поэтому определение приведенного момента инерции только из условия эквивалентности кинетической энергии, без учета потерь на трение, может быть причиной существенных ошибок при динамических расчетах.

Приведенный момент инерции масс механизма резания состоит из двух частей — постоянной J_0 и переменной J_φ . Постоянная часть включает в себя: 1) собственный момент инерции кривошипного вала вместе с массами маховых колес и приводных шкивов J'_0 ; 2) часть массы шатуна m_2 , приведенной к пальцу кривошипа; 3) приведенный момент инерции ротора двигателя $J_{дк}$

$$J_0 = J'_0 + m_2 \frac{bR^2}{L} + J_{дк}, \quad (2)$$

где R, L — длины кривошипа и шатуна механизма резания;
 b — расстояние центра тяжести от верхней головки шатуна.

Переменная часть приведенного момента инерции находится в зависимости от угла поворота главного вала; среднее значение этой части, с учетом потерь на трение, достаточно точно определяют по формуле

$$J_{\varphi} = \frac{m_0 R^2}{2} = \frac{R^2}{2\eta} \left(m_3 + m_2 \frac{L-b}{L} \right), \quad (3)$$

где m_3 — масса пильной рамки в сборе;

η — к.п.д. механизма резания, учитывающий потери на трение в направляющих пильной рамки, в верхней и нижней головках шатуна.

Подставляя значения J_0 и J_4 из формул (2) и (3) в выражение (1), получим расчетную формулу коэффициента неравномерности движения кривошипно-ползунных механизмов резания лесопильных рам

$$\rho = \frac{1}{\frac{2\eta \left(J'_0 + m_2 \frac{bR^2}{L} + J_{\text{дк}} \right)}{R^2 \left(m_3 + m_2 \frac{L-b}{L} \right)} + 1}. \quad (4)$$

Формула (4) устанавливает приближенную зависимость коэффициента неравномерности от основных механических параметров механизма резания. Плавность движения механизма резания зависит не только от величины масс маховых колес J'_0 и звеньев m_2 и m_3 , но и от характера распределения масс в системе механизма. Плавность существенно зависит от способа передачи вращения двигателя главному валу рамы (плоскоременная или клиноременная передачи) и от величины к.п.д. механизма резания.

С увеличением потерь на трение растет неравномерность движения и, как следствие этого, ухудшаются условия процесса пиления древесины. Наибольшие потери происходят в направляющих пильной рамки, поэтому надлежащая смазка их — один из важных факторов повышения плавности движения механизма резания. Расчет потерь на трение связан с трудностями из-за большого числа переменных величин, влияющих на давление в парах и коэффициенты трения. Замером мощности холостого хода можно получить наиболее надежные данные о потерях на трение, хотя эти данные не отражают в полной мере действительных потерь при работе рамы под нагрузкой.

Влияние привода на равномерность движения механизма резания учитывается приведенным моментом инерции ротора двигателя $J_{\text{дк}}$. В случае использования плоскоременных передач, обладающих значительной податливостью, влияние привода незначительно и им можно пренебречь, полагая в формуле (4) $J_{\text{дк}} = 0$. Для клиноременных передач, податливость которых в два с лишним раза меньше, чем плоскоременных, приведенный момент инерции ротора

$$J_{\text{дк}} = J_{\text{д}} i_{\text{дк}}^2 \cdot \eta_{\text{п}} \cong 0,025 G D^3 \cdot i_{\text{дк}}^2 \cdot \eta_{\text{п}},$$

где $J_{\text{д}}$ — собственный момент инерции ротора двигателя;

GD^2 — маховой момент ротора;

$i_{\text{дк}}$ — передаточное число ременной передачи;

$\eta_{\text{п}}$ — к.п.д. привода;

$$J_{\text{д}} = 0,025 GD^2$$

В качестве примера определим коэффициент неравномерности лесопильной рамы РД-75-2.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского института деревообрабатывающего машиностроения (ВНИИДМАШ), момент инерции массы маховых колес и приводного шкива на коленчатом валу $J'_0 = 33,89 = 34 \text{ кгм} \cdot \text{сек}^2$; вес пильной рамки в сборе $G_3 = 500 \text{ кг}$; вес шатуна $G_2 = 255 \text{ кг}$; $v = 1,45 \text{ м}$; $R = 300 \text{ мм}$; $L = 2000 \text{ мм}$; маховой момент ротора двигателя $GD^2 = 27,0 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; числа оборотов главного вала и двигателя соответственно равны 300 об/мин и 725 об/мин ; к.п.д. механизма резания 0,76.

Полагая в плоскоремненной передаче $J_{\text{дк}} = 0$, по формуле (4) получим

$$\delta = \frac{1}{2 \cdot 0,76 \left(34 + \frac{255}{g} \cdot 1,45 \cdot 0,3^2 \right) + 1 + \frac{0,3^2}{g} \left(500 + 255 \frac{2,0 - 1,45}{2} \right)} = 0,0885.$$

Потери на трение при холостом ходе [3] несколько меньше потерь на трение при работе рамы под нагрузкой. Если в рассматриваемом примере принять $\eta = 0,7$, то получим $\delta = 0,095$, то есть коэффициент неравномерности увеличится на 8%. Это указывает на сильное влияние потерь на трение в кинематических парах, на плавность движения механизма резания. По экспериментальным данным для рамы РД-75-2 с плоскоремненной передачей $\delta = 0,097$ [1].

Для клиноремненной передачи с учетом

$$J_{\text{дк}} = 0,025 \cdot 27,0 \left(\frac{725}{300} \right)^2 \cdot 0,95 = 3,7 \text{ кгм} \cdot \text{сек}^2$$

для величин η , равных 0,76 и 0,7, коэффициенты неравномерности соответственно равны 0,08 и 0,085.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. П. Потяркин. Исследование неравномерности вращения коленчатого вала двухэтажных лесопильных рам. Кандидатская диссертация, 1968. [2]. В. Я. Филькевич. Динамика лесопильных рам. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [3]. В. Ф. Фоякин. Лесопильные рамы и околорамное оборудование. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1970.

Поступила 16 октября 1972 г.

УДК 674.023

ФОРМИРОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ СТРУЖКИ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ С ОБЖИМОМ

Н. И. КЛЕУТИН

Московский лесотехнический институт

Установлено, что с изменением номинальной толщины срезаемой стружки и степени обжима изменяется фактическая толщина получаемой стружки и коэффициент поперечного утолщения. Увеличение толщины стружки и усилия сжатия (степени обжима) при прочих равных условиях приводит к уменьшению коэффициента утолщения. Автором приводятся необходимые расчетные формулы для определения коэффициента утолщения стружки любого случая резания древесины лиственницы с обжимом.

Рассматривая сущность воздействия прижима на стружку, С. А. Воскресенский [1] отмечает, что во всех случаях резания с обжимом необходимо принимать во внимание поперечное утолщение стружки вследствие продольной ее усадки; такое утолщение имеет место при элементарном резании поперек волокон и учитывается коэффициентом поперечной усадки

$$\xi' = \frac{2}{\frac{\sin \psi}{\sin (\delta + \psi)} + 1}. \quad (1)$$

Считают, что в случаях резания с обжимом и без обжима коэффициент поперечной усадки стружки одинаков. Такой подход, безусловно, логичен, поскольку общая теория обжима [2] предполагает упругое сжатие стружки прижимом; толщину срезанной стружки h_y принимают за такую же величину, как и при резании без обжима.

Однако, как отмечалось нами ранее [3], деформация стружки не полностью упругая; под воздействием давления фасок прижима (рис. 1) древесина проявляет и некоторую пластическую (остаточную) деформацию Δh_n . Фактическая толщина срезанной стружки за прижимом h_ϕ меньше, чем величина h_{yc} , а вся деформация древесины Δh_{yc} прижимом есть деформация сжатия, состоящая из упругой деформации Δh_y и пластической (остаточной) деформации Δh_n .

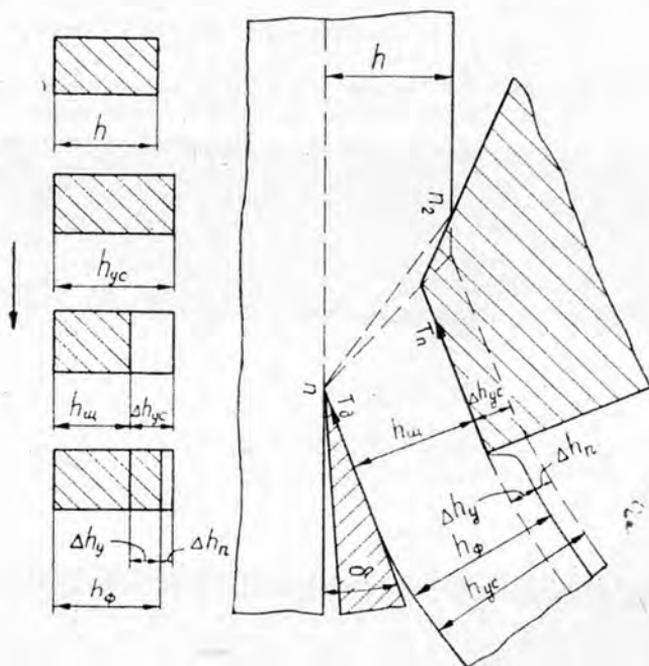


Рис. 1. Схема формирования толщины стружки при резании с обжимом.

Из рис. 1 видно, что

$$\Delta h_{yc} = \Delta h_y + \Delta h_n.$$

Выражение (1) требует соответствующих поправок, так как не дает точного представления о коэффициенте усадки и конечной толщине срезанной стружки при поперечном резании древесины с обжимом.

Изучение характера процесса стружкообразования указывает на качественное различие утолщения стружки при резании с обжимом и без обжима. В случае свободного резания, не осложненного дейст-

вием прижима, стружка утолщается в процессе ее сдвига передней гранью. При резании с обжимом на стружку действуют силы как со стороны ножа, так и со стороны прижима. Утолщение появляется при выходе стружки из щели между ножом и прижимом и обуславливается упруго-пластическими свойствами древесины. Стружка, пройдя через щель $h_{ш}$, меньшую, чем $h_{ус}$, подвергается сжатию, в результате которого имеют место упругие Δh_y и пластические (остаточные) Δh_n деформации, зависящие от соотношения $h_{ш}$ и $h_{ус}$.

Чем больше усилие сжатия стружки прижимом (степень обжима Δ), тем больше остаточная деформация Δh_n . С изменением номинальной толщины срезаемой стружки и степени обжима изменяются фактическая толщина получаемой стружки h_f и коэффициент ее поперечного утолщения.

Нами исследована толщина срезаемой стружки без обжима и с обжимом при поперечном резании древесины лиственницы, влажность которой более 30% и температура 20 и 75°C. На экспериментальной установке, изготовленной на базе поперечно-строгального станка по металлу, одновременно с записью составляющих сил на прижиме и ноже индикатором тщательно измеряли величину подачи (номинальную толщину срезаемой стружки h).

С подготовленных образцов при соответствующей температуре и степени обжима срезали в каждом опыте по 20 стружек заданной толщины и сразу же микрометром, пользуясь при этом трещоткой, измеряли максимальную толщину стружек (с точностью до 0,01 мм) при минимальном удельном давлении, не вызывая тем самым заметной деформации древесины контактирующими элементами. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики. Показатель точности измерений p во всех случаях не превышал $\pm 3\%$.

Постоянные в опытах: средняя скорость резания 0,3 м/сек, угол резания $\delta = 20^\circ 30'$, задний угол $\alpha = 1^\circ 30'$, угол скоса лезвия ножа

Таблица 1

Номинальная толщина стружки h , мм	Степень обжима Δ , %	Фактическая толщина срезаемой стружки h_f , мм, при температуре, °С		Средняя фактическая толщина стружки h_f , мм
		20	75	
0,5	—	0,562	0,553	0,557
	10	0,551	0,545	0,548
	20	0,544	0,539	0,541
	30	0,545	0,533	0,539
0,8	—	0,872	0,870	0,871
	10	0,861	0,857	0,859
	20	0,857	0,849	0,853
	30	0,840	0,833	0,836
1,0	—	1,079	1,072	1,075
	10	1,070	1,066	1,068
	20	1,059	1,040	1,049
	30	1,041	1,035	1,038
1,5	—	1,593	1,580	1,586
	10	1,584	1,545	1,564
	20	1,563	1,531	1,547
	30	1,530	1,518	1,524
2,0	—	2,101	2,073	2,087
	10	2,087	2,065	2,072
	20	2,059	2,020	2,040
	30	2,028	2,009	2,018

в плане $\varphi = 90^\circ$, направление резания — полурадialное. Результаты опытов представлены в табл. 1.

Фактический (экспериментальный) коэффициент утолщения стружки определяли по формуле

$$\xi_y = \frac{h_{\Phi}}{h}, \quad (2)$$

где h_{Φ} — средняя фактическая толщина стружки, мм;
 h — номинальная толщина стружки, мм.

После обработки экспериментальных данных методом вариационной статистики были получены корреляционные уравнения (3) и (4) для поправочных коэффициентов a_h и a_{Δ} (на номинальную толщину стружки h и степень обжима Δ) к выражению (1) при $\Delta = 0$

$$a_h = 0,984h^{-0,047}; \quad (3)$$

в среднем при всех h

$$a_{\Delta} = 1 - 0,0012\Delta. \quad (4)$$

Результирующее уравнение для определения коэффициента утолщения стружки при принятых параметрах резания имеет вид

$$\xi'_y = (1,077 - 0,0013\Delta) h^{-0,047}. \quad (5)$$

Для любого случая резания древесины лиственницы с обжимом коэффициент поперечного утолщения стружки определяется формулой, предложенной С. А. Воскресенским и уточненной нашими поправочными коэффициентами,

$$\xi'_y = \frac{2a_h a_{\Delta}}{\frac{\sin \psi}{\sin(\delta + \psi)} + 1}. \quad (6)$$

На основании формулы (5) построен график (рис. 2), показывающий, что с увеличением толщины стружки и степени обжима коэффициент утолщения уменьшается.

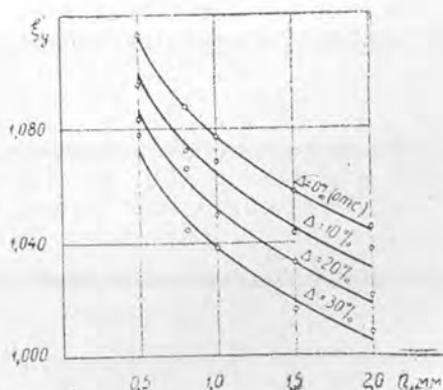


Рис. 2. Зависимость коэффициента утолщения стружки от номинальной толщины h и степени обжима Δ .

Сравнение коэффициента утолщения стружки, вычисленного по выражению (1), с результатами экспериментальных исследований указывает на достаточную точность теоретической формулы С. А. Вос-

кресенского для случая поперечного резания древесины без обжима в пределах толщин стружки 0,5—2,0 мм и на необходимость введения поправочных коэффициентов a_n и a_Δ при резании с обжимом для толщин 1,5—2,0 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Воскресенский. Резание древесины, Гослесбумиздат, 1955. [2]. С. А. Воскресенский. Общая теория прижима при резании древесины поперек волокон. Научные труды МЛТИ, вып. 6, 1956. [3]. Н. И. Клеутин. Силовое взаимодействие прижима со стружкой. Тезисы доклада на научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ 1970 г., МЛТИ, 1971.

Поступила 9 марта 1973 г.

УДК 634.0.865

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ОБЛИЦОВАННЫХ ЛИГНОУГЛЕВОДНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

З. И. ПОДОНИКОВА, А. Д. ЛАЗАРЕВА, В. Н. ПЕТРИ,
Г. А. ПОВОД

Уральский лесотехнический институт

Рассмотрен вопрос изучения кондиционирования облицованных лигноуглеводных древесных пластиков с применением метода математической теории эксперимента для минимизации количества опытов.

Технологический процесс производства лигноуглеводных древесных пластиков (ЛУДП) включает в себя операцию кондиционирования запрессованных плит, которая осуществляется как при повышенных (более 60°C), так и более низких (30—50°C) температурах [3].

В первом случае режимы кондиционирования могут быть одно- и двухступенчатыми, когда плиты кондиционируются в течение 2—3 суток при температуре по сухому термометру 20—25°C и относительной влажности 50—60%, а затем досушиваются при повышенных температурах. Во втором случае режимы кондиционирования стационарные (одноступенчатые).

Двухступенчатый режим более трудоемок, а иногда и более продолжителен, чем одноступенчатый. В связи с чем целесообразно было максимально сократить продолжительность кондиционирования путем повышения температуры агента сушки, но с обязательным сохранением прочности и водостойкости плит на уровне контрольных.

Исследования [2], [3], проведенные в Проблемной лаборатории древесных пластиков УЛТИ, показали, что для каждого конкретного вида ЛУДП режимы кондиционирования различны. В настоящей статье приведены данные по изучению кондиционирования декоративных (облицованных) лигноуглеводных древесных пластиков при повышенных температурах (ЛУДПД). Пластики изготовляли из лиственничных опилок, облицованных (одновременно с их изготовлением) с обеих сторон бумагой, пропитанной смолой марки ММ-П.

Режим изготовления ЛУДПД: влажность опилок 18%, температура горячего прессования 155—160°C, продолжительность прессования 1,5 мин/мм толщины готового пластика, давление прессования 25 кгс/см². Размер использованных плит 240×240×10 мм.

Кондиционирование плит проводили в лабораторной сушильной камере с электрообогревом и автоматическим регулированием режима.

Высушенные плиты испытывали через 10—20 час после сушки. Полученные данные сравнивали с данными по контрольным плитам, кондиционированным в течение 30 суток в комнатных условиях.

Для более полного представления о характере испарения влаги изучали распределение ее по толщине плит, размер которых $20 \times 20 \times 10$ мм. По толщине плиты выделяли пять (а иногда семь) слоев и определяли их влажность весовым методом. Так как распределение влаги по толщине пластика симметрично относительно среднего слоя, то влажность приведена для половины толщины плиты.

Кондиционирование пластиков с целью минимизации числа опытов проводили с использованием дробного факторного эксперимента типа 2^{3-1} [1]. Факторы, которыми варьировали при кондиционировании ЛУДПД, следующие: \tilde{x}_1 — температура по сухому термометру, °С; \tilde{x}_2 — относительная влажность агента сушки, %; \tilde{x}_3 — продолжительность сушки, час.

В качестве откликов приняты: σ — предел прочности при статическом изгибе, кгс/см²; γ — объемный вес, г/см³; ΔW — водопоглощение после 24-часового пребывания в воде, %; W — средняя влажность в момент испытания, %; W_1, W_2, W_3, W_4 — послойная влажность соответственно облицованного слоя из бумаги, наружного, промежуточного и среднего слоев основы, %.

Уровни варьирования факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Изучаемые факторы		\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	\tilde{x}_3
Основной уровень	0	75	45	13
Предел варьирования	ε	15	15	3
Верхний уровень	+1	90	60	16
Нижний уровень	-1	60	30	10

Матрица планирования и результаты опытов по сушке ЛУДПД представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ опыта	Факторы			σ	γ	ΔW	W	W_1	W_2	W_3	W_4	
	\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	\tilde{x}_3									
Отклики												
1	+	+	-	250	1,17	26,9	12,5	-	11,4	13,6	13,7	
2	+	-	+	277	1,22	10,7	9,6	-	8,5	10,5	10,1	
3	-	+	+	370	1,24	6,5	14,1	-	12,0	15,2	16,2	
4	-	-	-	317	1,23	5,0	14,9	-	11,8	16,6	17,6	
5	0	0	0	334	1,19	3,9	11,6	-	10,1	12,6	13,1	
Реализованные опыты												
6	55	40	48	445	1,23	3,7	10,7	8,0	11,1	12,5	12,7	
7	50	30	30	384	1,22	5,5	12,0	10,0	12,1	13,0	13,1	
8	75	45	22	361	1,18	6,5	9,4	9,0	9,6	9,7	10,3	
9	Контроль (кондиционирование в течение 30 суток в комнатных условиях)			384	1,23	7,4	8,3					

Наиболее существенные отклики, характеризующие свойства данного пластика, — прочность при статическом изгибе и влажность в

момент этих испытаний; для этих величин были получены уравнения регрессии:

$$\sigma = 304 - 40\tilde{x}_1 + 6\tilde{x}_2 + 20\tilde{x}_3;$$

$$W = 12,80 - 1,73\tilde{x}_1 + 0,53\tilde{x}_2 - 0,92\tilde{x}_3.$$

Полученными уравнениями адекватно описывается процесс.

Анализируя приведенные уравнения, можно сделать вывод, что наибольшее влияние на изменение прочности и влажности плит оказывает температура по сухому термометру \tilde{x}_1 , а наименьшее — относительная влажность \tilde{x}_2 . В то же время в опытах 1 и 2 (температура по сухому термометру 90°C) высушенные плиты имели трещины как по боковым кромкам, так и внутри, и, с точки зрения целостности материала, целесообразно понизить температуру по сухому термометру.

Таким образом, для ЛУДПД нами рекомендованы стационарные режимы кондиционирования (табл. 3).

Таблица 3

Показатели	Значения показателей для режима	
	I	II
Температура по сухому термометру, °С	55	75
Относительная влажность, %	40	45
Продолжительность кондиционирования, час	48	22
Продолжительность прогрева, час	3	4
Продолжительность охлаждения, час	3	4

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Планирование экстремальных экспериментов. Изд-во «Наука», М., 1965. [2]. Труды Уральского лесотехнического института. Вып. 19. Свердловск, 1966. [3]. Труды Уральского лесотехнического института. Вып. 24. Свердловск, 1971.

Поступила 24 апреля 1973 г.

УДК 674.023

РАСЧЕТ ЗУБЧАТОГО ВЕНЦА НОЖЕЙ ДЛЯ БЕССТРУЖЕЧНОГО ДЕЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ*

П. М. МАЗУРКИН

Марийский политехнический институт

Работу ножей с зубьями предложено характеризовать отношением полной длины режущей кромки к рабочей ее части. Дается вывод формулы, связывающей скоростные параметры движения зубьев с угловыми характеристиками зубчатого венца. Приведены некоторые частные случаи формулы.

Способы бесстружечного резания древесины [2], [3] успешно внедряются на валке деревьев, раскряжевке хлыстов и обрезке сучьев; при этом, кроме клиновидных ножей, используют различные зубчатые пластинки [1].

В данной работе сделана попытка получить аналитические зависимости взаимосвязи скоростных, линейных и угловых параметров режима бесстружечного резания древесины зубчатыми пластинками.

* Работа выполнена под руководством кандидата техн. наук, доц. В. Е. Печенина.

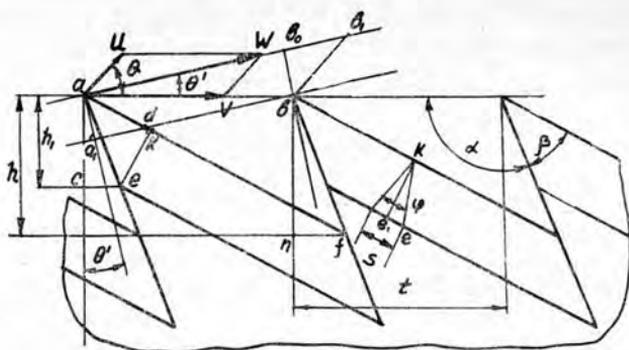


Рис. 1. Расчетная схема зубчатого венца.

Главный фактор при расчете зубчатого венца пил для опилочного резания — наличие объема впадины зуба. При использовании способа бесстружечного деления нет надобности рассчитывать междузубные впадины на условие заполнения опилками, поэтому необходим иной способ определения геометрических зависимостей работы зубчатого венца.

Рассмотрим случай движения зубчатого ножа в плоскости. Пусть инструмент перемещается в массиве древесины со скоростью резания W , м/сек, которая равна геометрической сумме скорости подачи U , м/сек, и рабочей скорости V , м/сек. Из-за относительной малости величины подачи на зуб за точку приложения указанных скоростей принимается вершина зуба; последний образован геометрическим пересечением трех плоскостей в пространстве. Зубья имеют постоянный шаг и симметричный угол заострения φ .

Скорость резания направлена по касательной в каждой точке траектории движения зуба; мгновенное значение скорости определяют из параллелограмма скоростей по формуле

$$W = \sqrt{U^2 + V^2 + 2UV \cos \Theta}, \quad (1)$$

где Θ — кинематический угол встречи, рад.

Угол между скоростью резания и рабочей скоростью

$$\Theta' = \arctg \frac{U \sin \Theta}{V + U \cos \Theta}. \quad (2)$$

После преобразований из треугольника bb_0b_1 найдем

$$e = \frac{cV \sin \Theta}{W} \quad (3)$$

или

$$e = \frac{tU \sin \Theta}{W}, \quad (4)$$

где e — толщина стружки, мм;

c — подача на зуб, мм;

t — шаг зубьев, мм.

Из треугольников abf и bfn после упрощений получим

$$h = \frac{t}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \delta}, \quad (5)$$

где h — высота зуба, мм;
 α — задний угол, рад;
 δ — угол резания, рад.

Из треугольников kee_1 , ake и ace найдем

$$h_1 = \frac{s \sin \alpha}{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \sin \beta}. \quad (6)$$

По формулам (3) и (4) определяем толщину стружки, которую принимаем условно по аналогии со стружечным резанием. По формулам (5) и (6) при заданных параметрах можно найти высоту всего зуба h и высоту наклонной части зуба h_1 . Указанные зависимости применимы и для опилочного пиления круглыми, рамными и ленточными пилами.

Для передней грани af (или для режущей кромки зуба применительно к бесстружечному резанию) длина

$$l_{\text{н. гр}} = \frac{t \sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (7)$$

Из треугольника aa_1d находим длину отрезка ad , равную длине контакта передней грани зуба со стружкой,

$$l = \frac{e}{\sin(\delta - \theta')}.$$

С помощью уравнений (2) и (4) получим

$$l = \frac{tU \sin \theta}{V \sin \delta + U \sin(\delta - \theta)}. \quad (8)$$

Выясним физическую сущность выражения

$$m = \frac{l_{\text{н. гр}}}{l}. \quad (9)$$

Величину m , характеризующую долю участия режущей кромки зуба в деформации древесины, назовем коэффициентом длины лезвия. Участок df не участвует в работе. В этом случае в процессе заточки материал ножа расходуется нерационально, так как затачивается вся передняя грань.

Для зубьев без уширения режущего венца коэффициент длины лезвия равен кратности проглаживания и задается конструктивно.

При $m = 1$ вся режущая кромка участвует в резании, осуществляется трение задней грани о дно пропила. Практически коэффициент m должен быть больше единицы, в этом случае при бесстружечном резании задние грани в работе инструмента не участвуют.

После подстановки выражений (7) и (8) в уравнение (9) получим

$$m = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta \cdot \sin \theta} \left[\frac{V}{U} \sin \delta + \sin(\delta - \theta) \right]. \quad (10)$$

Уравнение (10) приводится к виду

$$m (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \delta) + \operatorname{ctg} \delta = \operatorname{ctg} \theta + \frac{V}{U} \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \theta}. \quad (10a)$$

По формуле (10) можно определить величину допустимой скорости подачи или рабочей скорости при заданных остальных параметрах. В общем случае уравнение (10a) работоспособности зубчатого

венца инструмента для бесстружечного деления древесины выражает сложную взаимосвязь шести неизвестных параметров. Задаваясь различными параметрами, можно найти геометрические параметры зубчатого венца из уравнений (5), (6) и (10).

Частные случаи уравнения (10 а).

1. Если $V = 0$ (инструмент делит древесину за счет скорости подачи), то

$$m (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \delta) + \operatorname{ctg} \delta = \operatorname{ctg} \Theta. \quad (11)$$

2. Если $\Theta = \frac{\pi}{2}$, то

$$m (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \delta) + \operatorname{ctg} \delta = \frac{V}{U}. \quad (12)$$

3. Если $V = 0$ и $\Theta = \frac{\pi}{2}$ (случай силового резания напроход; при этом необходимо, чтобы $\alpha \geq \frac{\pi}{2}$, иначе происходит давление задней грани зуба на древесину), то

$$m \operatorname{ctg} \alpha - (m - 1) \operatorname{ctg} \delta = 0. \quad (13)$$

4. Если $m = 1$ (все лезвие по передней грани работает в процессе деления древесины), то

$$\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} \Theta + \frac{V}{U} \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \Theta}. \quad (14)$$

5. Если $m = 1$ и $V = 0$, то

$$\alpha = \Theta. \quad (15)$$

Таким образом, работоспособность зубчатого венца инструмента при бесстружечном делении древесины можно характеризовать коэффициентом длины лезвия m . Следует различать три случая: а) при $m < 1$ происходит резание с прессованием древесины задней гранью зуба; б) при $m = 1$ имеет место резание с трением древесины дополнительно по задней грани зуба; в) при $m > 1$ осуществляется деление древесины без участия в работе задней грани зуба.

Уравнение (10 а) можно применить для всех видов бесстружечного деления древесины ножами различной формы и использовать для анализа силового и вибрационного резания древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Авторское свидетельство № 180011, кл. 38а, 11. [2]. Исследование и разработка способа пиления заготовок на ламели с уменьшением потерь в опилки приблизительно в 2 раза. Отчет НИС 731. М., МЛТИ, 1966. [3]. П. М. Мазуркин. О бесстружечном резании древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1971.

Поступила 23 февраля 1972 г.

УДК 674.029

УСКОРЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЛЕЕНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*В. А. КУЛИКОВ, М. М. ЛЕОНТЬЕВА, М. А. ЯСИНСКАЯ,
Л. Н. ГРИНЕВИЧ*

Ленинградская лесотехническая академия.

Предложена методика ускоренного определения трудоемкости изготовления клееных несущих конструкций (балок, ферм, рам, арок) с помощью формул и номограмм. При этом учитываются основные операции технологического процесса.

В ряде случаев при разработке разных видов клееных конструкций и проектировании цехов по их производству достаточно иметь представление о трудоемкости изготовления конструкций.

В основе предлагаемой нами методики ускоренного определения трудоемкости изготовления клееных конструкций лежит принцип определения трудоемкости только по основным операциям технологического процесса. По этой методике можно вычислить ориентировочную трудоемкость гнутоклееных рам и рам из прямолинейных элементов, арок, сегментных и полигональных ферм, балок постоянной высоты и двускатных и т. п.

Анализ производства клееных конструкций показал, что полная трудоемкость технологического процесса их изготовления

$$T = K \sum_{i=1}^4 T_i \text{ чел.-час,} \quad (1)$$

где $i = 1$ — механическая обработка;

$i = 2$ — склеивание;

$i = 3$ — вторичная механическая обработка;

$i = 4$ — сборка;

K — коэффициент, учитывающий трудоемкость вспомогательных операций (на основании анализа данных предприятий $K = 1,4$).

Трудоемкость изготовления конструкций зависит от их параметров — ширины, высоты и длины клееных блоков, площади сечения деталей, общей длины обрабатываемых досок и т. п.

Нами предложены формулы определения трудоемкости изготовления конструкций на отдельных этапах технологического процесса. Для ускорения расчетов построены номограммы; при этом сделаны определенные допущения: 1) средняя длина заготовок 2 м (по СН-11-57); 2) на завод-изготовитель поступают пиломатериалы требуемой ширины (прирезку по ширине не производят).

Трудоемкость операций рассчитана по единым нормам и расценкам на изготовление деревянных конструкций и деталей, по укрупненным нормативам на станочные работы по производству мебели, а также по таблицам затрат времени на клеильно-сборочные работы Института Укргипромебель. На отдельные операции приняты нормативы Ленинградского ДОЗа-2.

Рассмотрим определение трудоемкости на отдельных участках технологического процесса.

Механическая обработка. Трудоемкость механической обработки пиломатериалов перед склеиванием находят по формуле

$$T_1 = \sum_{j=1}^6 T_j \text{ чел.-час,} \quad (2)$$

где $j = 1$ — поперечный раскрой пиломатериала с вырезкой дефектных мест;

$j = 2$ — строгание пиломатериала;

$j = 3$ — зарезание шипов;

$j = 4$ — сращивание заготовок в бесконечную ленту;

$j = 5$ — строгание ленты;

$j = 6$ — расторцовка ленты на отрезки заданной длины

Определяя каждое из составляющих и производя необходимые упрощения, получим

$$T_1 = 0,01 \cdot n \cdot L (N_T + 0,5N_3 + 1), \quad (3)$$

где n — количество досок в максимальном сечении клееного блока, шт.;

L — общая длина клееных блоков, м;

$N_T = f'F$ — норма времени на торцовку 100 деталей, маш.-час;

$N_3 = f''F$ — норма времени на зарезание шипов 100 деталей с двух сторон, маш.-час;

F — сечение доски, см².

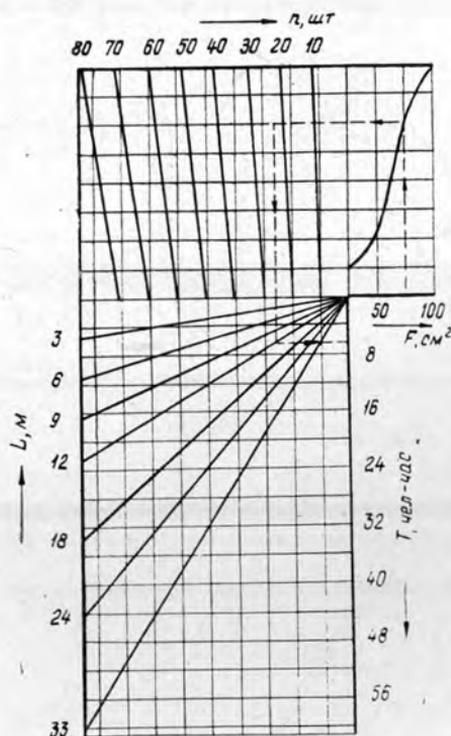


Рис. 1.

По формуле (3) построена номограмма определения трудоемкости механической обработки дощатых конструкций T_1 (рис. 1).

Склеивание. Трудоемкость склеивания дощатых конструкций определяют по формуле

$$T_2 = \sum_{j=1}^6 T_j \text{ чел.-час,} \quad (4)$$

где $j = 1$ — подача пиломатериала к клеевым вальцам;

$j = 2$ — нанесение клея на пласти досок;

$j = 3$ — формирование пакета;

$j = 4$ — запрессовка склеиваемого блока;

$j = 5$ — распрессовка склеиваемого блока;

$j = 6$ — выгрузка склеенного блока.

Вычисляя составляющие и упрощая, получим

$$T_2 = L [n(1,5F + 0,011) + 0,0139] + 0,0083. \quad (5)$$

По формуле (5) построена номограмма определения трудоемкости склеивания дощатых конструкций T_2 (рис. 2).

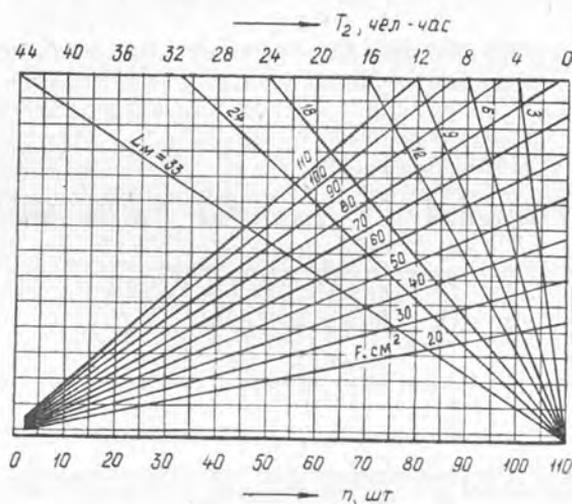


Рис. 2.

Вторичная механическая обработка. Трудоемкость операций вторичной механической обработки вычисляют по формуле

$$T_3 = \sum_{j=1}^4 T_j \text{ чел.-час,} \quad (6)$$

где $j = 1$ — опиловка торцов склеенного блока;

$j = 2$ — строгание боковых поверхностей блока и переворачивание блока;

$j = 3$ — сверление отверстий.

Определяя каждое из составляющих и упрощая, получим

$$T_3 = 2N_{т.бл} n_1 + 0,0245n_2 + H \cdot L (0,188 + 0,302B), \quad (7)$$

где $N_{т. бл} = f(H_{max})$ — норма времени на торцевание блока с одной стороны, маш.-час;

H_{max} — максимальная высота клееного блока, мм;
 n_1 — количество клееных блоков в конструкции, шт.;
 n_2 — количество отверстий в конструкции;
 H — высота клееного блока, мм;
 B — ширина клееного блока, м.

По формуле (7) построена номограмма определения трудоемкости вторичной механической обработки дощатых конструкций T_3 (рис. 3).

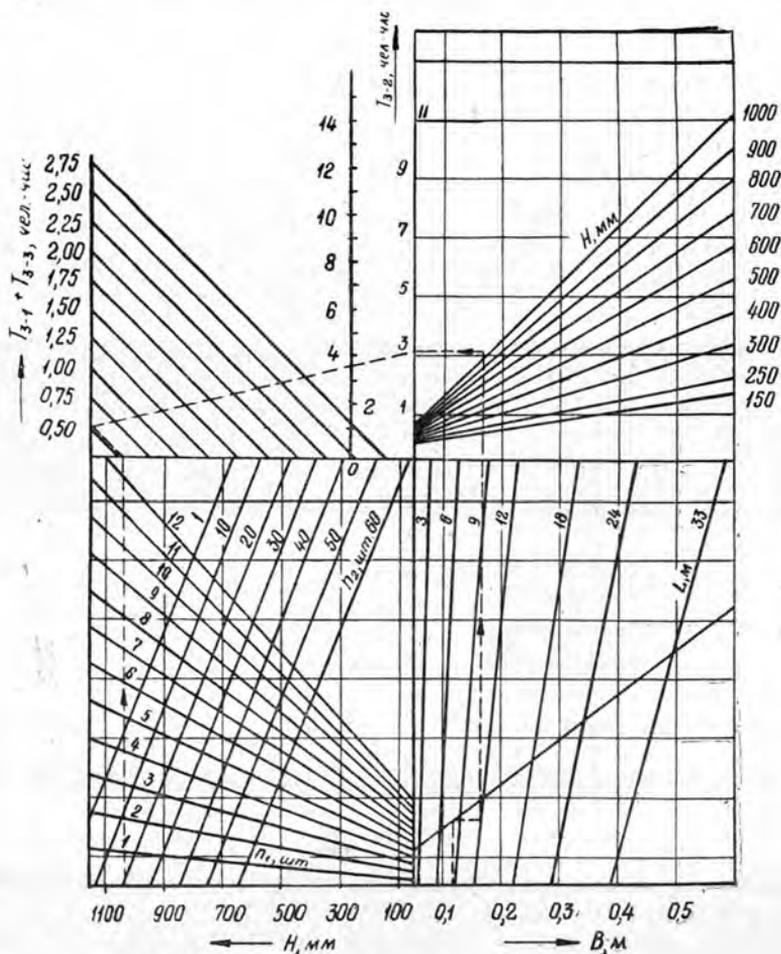


Рис. 3.

Сборка конструкций. Трудоемкость сборки конструкций определяют по формуле

$$T_4 = \sum_{j=1}^3 T_j \text{ чел.-час,} \quad (8)$$

где $j = 1$ — постановка болтов;
 $j = 2$ — сварные операции при сборке;
 $j = 3$ — подача элементов конструкций к месту сборки.

Вычисляя каждое из составляющих, получим

$$T_4 = 0,084n_3 + 0,37L_{ш} + 0,302V, \quad (9)$$

где n_3 — количество болтов;

$L_{ш}$ — длина сварных швов, выполняемых при сборке, м;

V — объем древесины в конструкции, м³.

По формуле (9) построена номограмма определения трудоемкости сборки дощатых конструкций T_4 (рис. 4).

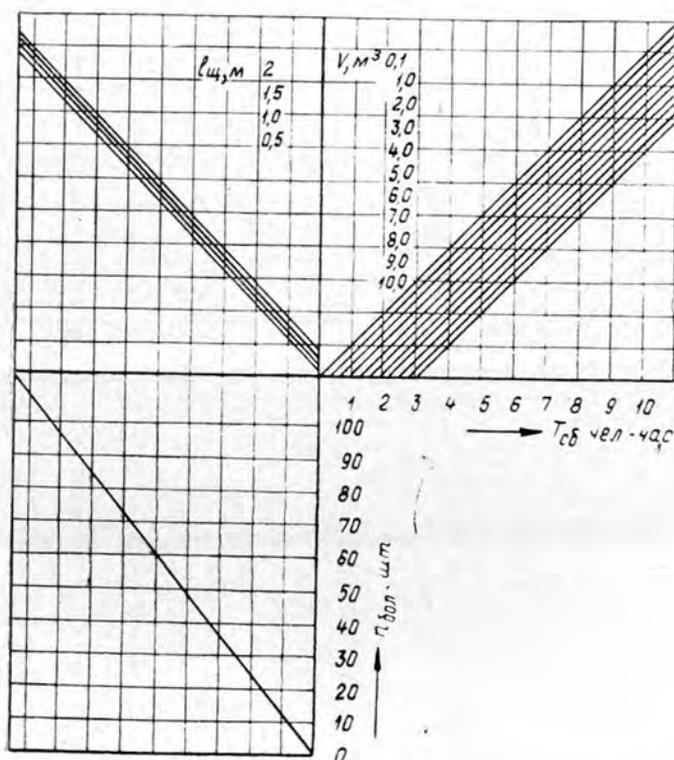


Рис. 4.

Определим трудоемкость клееных конструкций по предлагаемой методике на примере балки БКД-12-1800 (альбом Гипролесспрома).

По чертежу найдем необходимые для расчета данные: $n = 23$ шт., $L = 12$ м, $F = 76,5$ см², $H = 1035$ мм, $B = 0,17$ м. По номограммам (рис. 1, 2, 3) и по формуле (1) определим

$$T = (6,4 + 3,4 + 3,6) \cdot 1,4 = 18,8 \text{ чел.-час.}$$

Предлагаемая методика может найти применение при укрупненных подсчетах трудоемкости изготовления клееных конструкций.

Поступила 30 октября 1972 г.

УДК 674.093

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ АГРЕГАТНЫХ И ПОТОЧНЫХ МЕТОДАХ ОБРАБОТКИ

Л. З. ЛУРЬЕ

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты теоретического и экспериментального исследования расхода древесины пиловочных бревен при выработке пиломатериалов и щепы агрегатными и поточными методами. Определен теоретический выход пиломатериалов и попутной продукции, а также стоимость продукции, получаемой из 1 м³ пиловочных бревен.

В 1972 г. сотрудники кафедры лесопильно-строгальных производств АЛТИ проводили теоретические и экспериментальные исследования расхода древесины пиловочных бревен при выработке пиломатериалов и технологической щепы агрегатными методами.

Теоретический выход пиломатериалов и попутной продукции определяли в соответствии с основными положениями формализации расчетов использования древесины в лесопилении*. Контрольные исследования проводили на экспериментальном заводе ЦНИИМОДа, где имеется линия агрегатной переработки бревен ЛАПБ-1, и на АЛДК им. В. И. Ленина.

В качестве эталона приняли расход древесины при выработке пиломатериалов и щепы поточными методами на лесопильных рамах, оснащенных пилами толщиной 2,0—2,2 мм (расчетная ширина пропила 3,5 мм).

На рис. 1 показан средний расчетный выход пиломатериалов при переработке бревен на длинномерные (соответствующие длине бревна) экспортные доски и технологическую щепу. При переработке бревен на длинномерные пиломатериалы внутрисоюзного потребления выход пиломатериалов выше примерно на 2,0%, а при использовании сбеговой зоны для выработки короткомерных досок — на 4—5%, но характер кривых одинаков и соответственно одинакова разница в выходе при поточных и агрегатных методах обработки.

На рис. 2 приведен средний расчетный выход всей продукции (досок и щепы) при выработке экспортных пиломатериалов.

Выход пиломатериалов при агрегатной обработке в среднем на 2,2% ниже, чем при поточной (ширина пропила в 1,4 раза больше, несколько выше потери от одностороннего рассеивания). Общий выход продукции (пиломатериалов и щепы) при агрегатных методах на 8—5% выше, чем при поточных. Чем тоньше перерабатываемое бревно, тем больше разница в выходе продукции, полученной разными методами.

Исследования показали, что сравнительная оценка поточных и агрегатных методов только по выходу пиломатериалов или по выходу всей продукции не дает достоверных результатов. Результаты получаются несопоставимые.

* Л. З. Лурье. О формализации основных положений расчетов использования древесины в лесопилении. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1973.

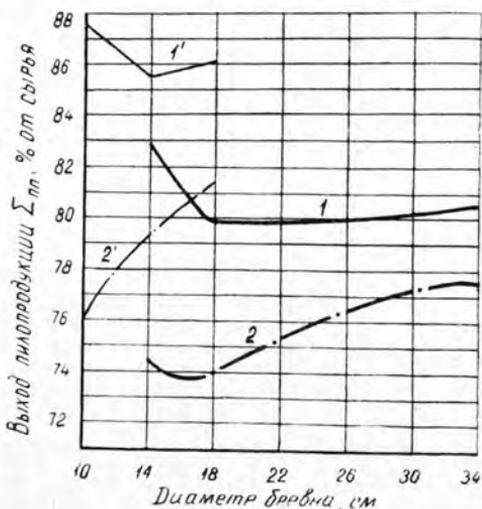
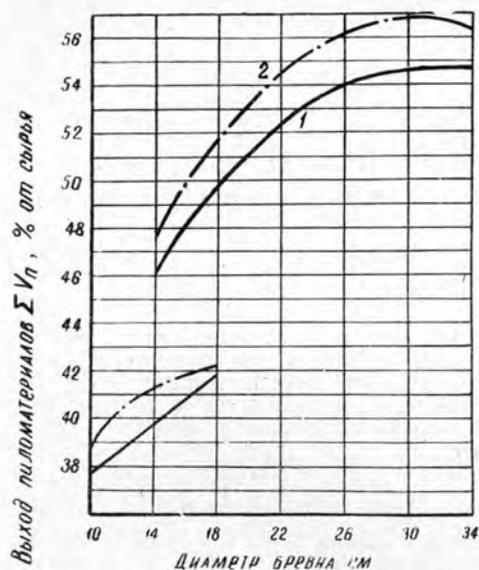


Рис. 1.

1 — агрегатный метод с применением дисковых пил толщиной 3,0 мм; 2 — поточный метод с применением рамных пил толщиной 2,0 мм.

Рис. 2. Обозначения см. под рис. 1.

(1' и 2' — распиловка бревен $d < 18$ см на 4—2 доски).

В качестве критерия мы приняли цену товарной продукции, вырабатываемой из 1 м³ пиловочного сырья. При этом исходили из следующих цен, утвержденных Госпланом СССР в 1967 г.*: экспортные пиломатериалы 52,0 руб./м³; доски внутрисоюзного потребления обрезные 32,60 руб./м³; щепя технологическая 15,0 руб./м³; опилки и отходы щепы 2,0 руб./м³.

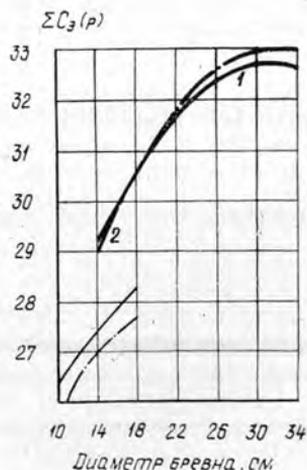
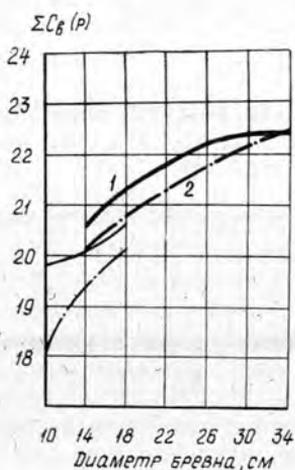


Рис. 3. Обозначения см. под рис. 1.

* Е. Е. Бурсин, Ценообразование в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности СССР. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1971.

На рис. 3 показана стоимость экспортных досок и щепы ΣC_9 , а также досок внутрисоюзного потребления и щепы ΣC_B по преysкурранту из 1 м³ пиловочных бревен. Принимая во внимание основные положения формализации расчетов использования древесины в лесопилении, мы составили соответствующие формулы и получили следующие зависимости (рис. 3):

1. $\Sigma C_9 = -0,0113x^2 + 0,1769x + 32,06$;
2. $\Sigma C_9 = -0,0128x^2 + 0,2025x + 32,26$;
1. $\Sigma C_B = -0,0054x^2 + 0,0938x + 22,08$;
2. $\Sigma C_B = -0,0017x^2 + 0,0176x + 21,52$.

При переработке бревен $d \geq 30$ см стоимость товарной продукции, получаемой из 1 м³ пиловочных бревен, можно считать постоянной. В диапазоне диаметров 30—18 см стоимость пилопродукции плавно снижается, а при $d < 18$ см резко падает.

При переработке бревен $d \geq 18$ см на экспортные пиломатериалы стоимость товарной пилопродукции, получаемой из 1 м³ бревен, при поточных методах на 10—20 коп. больше, чем при агрегатных. Для бревен $d < 18$ см стоимость несколько меньше. При переработке бревен диаметром до 34 см на пиломатериалы внутрисоюзного потребления во всех случаях агрегатными методами можно получить товарной продукции больше, чем поточными (при $d \geq 22$ см — примерно на 10—25 коп./м³, а при $d < 22$ см — примерно на 70—110 коп./м³).

В рассматриваемом случае общепринятый метод оценки использования сырья по стоимости получаемой товарной продукции неприемлем, так как он основан на недопустимых предположениях.

Сравниваемые методы переработки бревен влияют только на состав и последовательность операций формирования сечения пиломатериалов. Выработываемые на данной стадии производственного процесса полуфабрикаты пиломатериалов являются еще «обезличенными». Чтобы получить из них экспортные пиломатериалы, полуфабрикаты нужно рассортировать по сечениям, уложить в пакеты, высушить, оторцевать с двух сторон, рассортировать по качеству и длине, снова уложить в пакеты и т. д. Для получения пиломатериалов внутрисоюзного потребления полуфабрикаты достаточно рассортировать и оторцевать с одного конца. В разных случаях различны требования к влажности, качеству древесины, степени обработки и т. д. Одни и те же полуфабрикаты можно переработать или на экспортные, или на обычные товарные пиломатериалы.

Стоимость полуфабрикатов, полученных при формировании сечения, в обоих рассматриваемых случаях одинакова, а стоимость товарных пиломатериалов зависит от количества труда, затраченного на их дальнейшую обработку, от требований к качеству древесины и обработки и т. д.

На современных лесозэкспортных заводах на долю подготовки бревен к распиловке и на долю формирования сечения пиломатериалов приходится примерно 30% всех расходов по обработке и 70% — на дообработку полуфабрикатов пиломатериалов, полученных бревнопильными машинами. На заводах, вырабатывающих «пилообычные» полуфабрикаты, на их дообработку приходится не более 30—35% затрат, так как сушку здесь не производят (или производят за отдельную плату).

Поскольку полуфабрикаты пиломатериалов по потребительской стоимости наиболее близки пилообычным, то стоимость их приняла

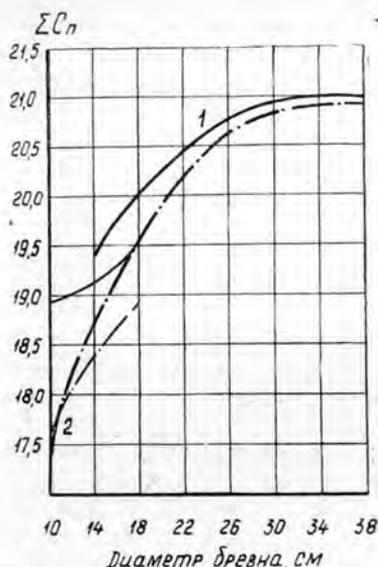


Рис. 4. Обозначения см. под рис. 1. первоначального объема и также идут за счет потребителя, то есть 1 м³ полуфабрикатов досок, полученных в лесопильном цехе (в переводе на сухие стандартные) стоит примерно 29 руб. Производство щепы начинается и заканчивается в лесопильном цехе одновременно с формированием сечения пиломатериалов. Стоимость последующих операций (сортировка, погрузка) незначительна и может не учитываться при ориентировочных расчетах.

На рис. 4 показана стоимость продукции (полуфабрикатов пиломатериалов — по 30 руб./м³ и щепы — по 15 руб./м³) из 1 м³ пиловочных бревен, переработанных поточными и агрегатными методами. Стоимость продукции определяли по формулам:

$$1. \Sigma C_{п} = -0,0044x^2 + 0,0819x + 20,63;$$

$$2. \Sigma C_{п} = -0,0061x^2 + 0,1088x + 20,43.$$

Во всех случаях стоимость продукции, полученной агрегатными методами, больше, чем полученной поточными, несмотря на то, что применяемые при агрегатной обработке пилы формируют пропил в 1,4 раза шире, чем при поточной обработке.

Разница в стоимости продукции из 1 м³ бревен составляет 10—25 коп. при $d \geq 22$ см и 30—60 коп. при $d < 22$ см.

Проведенные исследования позволяют достоверно утверждать, что при агрегатной обработке бревен диаметром до 34—38 см с применением пил толщиной до 3,0 мм древесина используется лучше, чем при поточной обработке с использованием пил толщиной 2,0—2,2 мм. Наибольшие преимущества агрегатный метод имеет при переработке бревен диаметром менее 22 см.

* Цены указаны до девальвации доллара в 1972—1973 гг.

УДК 674.047

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА УСУШКИ ПО ШИРИНЕ ДОСКИ

В. Н. ГЛУХИХ

Сибирский технологический институт

Выведена формула для определения средней величины коэффициента усушки по ширине доски, исходя из начального предположения, что коэффициент усушки от радиального к тангенциальному направлению изменяется по закону синуса.

Полученная нами ранее [2] формула для вычисления коэффициента усушки в сечении доски не поддается интегрированию методами, изложенными в математическом анализе, поэтому аналитическое определение средней величины коэффициента по ширине пласти с применением этой формулы затруднено и ее можно использовать лишь при графо-аналитическом решении.

Для получения более простого решения рассмотрим следующий случай. Примем, что усушка есть результат действия сжимающих напряжений, возникающих в древесине при сушке [1], и между усушкой и напряжениями существует прямо пропорциональная зависимость. Выделим элемент сечения доски (рис. 1), тогда коэффициенты усушки α_r и α_t совпадут по направлению с напряжениями.

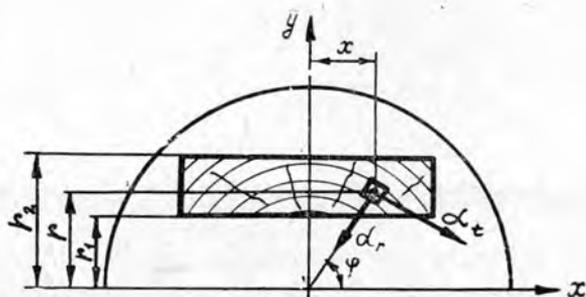


Рис. 1. Схема для определения закона изменения α_B по ширине доски.

На основании теории сопротивления материалов коэффициенты радиальной и тангенциальной усушки в направлении ширины доски определяют по формулам

$$\alpha_{B(t)} = \alpha_t \sin^2 \varphi;$$

$$\alpha_{B(r)} = \alpha_r \cos^2 \varphi.$$

Применяя принцип сложения напряжений, получим

$$\alpha_B = \alpha_t \sin^2 \varphi + \alpha_r \cos^2 \varphi. \quad (1)$$

Но для практических расчетов эта формула неудобна. Заменяем угловую характеристику через обратную тригонометрическую функцию

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y_B}{x_B} = \operatorname{arctg} \frac{r}{x}. \quad (2)$$

Подставляя в уравнение (1) значение φ из выражения (2) и сделав необходимые преобразования, найдем

$$\alpha_B = \alpha_t \frac{r^2}{x^2 + r^2} + \alpha_r \frac{x^2}{x^2 + r^2}. \quad (3)$$

По формуле (3) можно рассчитывать изменение коэффициента усушки по ширине пласти доски.

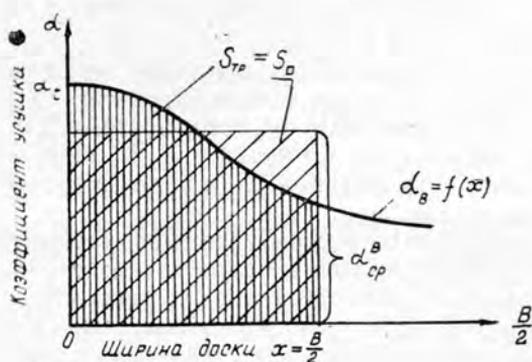


Рис. 2. Схема для определения α_{cp} .

Среднюю величину коэффициента усушки определим из отношения площади криволинейной трапеции (рис. 2) к ее основанию

$$\alpha_{cp} = \frac{S_{тр}}{\frac{B}{2}} = \frac{\int_0^{\frac{B}{2}} \alpha_B(x) dx}{\frac{B}{2}}. \quad (4)$$

Интегрируя функцию (3) в пределах от $x = 0$ до $x = \frac{B}{2}$ и подставив результат в уравнение (4), в конечном виде получим формулу для расчета средней величины коэффициента усушки по ширине пласти доски

$$\alpha_{cp} = \alpha_r + \frac{2}{B} (\alpha_t - \alpha_r) \cdot r \operatorname{arctg} \frac{B}{2r}, \quad (5)$$

где α_r и α_t — коэффициенты радиальной и тангенциальной усушки;

B — ширина доски;

r — расстояние от центра бревна до пласти.

Из уравнения (5) видно, что средняя величина коэффициента усушки по ширине доски — функция размеров доски и положения ее в сечении бревна.

С помощью формулы (5) легко можно сделать расчет разности коэффициентов усушки пластей одной доски, что необходимо при ана-

литическом определении величины силы коробления и внутренних напряжений в древесине при камерной сушке.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Куликов. Усушка древесины в зависимости от направления относительно главных осей. Труды ЛТА, № 51, 1938. [2]. П. В. Соколов, В. Н. Глухих. Влияние некоторых факторов на силу коробления древесины. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 3, 1971.

Поступила 13 ноября 1972 г.

УДК 674.047

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ДРЕВСИНЫ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДИАГРАММЫ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЛАГОПРОВОДНОСТИ

Э. Б. ЩЕДРИНА

Московский лесотехнический институт

Подробно освещены методические вопросы исследования влагопроводности древесины при отрицательной температуре. На основе исследования сосны, ели, березы и ели рекомендуются удобные для практического применения обобщенные диаграммы коэффициентов влагопроводности древесины, а также дан сравнительный расчет продолжительности просушки штабеля пиломатериалов в условиях зимнего хранения.

В последнее время повысился интерес к низкотемпературной и атмосферной сушкам древесины, проводимым с целью сохранения не только ее прочности, но и цвета. Наблюдения за ходом естественной сушки на складах лесозаводов Сибири показали значительное снижение влажности древесины в зимнее время, то есть при отрицательной температуре [8]. Но продолжительность атмосферной сушки в этих условиях можно рассчитать лишь ориентировочно ввиду отсутствия характеристик переноса влаги при отрицательной температуре.

Протекание низкотемпературного процесса сушки определяется, в основном, продвижением влаги изнутри материала на поверхность — влагопроводностью древесины. Интенсивность изотермического переноса, создаваемого всеми влагопроводящими путями, оценивают коэффициентом влагопроводности, имеющим размерность $см^2/сек$ или $м^2/час$ аналогично коэффициенту температуропроводности в процессе переноса тепла.

Коэффициент влагопроводности — важнейший показатель физических свойств древесины, входящий в расчетные формулы для определения продолжительности процесса. Имеющиеся диаграммы коэффициентов влагопроводности ограничены диапазоном температуры выше нуля, чем затрудняется анализ процессов атмосферной сушки и хранения древесины в зимнее время.

Ранее нами проведены исследования по влагопроводности при отрицательной температуре [11]. В данной статье подробнее освещены

* Работа проведена на кафедре гидротермической обработки древесины МЛТИ под руководством проф., докт. техн. наук П. С. Серговского и канд. техн. наук, доц. Г. С. Шубина.

методические вопросы исследования и рекомендуются удобные для практического использования диаграммы коэффициентов влагопроводности.

При отрицательной температуре влагопроводность зависит от того, какая доля влаги в древесине замерзает [9]. По современным представлениям [7], из-за различных форм связи влаги с древесиной наблюдается спектр температуры замерзания от 0 до -80°C . Чем меньше диаметр капилляров и ниже влажность древесины, тем меньше вероятность замерзания влаги. Коэффициентом влагопроводности при отрицательной температуре учитывается, в основном, перенос жидкой связанной и сублимированной влаги.

Известно, что уравнение влагопроводности имеет вид

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a' \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где U — безразмерная локальная влажность древесины (влагосодержание);

a' — коэффициент влагопроводности;

x — координата в определяющем направлении;

τ — время.

Уравнением (1) определяется характер изменения влагосодержания во времени в любой точке тела. Это равенство справедливо при влажности ниже предела гигроскопичности [4] и может служить основой для определения коэффициента влагопроводности. При этом необходимо изыскать такой метод, который позволил бы получить достаточно обширный материал за сравнительно короткое время.

Подвод влаги к поверхности древесины при отрицательной температуре затруднен из-за замерзания древесины в свободном состоянии. Поэтому применявшиеся ранее методы стационарного и нестационарного тока влаги [4] при использовании газообразной среды в данном случае неприемлемы. В опыте надо было создать такой нестационарный влагообмен древесины со средой, который бы характеризовался стабильными граничными условиями

$$U_{\text{пов}} = U_p = \text{const}, \quad (2)$$

то есть при изотермических условиях влагообмен лимитировался бы только влагопроводностью. Такой влагообмен имеет место при увлажнении древесины в результате контакта со льдом, образовавшимся на поверхности замороженного гигроскопического материала, способного отдавать влагу. В качестве такого материала была использована фильтровальная бумага.

При контактном увлажнении средняя влажность образца, имеющего форму неограниченной пластины, в произвольный момент времени теоретически выражается бесконечным рядом [3]

$$\bar{E} = \frac{U_p - U_k}{U_p - U_n} = \sum_{n=1}^{n=\infty} \beta_n e^{-\mu_n^2 Fo'}, \quad (3)$$

где β_n и μ_n — характеристические числа [3];

U_p — равновесное влагосодержание древесины при данных условиях среды;

U_n и U_k — начальное и конечное влагосодержание древесины;

Fo' — критерий Фурье для процесса переноса массы;

$$Fo' = \frac{a'\tau}{R^2}, \quad (4)$$

здесь R — характерный размер, равный половине толщины пластины;
 τ — продолжительность увлажнения.

Ряд (3) быстро сходится, поэтому можно ограничиться двумя его первыми членами. Решение уравнения (3) в этом случае примет вид:

$$\text{при } Fo' < 0,2 \quad \bar{E} = 1 - 2\sqrt{\frac{Fo'}{\pi^2}} \text{ — неустановившийся процесс;} \quad (5)$$

$$\text{при } Fo' > 0,2 \quad \bar{E} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} Fo'\right) \text{ — регулярный процесс.} \quad (6)$$

При контактном увлажнении в замороженном гигроскопическом чехле равновесное влагосодержание древесины соответствует пределу гигроскопичности $W_{п.г.}$. Если влагосодержание U заменить влажностью $W(\%)$, то выражение для безразмерного влагосодержания имеет вид

$$\bar{E} = \frac{W_{п.г.} - W_k}{W_{п.г.} - W_n}. \quad (7)$$

Из уравнений (5) и (6), пользуясь выражениями (4) и (7), можно однозначно определить коэффициенты влагопроводности:

$$a' = \frac{\pi S^2}{16\tau} \left(\frac{W_k - W_n}{W_{п.г.} - W_n} \right) \text{ — период неустановившегося процесса;} \quad (8)$$

$$a' = \frac{16S^2}{\pi^2\tau} \ln 0,81 \frac{W_{п.г.} - W_n}{W_{п.г.} - W_k} \text{ — период установившейся скорости увлажнения.} \quad (9)$$

В выражениях (8) и (9) S — толщина пластины.

Зная начальную и конечную влажность образца, его размер и продолжительность увлажнения, можно определить коэффициент влагопроводности для средней по сечению влажности.

Опыты проводили в морозильной установке при температуре от -2 до -30°C с интервалом $4-5^\circ$ на образцах четырех пород: сосны, ели, березы и осины. По местоположению в стволе исследовали заболонь и ядро сосны, заболонь и спелую древесину ели. Образцы каждой породы изготавливали из одного свежесрубленного бревна отдельно радиальной и тангенциальной распиловки. Чтобы процесс увлажнения древесины проходил аналогично увлажнению неограниченной пластины, в опыте использовали образцы с тщательно влагоизолированными кромками в форме плоских тонких пластин. Для лучшего контакта древесины со слоем льда, образовавшегося на поверхности сырой бумаги, пласти образцов делали строгаными.

Размеры образцов определяли возможностью их размещения в эксикаторах: длина образцов 70 мм, ширина 50 мм. Толщину образцов выбирали, учитывая продолжительность их увлажнения. Чем толще образец, тем в большей степени процесс лимитируется влагопроводностью.

При отработке методики брали образцы толщиной 5 и 10 мм. Коэффициенты влагопроводности по результатам опытов подсчитывали по формуле (8). Независимо от толщины образцов коэффициенты влагопроводности получили практически одинаковые. Это явилось подтверждением ранее высказанного предположения, что при контактном увлажнении поверхности древесины в гигроскопическом пакете в замороженном состоянии внешний влагообмен достаточно интенсивен ($a' \rightarrow \infty$), и процесс определяется только внутренним влагопе-

реносом, то есть соблюдая граничное условие 1-го рода (2). Это дает нам право, пользуясь формулой (8), однозначно определять коэффициент влагопроводности. При проведении опытов толщина образцов равнялась 5 мм. Образцы толщиной $S = 10$ мм использовали для контроля получаемых результатов.

Все образцы при комнатной температуре доводили в эксикаторах до равномерно распределенной начальной влажности W_n ниже влажности предела гигроскопичности. В опытах для определения коэффициентов влагопроводности использовали одни и те же образцы при разных температурах. Первая серия экспериментов, проведенная на предварительно высушенных до абс. сухого состояния образцах, показала заниженные результаты по влагопроводности по сравнению с образцами свежесрубленной древесины. Поэтому массу образцов в сухом состоянии и их условную плотность определяли после окончания всей серии экспериментов для всех образцов в диапазоне температуры от -2 до -30°C .

Перед началом каждого опыта образцы древесины и пачки сырой фильтровальной бумаги замораживали до температуры опыта в морозильной установке. Охлажденные до нужной температуры образцы быстро взвешивали на аналитических весах и определяли их начальную массу $m_{н+из}$. Взвешенные образцы вновь помещали в морозильную установку на 10 мин для выравнивания температуры, после чего их быстро закладывали между замороженными пачками фильтровальной бумаги и снова помещали в морозильный шкаф. Точно фиксировали время увлажнения при изотермических условиях до конечной влажности, которая меньше влажности предела гигроскопичности. По окончании увлажнения образцы быстро взвешивали и определяли конечную массу образца $m_{к+из}$.

Влажность древесины до начала опыта и в конце увлажнения определяли по формулам

$$W_n = \frac{m_{н+из} - m_{сух+из}}{m_{сух+из} - m_{из}} \cdot 100\%; \quad (10)$$

$$W_k = \frac{m_{к+из} - m_{сух+из}}{m_{сух+из} - m_{из}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где $m_{н+из}$ и $m_{сух+из}$ — масса образца с изоляцией соответственно перед увлажнением и в абс. сухом состоянии.

Толщину образцов контролировали микрометром до и после взвешивания.

Для вычисления коэффициентов влагопроводности необходимо знать характер применения предела гигроскопичности древесины при значениях температуры ниже нуля. В области положительных температур эта закономерность известна: с повышением температуры от 20 до 100°C предел гигроскопичности древесины уменьшается от 30 до 20% . Часть связанной влаги переходит в свободное состояние, так как с повышением температуры возрастает энергия молекул воды, и адсорбционные силы не в состоянии удержать воду в слоях, достаточно удаленных от стенок фибрилл. При положительной температуре, близкой к нулю, предел гигроскопичности $32-34\%$.

Характер изменения предела гигроскопичности при отрицательной температуре неизвестен. В связи с этим нами были проведены специальные опыты на очень тонких образцах, выпиленных из тех же заготовок, что и образцы, используемые в основных опытах. Образцы размером $70 \times 70 \times 1$ мм (меньший размер вдоль волокон), охлажден-

ные до заданной температуры, увлажняли длительное время в морозильном шкафу в изотермических условиях до устойчивой влажности. Значения предела гигроскопичности древесины при отрицательной температуре, полученные по методу контактного увлажнения и равные влажности точки насыщения волокна, приведены на рис. 1; при этом имеется некоторое колебание значений для древесины различных пород при одинаковой температуре. С уменьшением температуры предел гигроскопичности снижается, что можно объяснить уменьшением объема влагопроводящих путей при замораживании древесины.

Всего было проделано около 400 опытов. В одной закладке одновременно проводили опыты на образцах различных пород, толщин, направления тока влаги и местоположения в стволе, что создавало хорошую сравнимость результатов.

Проведенное исследование выявило определенные закономерности, во многом подтверждающие ранее полученные при положительной температуре [1], [5] и отрицательной [11].

На рис. 2 в логарифмических координатах (по оси абсцисс — логарифм абсолютной температуры T) по результатам экспериментов представлены коэффициенты влагопроводности при отрицательной температуре для древесины различных пород с условной плотностью, имевшей место в опытах. Для практических расчетов при известной условной плотности полученный экспериментальный материал позволил построить диаграмму коэффициентов влагопроводности для средних значений в направлении поперек волокон древесины. В одной из наших работ [11] приведена такая диаграмма; при ее построении использовали эмпирические зависимости $a_1 = f(\rho_{усл}, T)$.

В практике гидротермической обработки древесины приходится, в основном, иметь дело с древесиной, которую нельзя заранее подобрать с определенной условной плотностью. В этом случае рекомендуют применять диаграмму средних расчетных значений коэффициентов влагопроводности поперек волокон для различных пород с условной плотностью, характерной для каждой из пород [6].

Средние расчетные значения коэффициентов влагопроводности разных пород древесины в направлении поперек волокон для заболони и древесины заболонных пород приведены на рис. 3, а для ядра (а) и спелой древесины (б) — на рис. 4.

В левой части рисунков представлены показатели, полученные при отрицательной температуре, а в правой части для сравнения — при положительной температуре по данным П. С. Сергеевского и Р. П. Алпаткиной [1], пересчитанные на принятую условную плотность.

Чтобы убедиться в надежности полученных данных по влагопроводности при отрицательной температуре, мы сделали расчет продолжительности просыхания штабеля сосновых досок для условий Архангельска в зимние месяцы. Расчет базировался на уравнении продолжительности высыхания единичных образцов древесины [5].

$$\tau = \frac{2,71 \cdot S_{\text{пр}}^2}{a' \cdot 10^6} \lg \frac{W_n - W_y}{W_k - W_y} \text{ суток,} \quad (12)$$

$$\text{где } S_{\text{пр}} = \frac{S_1 \cdot S_2}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}; \quad W_y = W_p + \frac{1}{2} \Delta W; \quad E = \frac{W_n - W_y}{W_k - W_y},$$

отсюда

$$W_k = \frac{W_n + W_y(E - 1)}{E} \%.$$

Величину E определяли из равенства

$$\lg E = \frac{a' \cdot \tau \cdot 10^6}{2,71 \cdot S_{\text{пр}}^2}.$$

По рис. 3 и 4 для сосны с $\rho_{\text{усл}} = 400 \text{ кг/м}^3$ находили коэффициент влагопроводности как средневзвешенный с содержанием заболони 20%. Равновесную влажность при отрицательной температуре определяли по диаграмме Н. Н. Чулицкого [10]. Расчет проводили по этапам сушки для досок размером $25 \times 140 \text{ мм}$; результаты сравнивали с действительными сроками просыхания соснового пиломатериала $1 \times 5,5''$ в условиях Архангельского порта в 1936 г. по данным Ф. И. Коперина [2].

Исходные климатические данные и данные по этапам расчета сведены в табл. 1. Средняя температура и относительная влажность для каждого этапа взяты по среднесуточным данным гидрометеорологической службы.

Таблица 1

Месяцы, дни	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$a' \cdot 10^6$	$W_p, \%$	$W_y, \%$	$\lg E$	E	$W_k, \%$
Исходные данные								
Январь								
1	-8,6	97	—	—	—	—	—	—
10	-10,9	96,8	—	—	—	—	—	—
20	-16,2	93,8	—	—	—	—	—	—
Февраль								
1	-16,3	88	—	—	—	—	—	—
10	-23	86	—	—	—	—	—	—
20	-12,9	81,1	—	—	—	—	—	—
Март								
1	-15,4	87,7	—	—	—	—	—	—
10	-4,6	86,7	—	—	—	—	—	—
20	-6,2	80,6	—	—	—	—	—	—
Апрель								
1	-8,9	80,5	—	—	—	—	—	—
5	-2,7	65,4	—	—	—	—	—	—
10	-2,8	65	—	—	—	—	—	—
15	-0,8	74,4	—	—	—	—	—	—
20	+2,4	80,2	—	—	—	—	—	—

Данные по этапам расчета

Январь								
1—15	-10	97	0,078	28	29,25	0,0713	1,178	46,8
16—31	-16	93	0,041	24,5	25,75	0,04	1,097	45
Февраль								
1—15	-20	87	0,0278	21	22,25	0,0254	1,06	43,7
16—28	-15	81	0,046	18,25	19,5	0,04	1,097	41,6
Март								
1—15	-10	87	0,078	20,75	22,0	0,0713	1,178	38,7
16—31	-7	82	0,11	19,5	20,75	0,1073	1,28	35,6
Апрель								
1—10	-4	75	0,173	16,75	18,0	0,1055	1,27	31,8
11—20	-0	70	0,276	13,75	15,0	0,1685	1,47	26,4

При атмосферной сушке пиломатериалов в штабеле условия просыхания досок в различных его частях значительно отличаются друг от друга и зависят от зоны расположения (верхняя или нижняя часть штабеля), ширины шпаций и продуваемости ветром. Внутри штабеля создается свой микроклимат, отличающийся от метеорологических условий окружающего воздуха. Поэтому, как известно, отдельно сохнувшая доска просыхает быстрее, чем доска в штабеле. Точная величина коэффициента замедления сушки в штабеле при отрицательной температуре неизвестна. Поэтому приведенное сравнение расчетной продолжительности сушки единичной сосновой доски и действительной продолжительности сушки в штабеле достаточно удовлетворительно (рис. 5).

Подставив числовые значения в формулу (12), получим

$$\tau = \frac{2,71 \cdot 2,5^2}{0,078} \lg \frac{28 - 16}{24 - 16} = 38,2 \text{ суток,}$$

откуда

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = \frac{4}{38,2} = 0,105 \% / \text{сутки.}$$

Другой пример расчета, по данным М. И. Хромцова [8] (рис. 2), сделан для условий просыхания сосновых досок толщиной 25 мм в штабеле на складе лесозавода г. Красноярска при температуре -10°C . При этом сравнивали скорость убывания влаги с фактической скоростью уменьшения влажности досок в штабеле в диапазоне ее изменения от $W_n = 28\%$ до $W_k = 24\%$ ($\Delta W = 4\%$). При температуре -10°C за декаду влажность изменилась на 1,2%, то есть

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = \frac{1,2}{10} = 0,12 \% / \text{сутки.}$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. П. Алпаткина. Исследование влагопроводности древесины главнейших отечественных пород. Диссертация. 1971. [2]. Ф. И. Коперин. Воздушная сушка и хранение хвойных пиломатериалов. Архангельск, 1938. [3]. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. ГИТТЛ, 1952. [4]. П. С. Серговский. Расчет процессов высыхания и увлажнения древесины. Гослесбумиздат, 1952. [5]. П. С. Серговский. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [6]. Б. Н. Уголев. Древесиноведение. Изд-во «Лесная промышленность» М., 1971. [7]. М. И. Хромцов. Замерзание влаги в древесине. Научные труды Львовского лесотехнического института, т. I, 1954. [8]. М. И. Хромцов. Естественная сушка пиломатериалов при отрицательной температуре. Сб. «Сушка древесины». Всесоюзное совещание по интенсификации процессов сушки, Лесотехническая секция, Профиздат, 1958. [9]. Б. С. Чудинов. Теория тепловой обработки древесины, М., изд-во «Наука», 1968. [10]. Н. Н. Чулицкий. Исследование факторов и характеристик режимов сушки древесины. Гослестехиздат, 1934. [11]. Г. С. Шубин, Э. Б. Шедрина. Влагопроводность древесины при отрицательной температуре. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 10, 1971.

Поступила 17 июля 1972 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 66.047.7

ПОЛУЧЕНИЕ СУХОГО ПРЕПАРАТА ХЛОРОФИЛЛИНА НАТРИЯ

Н. К. ЧЕРНЫШЕВА, Л. А. АЛЕКСАНДРОВ, С. Д. ШТЕЙНБОК,
Ф. А. МЕДНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Доказана возможность сушки водного раствора хлорофиллина натрия на распылительной сушилке. В процессе сушки хлорофилл не претерпевает каких-либо химических изменений. Спектральные характеристики хлорофиллина до и после сушки одинаковы.

Препарат хлорофиллина натрия из хвои получается путем дефлегмационной экстракции бензином размятой на вальцах хвойной лапки с последующим омылением экстракта щелочью. Омыленные продукты разлагаются кислотой, а кислый хлорофиллин-сырец далее нейтрализуется содой в спирто-водном растворе [1].

В состав полученного препарата хлорофиллина натрия, кроме хлорофилла (25—30%), входят соли жирных и смоляных кислот. Раствор этого препарата в воде — жидкость темно-зеленого цвета, своеобразного запаха, горького вкуса; рН раствора 8—10.

Препарат хлорофиллина натрия выпускают в виде водных или спирто-водных растворов с низким содержанием сухого вещества (до 8%) и хлорофилла (1,5—2,0%); это затрудняет транспортировку и хранение продукта. Нами проведена работа по получению сухого препарата.

Учитывая физико-химические свойства препарата и технические показатели сушильных агрегатов, для сушки мы использовали распылительную сушилку фирмы «Niro Atomizer», применяемую в производствах термолабильных материалов [2], [3], [4]. При высокой степени дисперсности растворов процесс сушки протекает практически мгновенно, благодаря чему можно применять высокие температуры воздуха, не опасаясь ухудшения качества продукта.

Исходный раствор хлорофиллина натрия, взятый на сушку, и конечный продукт после сушки анализировали на содержание сухого вещества и хлорофилла. Сухое вещество определяли путем высушивания замеренного объема (навески) в тарированной чашке Петри до постоянного веса при температуре 105°C.

Содержание хлорофилла (сумму зеленых пигментов) в растворе или высушенном препарате определяли согласно техническим условиям на хлорофиллин натрия [5]. Интенсивность окраски испытуемого раствора сравнивали со стандартным раствором Гетри, для чего использовали фотоэлектрокалориметр (ФЭК-М).

О качественной сохранности хлорофилла в высушенных образцах судили путем сравнения спектральной характеристики препаратов до и после сушки. Спектры снимали на регистрирующем спектрофотометре СФ-10.

Высушенные водные растворы препарата хлорофиллина натрия содержали 2,19; 4,68; 6,38% сухого вещества. Температура воздуха

Таблица 1

№ опыта	Концентрация раствора, %	Температура воздуха на выходе из сушилки, °С	Количество исходного раствора, мл	Время работы сушилки, мин	Скорость подачи раствора, мл/мин
1	2,19	65—70	3000	55	54,5
2	2,19	75—80	4000	100	40,0
3	2,19	85—90	2900	95	30,5
4	4,69	65—70	3000	45	66,6
5	4,69	75—80	2000	45	44,4
6	4,69	85—90	1500	45	33,3
7	6,38	75—80	2000	40	50,0
8	6,38	85—90	1000	25	40,0

Таблица 2

№ опыта	Температура теплоносителя, °С		Продукт до сушки			Продукт после сушки		Выход, % от содержания в растворе	
	на входе	на выходе	хлорофилл, г/л	сухое вещество, %	хлорофилл, % от сухого вещества	сухое вещество, %	хлорофилл, % от сухого вещества	хлорофилла	сухого вещества
1	205—239	65—70	5,45	2,19	24,9	98,5	26,4	92,5	89,4
2	205—241	75—80	5,45	2,19	24,9	97,3	26,7	92,3	88,5
3	210—241	85—90	5,45	2,19	24,9	97,3	26,7	95,1	90,6
4	210—244	65—70	12,17	4,68	26,0	96,2	27,4	98,8	92,4
5	209—245	75—80	12,17	4,68	26,0	97,2	27,2	101,0	95,2
6	210—242	85—90	12,17	4,68	26,0	99,5	27,3	88,9	84,2
7	220—250	75—80	18,96	6,38	29,7	97,7	32,0	97,0	94,0
8	190—233	85—90	18,96	6,38	29,7	97,2	32,1	99,5	98,0

на входе в сушильную камеру колебалась от 200 до 242°C, а на выходе 65—70°C; 75—80°C; 85—90°C.

Как видно из табл. 1, заданную температуру воздуха на выходе из сушильной камеры поддерживали регулированием скорости подачи исходного раствора на распылительный диск. В опытах 1—6 раствор перед сушкой фильтровали для удаления осадка. Однако при сушке все же не происходило равномерной подачи раствора на распылительный диск из-за выпадения осадка и забивания им трубопровода. В опытах 7, 8 раствор предварительно нагревали до температуры 50°C, в результате чего раствор подавался на распылительный диск, а скорость сушки возрастала.

Анализируя табл. 2, видим, что потери сухого препарата хлорофиллина натрия составляют 4—10% в зависимости от исходной концентрации раствора. Чем выше концентрация его, тем больше выход сухого продукта. Потери сухого препарата зависят и от температуры на выходе из сушильной камеры (от температуры сухого продукта). Чем выше конечная температура, тем меньше потери сухого препарата хлорофиллина натрия.

Чистота хлорофилла в высушенном препарате практически одинакова с чистотой продуктов, взятых на сушку. В процессе сушки (табл. 2) чистота продукта несколько улучшается.

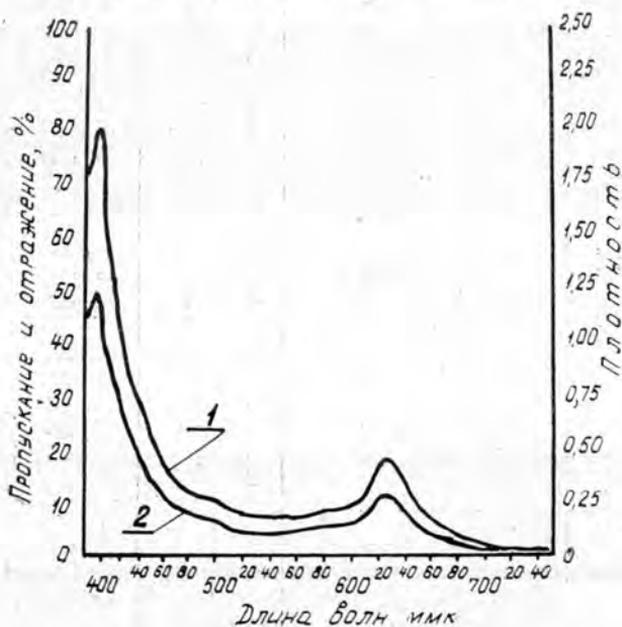


Рис. 1.

Спектральные характеристики препарата хлорофиллина натрия (рис. 1) до сушки (кривая 1) и после сушки (кривая 2) идентичны. Отношение максимумов поглощения остается постоянным; этим доказываются химическая сохранность продукта в процессе сушки распылением.

Препарат хлорофиллина натрия, полученный из растворов различных концентраций и при разных конечных температурах сушки, представляет собой порошок темно-зеленого цвета, жирный на ощупь, хорошо растворимый в воде и спирте, содержащий 25—30% хлорофилла, 60—65% солей жирных и смоляных кислот и 4—5% неомыляемых.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. В. Лыков, Б. Л. Леончик. Распылительные сушилки. Изд-во «Машиностроение», М., 1967. [2]. М. В. Лыков. Сушка в химической промышленности. Изд-во «Химия», М., 1970. [3]. И. П. Любошиц. Сушка дисперсных термочувствительных материалов. Изд-во «Наука и техника», Минск, 1969. [4]. Республиканские технические условия на хлорофиллин натрия. РТУ Латвийской ССР, 01—67. [5]. Н. К. Чернышева, А. Л. Агранат, Р. А. Баранова, Ф. А. Медников. Комплексная переработка бензинового экстракта смолистых веществ хвой. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1972.

Поступила 28 апреля 1973 г.

УДК 634.0.813

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ НА НАБУХАНИЕ И РАСТВОРЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

В. А. АМОСОВ, В. И. ШАРКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Рассмотрено влияние солей натрия на набухание и растворимость древесной сульфитной целлюлозы в щелочной среде при 20°C. Степень набухания целлюлозного картона в 11%-ном растворе NaOH в присутствии роданида, иодида и перхлората натрия повышается. В этих же условиях любые соли резко снижают растворимость целлюлозы.

Обработку целлюлозы водными растворами щелочи широко применяют в технике при мерсеризации целлюлозных текстильных материалов, щелочном облагораживании, в процессах получения эфиров целлюлозы.

Вопрос о влиянии солей на набухание целлюлозы в щелочах обсуждается давно [6], [8], но имеющиеся данные противоречивы и недостаточны. Настоящая работа посвящена изучению влияния солей натрия на набухание и растворение целлюлозы в водных растворах едкого натра в зависимости от способности солей гидратироваться в водных средах.

Набухание целлюлозного картона в водных растворах NaOH в присутствии некоторых солей

Для количественной оценки степени набухания целлюлозы нами были произведены измерения степени утолщения целлюлозного картона, широко применяемые в практике производственного контроля, на приборе, предусмотренном ГОСТом 7516—55. Определения вели при температуре $20 \pm 0,2^\circ\text{C}$, концентрации NaOH 11% (область максимума набухания) и содержании соли 2 г-экв/л.

Результаты опытов для одного и того же образца сульфитной целлюлозы (ГОСТ 5982—59) представлены в табл. 1.

Величины химических теплот гидратации (изменение энтальпии) [3], а также лиотропные числа анионов солей [7] приведены нами для характеристики лиотропного действия солей.

Как показали наши опыты, набухание целлюлозного картона в щелочном растворе усиливается не только роданидом натрия, но и другими высоколиотропными солями: иодидом, перхлоратом и, по-видимому, тетраиодмеркуроатом натрия; остальные соли в той или иной мере снижают набухание. Свойство указанных солей усиливать набухание

Таблица 1

11%-ный водный раствор NaOH + 2 г-экв соли (в 1000 мл раствора)	Степень набухания целлюлозного картона, %	Химическая теплота гидратации аниона соли — $-\Delta H_f^0$, ккал/г-ион	Лиотропное число аниона соли N , ккал/г-ион
NaSCN	720	74	13,2
NaI	665	67	12,5
NaClO ₄	620	54	11,8
NaBr	460	76	11,6
NaNO ₃	450	74	11,3
Na ₂ SO ₄	380	265	2,0
Без соли	580	—	—

целлюлозы в щелочных растворах можно поставить в связь с известным фактом растворения целлюлозы в роданистых, иодистых и других солях [2]. Природа этих явлений, по-видимому, одна и та же: способность анионов перечисленных солей оказывать лиотропное действие в водной среде, а также специфическая адсорбция этих анионов на целлюлозе [4], [5].

Наши опыты показали, что набухание целлюлозы в щелочном растворе усиливается с повышением содержания высоколиотропной соли, достигая максимума при 2 н. концентрации, а затем плавно снижается в результате превышения границы предельной гидратации веществ в растворе.

Опыты с различными целлюлозными образцами позволили сделать вывод, что, независимо от предыстории образцов, относительный эффект набухания их в щелочи в присутствии солей сохраняется.

Влияние некоторых солей на растворимость целлюлозы в растворе NaOH

Растворимость определяли по методике, применявшейся нами ранее [1]. Для опытов брали сульфитную беленую целлюлозу с СП-740. Данные по изменению растворимости целлюлозы в 11%-ном NaOH в присутствии солей приведены в табл. 2, из которой видно, что высоколиотропные соли, как и любые другие, снижают растворимость целлюлозы в щелочи. Сравнение влияния солей и установление зависимости между ними затруднено из-за малой абсолютной величины изменений растворимости целлюлозы.

Таблица 2

11%-ный раствор NaOH + 10% соли	Нормальность раствора соли	Количество растворившейся целлюлозы при 20°C, %
NaSCN	1,24	3,9
NaBr	0,97	2,5
NaClO ₄	0,82	2,2
Без соли	—	8,0

О влиянии солей на растворимость целлюлозы в среде вода — едкий натр — цинкат натрия

Как уже сообщалось [1], роданид натрия повышает растворимость древесной целлюлозы в среде вода — едкий натр — цинкат натрия (оптимального состава) до полной при 0°C. Нами исследовано влияние

Таблица 3

Раствор, содержащий 11% NaOH+7,8% Na ₂ ZnO ₂ +10,0% соли	Растворимость целлюлозы при 20°С, %	Лиотропное число N аниона соли, ккал/2-ион
NaSCN	74,0	13,2
NaI	65,0	12,5
NaClO ₄	56,0	11,8
NaBr	36,0	11,3
NaNO ₃	37,0	11,6
Na ₂ SO ₄	5,0	2,0
Без соли	17,5	—

других солей на растворимость целлюлозы в среде H₂O—NaOH—Na₂ZnO₂. Результаты приведены в табл. 3.

Растворимость целлюлозы в среде цинкат—щелочь—вода существенно повышается даже теми солями, которые снижают ее набухание в щелочи. Но природа влияния солей в том и другом случаях, по-видимому, одинакова, на что может указывать аналогичный характер изменения свойств целлюлозы (табл. 1 и 3).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. А. Амосов, В. И. Шарков. Исследование новых щелочных растворителей целлюлозы. Материалы к научно-технической конференции ЛТА, ХТФ, 1970, 69—70. [2]. А. К. Диброва, С. П. Папков. Методы перевода целлюлозы в растворенное состояние, М., 1971, 61. [3]. П. А. Измайлов. Электрохимия растворов. 2-е изд., М., 1966, стр. 575. [4]. А. И. Рабинерсон. Проблемы коллоидной химии. Л., 1937, 380. [5]. Т. Е. Хрипунова, В. И. Юрьев. К вопросу об адсорбции анионов на целлюлозе. Труды ВНИИБа, вып. 51, 1965, 85—90. [6]. В. И. Шарков. О влиянии примесей на мерсеризацию сульфитной целлюлозы. Журн. «Химическая промышленность», т. 3, № 14, 1926, 1148—1149. [7]. E. M. Bruins. Новейшее установление лиотропного ряда. Proceedings of the Sec. Sciences. Amsterdam, v. XXXV, 1, 1932, 1107—1115. [8]. J. D'Ans u. A. Jäger. Влияние растворов едкого натра на набухание целлюлозного картона. Die Kunstseide, № 11, 1925, 252—256.

Поступила 28 мая 1973 г.

УДК 668. 472

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННЫХ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ КАНИФОЛИ БЕНЗИНОМ

А. Е. СОСНИН, Л. А. МАЛЮТИНА

Архангельский лесотехнический институт

Показано, что в процессе экстракционной обработки и варки канифоли, выделенной из свежей и отработанной щепы канифольно-экстракционных заводов, наблюдается уменьшение расчетного количества окисленных веществ. При высокой степени извлечения канифоли остаточная канифоль отработанной щепы содержит, в основном, окисленные продукты.

Канифоль, извлекаемая из пневого осмола органическими растворителями, представляет смесь отдельных компонентов, свойства которых по-разному проявляются в процессе экстракции. Например, различная растворимость отдельных компонентов в разных растворителях приводит к тому, что качество извлеченной канифоли довольно сильно изменяется в зависимости от природы применяемого растворителя. Наибольшее практическое значение для канифольно-экстракционного производства имеет присутствие в пневом осмоле окисленных смолистых веществ, плохо растворяющихся в бензине.

По данным Н. В. Туховицкого и Г. А. Максудова [4], канифоль, выделенная из спелого осмола бутанолом и бензином, содержала соответственно 29,7 и 3,5% нерастворимых в петролейном эфире. Исследованиями В. Н. Козлова и И. П. Коленко [2] показано, что состав и свойства канифоли, извлекаемой в различных экстракторах противоточной батарее, различаются по некоторым своим показателям. Было обнаружено, что степень извлечения жирных кислот практически равна 100%, а для окисленных веществ — 55,31%. В канифоли отработанной щепы при общем ее содержании 2,48% было определено 87,86% окисленных веществ при групповом анализе. Вместе с тем в некоторых работах, посвященных теории процесса экстракции, присутствие окисленных веществ как фактора, затрудняющего извлечение канифоли бензином, не рассматривается или недооценивается. Вполне вероятно, что значительное количество трудно растворимых в бензине компонентов в составе смолистых веществ пневого осмола не только снижает возможный коэффициент извлечения канифоли, но затрудняет и процесс диффузии в капиллярах древесины.

В настоящей работе сделана попытка экспериментальной проверки баланса окисленных веществ в процессе извлечения канифоли бензином. В качестве стандартных растворителей были выбраны серный эфир и бензин марки БР-1, имеющий пределы температур кипения 84—110°C.

Было проанализировано на содержание окисленных веществ, нерастворимых в бензине, 22 среднесменных пробы свежей и отработанной щепы, отобранные на заводах Нейво-Рудянском и «Вахтан». Окисленные вещества определяли по следующей методике. Навеску щепы экстрагировали серным эфиром в аппарате Иванова в течение 3 час. После отгонки эфира остаток в колбе пропаривали острым паром. Во время этой операции колбу помещали в глицериновую баню с $t = 150^\circ\text{C}$.

Нелетучий остаток высушивали в течение 4 час при 105°C , после чего взвешивали и затем определяли в нем количество нерастворимых в бензине. В колбу с извлеченной канифолью, которая имела вид плотного расплава на дне, заливали определенное количество бензина из расчета 100 мл на 5 г канифоли и нагревали на песчаной бане в течение 2 час при кипячении. После охлаждения раствора в течение 2 час его отфильтровывали, а осадок в колбе вторично обрабатывали бензином.

Остаток в колбе и осадок с фильтра объединяли, как это рекомендуется в одной из методик [1], а затем острым паром удаляли бензин и окончательно высушивали в сушильном шкафу. Нами были внесены существенные изменения в общепринятый метод определения окисленных в канифоли, однако строгое соблюдение всех условий позволило получить сравнимые между собой данные. Конечный результат был средним из двух параллельных определений. Среднеквадратичная погрешность среднего результата при определении окисленных не превышала 0,64%, а при определении канифоли в свежей щепе — 0,61% и в отработанной щепе — 0,04%.

Характеристика проб свежей и отработанной щепы Нейво-Рудянского завода представлена в табл. 1.

Количество окисленных веществ в канифоли, извлеченной серным эфиром из различных проб свежей щепы, колеблется в пределах 10,21—13,18% для Нейво-Рудянского завода и 12,33—14,9% для щепы завода «Вахтан».

Канифоль отработанной щепы, при степени извлечения 80,4—82,5%, имеет более высокое содержание нерастворимых в бензине

Таблица I

Дата отбора пробы	Влажность, %	Летучие, % к абс. сухой обессмоленной древесине	Канифоль, % к абс. сухой обессмоленной древесине	Содержание окисленных, % к канифоли
21, декабря	40,7	4,5	29,8	10,21
	19,0	0,5	4,29	21,75
22 "	35,0	4,7	32,3	11,35
	16,5	0,3	5,74	19,20
23 "	32,0	5,0	30,85	12,80
	15,8	0,3	3,82	17,72
24 "	33,1	4,7	21,79	13,18
	16,1	0,2	5,86	19,22

Примечание. В числителе данные для свежей щепы; в знаменателе — для отработанной.

(от 17,72 до 21,75%) на обоих заводах. Приближенный расчет показывает, что если принять количество окисленных веществ в канифоли свежей осмольной щепы равным 12%, а степень извлечения канифоли бензином 80%, то при содержании окисленных веществ в канифоли отработанной щепы около 20% извлеченная бензином канифоль должна иметь 10% окисленных. В действительности же, по литературным данным и по результатам наших анализов, заводские образцы экстракционной канифоли содержат не более 3,5% окисленных веществ. Несколько проб экстракционной канифоли, отобранных на заводах в период отбора проб щепы, при анализе на содержание окисленных по описанному методу показали очень близкие результаты (1,87—3,27%).

Если принять количество окисленных веществ в канифоли свежей осмольной щепы за 100%, то по фактическим измерениям в извлеченной бензином канифоли и в канифоли отработанной щепы обнаруживается только 55% окисленных. Эти результаты пока трудно объяснить, в особенности, если принять во внимание, что извлечение канифоли в заводских экстракторах, переработка мисцеллы, а также определение окисленных по применяемой нами методике должны были привести к возрастанию, а не к снижению суммарного количества нерастворимых в бензине.

С целью более точного составления баланса окисленных в процессе экстракции, нами были проведены специальные лабораторные опыты. Использовали свежую осмольную щепу Нейво-Рудянского завода, от которой были отделены мелочь и крупная щепка. Часть средней пробы щепы обрабатывали на гладковалковой дробилке ДВГ-1 [3] при зазоре между валками 0,9 мм. Экстрагированию подвергали как обычную, так и деформированную щепку. Извлечение канифоли проводили дефлегмационным методом в видоизмененном экстракторе Иванова. Навеска щепы 50 г, количество бензина БР-1—180—200 мл.

Конструкция экстрактора позволяла вести экстрагирование как с удалением влаги из зоны экстракции, так и без удаления. Корпус экстрактора теплоизолирован асбестом. Продолжительность экстрагирования 6 час. В процессе работы вели наблюдение за температурой в экстракторе и за кинетикой отгонки влаги.

После окончания опыта бензиновый экстракт сливали в коническую колбу, бензин отгоняли, а затем определяли канифоль весовым методом. Проэкстрагированную бензином щепку, не освобождая от бензина, в том же экстракционном аппарате повторно экстрагировали

серным эфиром. Эфирный экстракт упаривали, а после высушивания определяли количество извлеченной канифоли.

Канифоль, выделенную бензином и эфиром, отдельно анализировали на содержание окисленных веществ. Всего было проведено три серии опытов. Данные по извлечению канифоли последовательной экстракцией бензином и серным эфиром представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ опыта	Характеристика щепы			Экстракция канифоли бензином		Экстракция эфиром	
	влажность, %	летучие, % к абс. сухой обессмоленной древесине	канифоль, % в абс. сухой обессмоленной древесине	коэффициент извлечения, %	окисленные, % от канифоли	канифоли, % к абс. сухой обессмоленной древесине	окисленные, % от канифоли
1	—	—	32,4	83,0	2,48	5,58	44,4
2	31,8	4,57	30,3	77,5	3,74	6,83	40,8
3	28,2	5,06	31,9	81,1	4,12	6,03	38,6
4	27,2	3,34	30,7	87,0	3,19	4,05	41,6
5	25,3	4,04	29,8	85,6	3,47	4,18	38,1
6	25,7	3,76	29,7	84,8	3,42	4,60	41,8
7	24,5	3,97	27,8	91,1	4,83	2,51	90,2
8	23,8	3,56	29,4	93,6	3,28	1,85	74,6
9	20,9	3,40	28,0	94,0	3,60	1,72	78,8

Примечание. Опыты 1—3 — экстракция бензином без удаления влаги; 4—9 — с отгонкой влаги в ловушку; 7—9 — деформированная щепка.

Степень извлечения канифоли бензином из необработанной щепы в среднем составила 80,5% в опытах, где экстракцию вели с обратным холодильником без ловушки, а 85,8% в опытах с отгонкой влаги в ловушку. Степень извлечения канифоли из деформированной щепы достигала 94,0%. Количество окисленных веществ в канифоли, извлеченной бензином, в среднем составило 3,46%, то есть практически было таким же, как и в заводских образцах канифоли.

Содержание нерастворимых в бензине в канифоли, извлеченной серным эфиром, оказалось значительно более высоким, чем в ранее исследованных заводских пробах отработанной щепы. При этом явно проявляется тенденция к возрастанию количества этих нерастворимых пропорционально увеличению степени извлечения канифоли. Остаточная канифоль деформированной щепы содержала 74,6—90,2% нерастворимых в бензине, тогда как в опытах, где коэффициент извлечения канифоли бензином не превышал 87%, количество окисленных было в пределах 38,1—44,4. Для канифоли, извлеченной последовательно бензином и серным эфиром, сумма нерастворимых в бензине, отнесенная к канифоли свежей щепы, в отдельных опытах изменялась от 7,85 до 12,40%, а для канифоли, извлеченной одним серным эфиром, нерастворимые в бензине составляли от 10,2 до 13,8%.

Попытка составить баланс окисленных веществ показала, что канифоль, выделенная из щепы, проэкстрагированной бензином в лабораторных условиях, содержит значительно больше окисленных веществ, чем канифоль из заводских образцов отработанной щепы. При экстрагировании канифоли бензином из деформированной щепы с высоким коэффициентом извлечения (90—94%) остаточная канифоль состоит, в основном, из окисленных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. И. Вершук, Н. А. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства. Гослесбумиздат, М., 1960. [2]. И. П. Коленко,

В. Н. Козлов. Исследование продуктов экстракции осмола бензином. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1956. [3]. А. Е. Соснин, В. А. Шишкин, Я. Н. Попов. Установка для обработки осмольной щепы перед экстракцией. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1971. [4]. Н. В. Туховицкий, Г. А. Максудов. К вопросу о применении новых растворителей в канифольно-экстракционной промышленности. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 1, М., 1940.

Поступила 9 января 1973 г.

УДК 546.185 : 546.72 : 547.596

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕВРАЩЕНИЙ α -ПИНЕНА В ПРИСУТСТВИИ ПРОДУКТОВ ДЕГИДРАТАЦИИ ТРЕХЗАМЕЩЕННЫХ ОРТОФОСФАТОВ ЖЕЛЕЗА (III)

В. В. ПЕЧКОВСКИЙ, Ю. П. КЛЮЕВ, Л. С. ЕЩЕНКО, Л. Н. ЩЕГРОВ
В. М. СЫЧЕВА, И. В. ПЕТРАШЕНЬ

Белорусский технологический институт

Исследован процесс парофазной изомеризации α -пинена в присутствии продуктов дегидратации аморфного (I) и кристаллического (II) трехзамещенных ортофосфатов железа. Установлено, что главный фактор, определяющий выход моноциклических и бициклических соединений, — остаточная гидратность продуктов обезвоживания (I) и (II), применяемых в качестве катализаторов.

В работах [2], [6], [7], [8], [9], [14] показано, что фосфаты ряда металлов проявляют высокую активность в процессах кислотного катализа, например, в реакциях дегидратации и этерификации спиртов, изомеризации циклогексана, дегидрогенизации этилбензола и др. Каталитические свойства $\text{FePO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ исследовали в реакциях дегидратации спиртов [6], в алкилировании бензола и его гомологов [7], в дегидрировании и ароматизации *n*-гептана [14].

Известно, что терпеновые углеводороды легко подвергаются каталитическим превращениям под действием кислых катализаторов. Поэтому представляло интерес изучить каталитическую изомеризацию α -пинена в присутствии продуктов обезвоживания трехзамещенных ортофосфатов железа.

Экспериментальная часть

В данной работе катализаторами служили продукты дегидратации трехзамещенных ортофосфатов железа: аморфного $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ и кристаллического $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$. Последний представлял собой смесь двух модификаций — фосфосидерита и штрэнгита [12].

Аморфный трехзамещенный фосфат железа получали обменной реакцией между FeCl_2 и $\text{Na} \cdot \text{HPO}_4$; после длительного нагревания в кислой среде аморфный фосфат железа переходит в кристаллический [4].

Термографическое исследование процесса и продуктов дегидратации ортофосфатов железа [12] показало, что их обезвоживание сопровождается эндотермическими эффектами в области $80\text{--}320^\circ$ для аморфного фосфата железа и $160\text{--}360^\circ$ для кристаллического. Однако полное обезвоживание образцов наблюдается только при нагреве до $\sim 500^\circ$. При обезвоживании аморфного фосфата железа в интервале температур $160\text{--}480^\circ\text{C}$ образуются рентгеноаморфные продукты, при обезвоживании кристаллического $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — промежуточные кри-

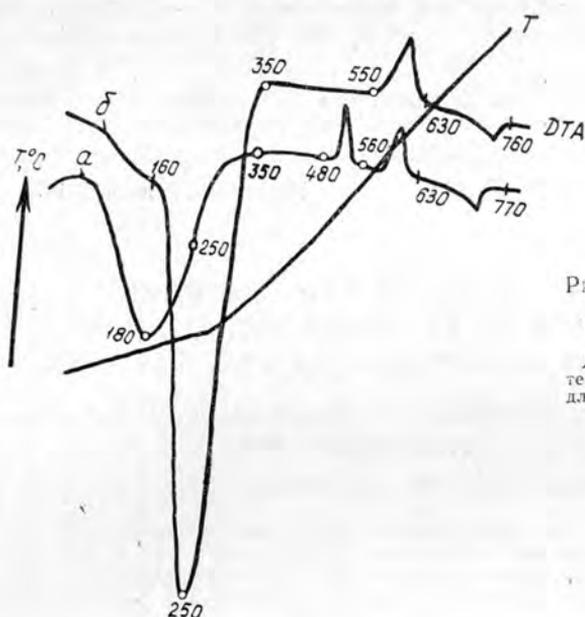


Рис. 1. Термограммы аморфного $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ (а) ор. кристаллического $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (б)

DTA — дифференциальная кривая температуры; о — место отбора проб для определения их каталитических свойств.

сталлические фазы, отличные от конечной фазы безводного фосфата железа. Наличие экзотермических эффектов на кривых нагревания связано с кристаллизацией аморфной фазы в области $480\text{--}550^\circ$ (для $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$), а также с образованием кварцеподобной формы безводного фосфата железа в области $590\text{--}630^\circ$ как в случае аморфного, так и кристаллического трехзамещенных фосфатов железа.

Для приготовления катализаторов исходные гидраты аморфного и кристаллического трехзамещенных фосфатов железа нагревали до температур, показанных на кривых нагревания $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (рис. 1, а, б). Обезвоживание ортофосфатов железа про-

Фосфат	Температура обезвоживания, $^\circ\text{C}$	Остаточная гидратность, моли	Количество непрореагировавшего α -пинена, %	Степень превращения α -пинена, %	Изомерные моно	
					α -терпинен	диππтен
Аморфный $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$	180	1,20	14,0	86,0	6,6	—
	250	0,60	15,8	84,2	5,5	—
	350	0,25	17,2	82,8	4,9	—
	480	0,04	17,0	83,0	3,6	—
	560	—	92,9	7,1	—	—
	Без катализатора (холостой опыт)	—	—	93,8	6,2	—
Кристаллический $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	250	0,75	28,5	79,5	—	2,1
	350	0,30	20,1	79,9	2,5	—
	550	—	94,0	6,0	—	—

водили на специально смонтированной установке при скорости нагрева образцов, как и при термографировании, 2—3 град/мин.

Каталитические свойства продуктов термической дегидратации аморфного и кристаллического трехзамещенных фосфатов железа изучали на примере изомеризации α -пинена в паровой фазе. Получали его путем разгонки живичного скипидара на ректификационной колонне лабораторного типа с числом теоретических тарелок 30. Выделенный α -пинен имел следующие константы: $d_4^{20} = 0,8583$; $n_D^{20} = 1,4650$; $[\alpha_D] = +33,8^\circ$; он был охарактеризован через нитрозохлорид α -пинена с $t_{пл.} = 108^\circ$, что совпадает с литературными данными [3].

Исследование проводили в установке проточного типа с неподвижным слоем катализатора при 180 и 250°C. Температуру замеряли в зоне расположения катализатора и поддерживали автоматически. Расход подаваемого в установку α -пинена составлял 3—5 мл/час. Количество катализатора во всех опытах составляло 3—5% от веса подаваемого α -пинена.

Продукты реакции с целью отделения от полимеров подвергали вакуумной дистилляции, после чего анализировали с помощью газо-жидкостной хроматографии на хроматографе ХТ-63*. Идентификацию проводили методом подсадов и путем сравнения времени удерживания образовавшегося компонента и известного вещества на трех фазах различной полярности: 1) 15% апиезона N-хромосорб П 60—80 меш.; 2) 20% трикрезилфосфата хромосорб W 120—140 меш.; 3) 20% полиэтиленгликоля 15 000 хромосорб П 60—80 меш.

Экспериментальные данные по исследованию каталитических превращений α -пинена при 180°C в присутствии продуктов обезвоживания трехзамещенных ортофосфатов железа (табл. 1) показали, что состав изомерных продуктов зависит от температуры нагрева исходных гидратов трехзамещенного ортофосфата железа, то есть от остаточной гидратности продуктов обезвоживания. При термической изомеризации α -пинена в паровой фазе без катализатора степень его превращения равна 6,2%. Присутствие аморфного $FePO_4 \cdot 2,5H_2O$, предварительно нагретого до 180° и содержащего 1,2 моля остаточной воды, приводит к образованию ряда моноциклических (α -терпинен, дипентен,

Таблица 1

продукты, % к сумме смеси терпенов						Поли-терпены, %
циклических		бициклических			неидентифицированные вещества, %	
α -цимол	α -ментен-3	пинан	камфен	β -пинен		
23,1	21,0	2,0	10,0	2,3	21,0	49,0
22,9	20,7	2,2	11,1	2,2	20,6	45,3
19,4	16,6	2,8	13,8	2,4	22,9	43,2
14,7	11,4	3,3	25,0	3,1	18,6	35,9
—	—	—	—	—	7,1	2,9
1,6	1,2	—	1,7	0,5	1,2	5,2
22,1	12,1	2,0	3,5	—	21,7	45,3
17,3	14,3	3,0	13,6	2,0	27,2	40,0
—	—	—	—	—	16,0	2,5

* Газо-жидкостные хроматограммы были сняты П. И. Мандрукевичем.

п-цимол, п-ментен-3) и бициклических соединений (пинан, камфен, β -пинен). Кроме того, образуются политерпены (табл. 1). Степень превращения α -пинена в данном случае достигает 86%.

Применение $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$, обезвоженного до остаточной гидратности 0,6 молей, при катализе α -пинена приводит к увеличению выхода бициклических соединений и уменьшению моноциклических. Дальнейшее возрастание бициклических и снижение моноциклических соединений наблюдается при применении продуктов термического обезвоживания $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$, количество остаточной воды в которых уменьшается до 0,25 и 0,04 молей H_2O . Выход же политерпенов со снижением остаточной гидратности продуктов обезвоживания уменьшается (табл. 1).

Образование кристаллического безводного продукта при нагревании $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ до 560° приводит к резкому снижению его каталитической активности при изомеризации α -пинена, так как величина его степени превращения приближается к степени превращения без катализатора (табл. 1).

Из данных табл. 1 также видно, что превращение α -пинена при 180° в присутствии продуктов обезвоживания кристаллического $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ также проходит в трех направлениях: с образованием моноциклических, бициклических и полимерных соединений, выход которых, как и в случае аморфных катализаторов, зависит от остаточной гидратности применяемых фосфатов. Однако степень превращения α -пинена в присутствии продуктов обезвоживания кристаллического $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ниже, чем в присутствии продуктов обезвоживания аморфного $\text{FePO}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$. Экспериментальные данные показывают, что в данном случае несколько снижается выход как моноциклических (п-цимол, п-ментен-3, так и бициклических (камфен, β -пинен) соединений.

Превращения α -пинена при 250° в присутствии продуктов обезвоживания аморфного и кристаллического трехзамещенных ортофосфатов железа происходят с той же закономерностью, что и при 180° , то есть при уменьшении гидратности продуктов обезвоживания увеличивается выход бициклических и уменьшается выход моноциклических соединений и политерпенов.

Обсуждение результатов

Согласно литературным данным [9], катализаторы типа алюмосиликатов, цеолитов, а также фосфатов имеют так называемый поверхностный каталитический активный водород, который в условиях катализа способен к обмену между реагирующими молекулами органического вещества и катализатором.

Исходные аморфный и кристаллический трехзамещенные ортофосфаты железа имеют кислотные свойства и представляют собой соединения $\text{Fe}(\text{OH})_x\text{H}_x\text{PO}_4(2,5-x)\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Fe}(\text{OH})_y\text{H}_y\text{PO}_4(2-y)\text{H}_2\text{O}$ [12]. На основании исследования природы воды в гидратах аморфного и кристаллического трехзамещенных ортофосфатов железа можно предположить наличие более прочно связанной воды $\text{Fe}^{+3} \dots \text{H}_2\text{O} \dots \text{OPO}_3$ и менее прочно связанной $\text{Fe}^{+3} \dots \text{H}_2\text{O} \dots \text{H}_2\text{O}$, то есть существование, по крайней мере, двух видов связи. Количеством воды, выделившейся из исходных гидратов, характеризуются не только остаточная гидратность и состав образующихся продуктов дегидратации, но и их кислотность (данные об изменении величины и силы кислотности фосфатов и алюмосиликатов при их температурной обработке приведены нами ранее [10], [11], [13].

Исходя из сказанного выше, можно было ожидать определенной связи между степенью дегидратации (то есть количеством остаточной воды) продуктов термического обезвоживания и составом катализата при изомеризации α -пинена. Известно [1], [5], [15], что изомеризация α -пинена в присутствии кислотных катализаторов может идти в двух направлениях: 1) с разрывом четырехчленного кольца и образованием моноциклических терпенов; 2) без разрыва четырехчленного кольца с образованием изомерных α -пинену бициклических соединений.

Как показали опыты, величина остаточной гидратности продуктов обезвоживания трехзамещенных фосфатов железа существенным образом влияет на соотношение между реакциями образования моноциклических терпенов и политерпенов, с одной стороны, и бициклических терпенов, с другой. С уменьшением гидратности до определенного предела, а следовательно и количества менее связанной воды, выход бициклических терпенов возрастает, а моноциклических терпенов и политерпенов падает. Это дает основание предполагать, что наличие двух видов связи H_2O в исходных гидратах трехзамещенного ортофосфата железа приводит в процессе их обезвоживания к образованию различного количества и разной силы кислотных центров, определяющих направление изомеризации α -пинена. На основании экспериментальных данных можно заметить, что более прочная связь (H^+) протона остаточной воды с кислотным остатком способствует образованию бициклических соединений, среди которых количественно преобладает камфен (табл. 1).

Таким образом, каталитическая изомеризация α -пинена может проходить в трех направлениях: с образованием моноциклических, бициклических и полимерных терпенов. Главный фактор, определяющий выход моноциклических и бициклических соединений, — остаточная гидратность продуктов обезвоживания трехзамещенных фосфатов железа, применяемых в качестве катализаторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. А. Арбузов, З. Г. Исмаева. Известия АН СССР, отделение химических наук, 5, 843, 1953. [2]. А. А. Баландин, А. И. Кукина, Н. Е. Маленберг, М. М. Ермилова. ДАН СССР, 161, 851, 1965. [3]. М. Горяев, И. Плива. Методы исследования эфирных масел, Алма-Ата, 1962. [4]. Л. С. Ещенко, Л. Н. Щегров, В. В. Печковский. ЖНХ, 16, 11, 3030, 1971. [5]. Ю. П. Клюев. Сборник научных работ института химии АН БССР, вып. 6, 176, 1958. [6]. Н. Е. Маленберг, А. А. Баландин, А. И. Кукина. Известия АН СССР, сер. хим., 4, 574, 1962. [7]. Н. Е. Маленберг, А. А. Баландин, А. И. Кукина. Известия АН СССР, сер. хим., 9, 1565, 1965. [8]. Н. Е. Маленберг, А. И. Кукина, М. М. Ермилова. Вестник Московского университета, 3, 31, 1965. [9]. Н. Е. Маленберг, А. И. Кукина, Т. Н. Фадеева. Вестник Московского университета, 1, 107, 1966. [10]. К. В. Толчьева, Е. Н. Росоловская, М. К. Красильникова. «Нефтехимия», 11, 2, 179, 1962. [11]. К. В. Толчьева, Е. Н. Росоловская. «Нефтехимия», 11, 3, 298, 1962. [12]. Л. Н. Щегров, В. В. Печковский, Л. С. Ещенко. ЖНХ, 17, 4, 934, 1972. [13]. Т. Акио, Я. Ясуо, И. Мицуоли, С. Акира. J. Chem. Soc. Jap. Ind. Chem. Soc., 73, 6, 1069, 1970. [14]. S. Malinowski, M. Malinowski, A. Krzywicki. Przem. Chem. 49, 2, 74, 1970. [15]. C. Siggrig, L. Wer., M. Soland. Z. Chem., 6, 4, 1966, 138.

Поступила 22 января 1973 г.

УДК 674.049.3

О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА

А. А. ЛЕОНОВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

Для огнезащиты древесных плит использовали продукты нейтрализации фосфорной кислоты мочевиной и дициандиамидом. Показано, что огнезащитный комплекс при нагревании свыше 200°C разрушается с повышением активной кислотности и изменяет характер термораспада древесного вещества. Начальная температура активного пиролиза понижается на 45°, выход летучих продуктов уменьшается почти в два раза.

Сотрудники Ленинградской лесотехнической академии разработали технологию изготовления древесноволокнистых плит воздушного формования (О-ДПВ), которая в настоящее время осваивается промышленностью [7].

В дефибраторное волокно вводят огнезащитный состав. Поскольку он не должен отрицательно влиять на прочность плит при горячем прессовании, состав необходимо нейтрализовать путем кипячения водного раствора исходных компонентов. Обоснование рецептуры и роли компонентов состава изложены в одной из работ [8].

В данной статье приведены некоторые результаты исследований механизма действия огнезащитного состава, полученные методами термического анализа. Выводы можно распространить на материалы, изготовленные с применением предложенного огнезащитного состава, в частности, на древесностружечные плиты [1], бумажно-слоистые пластики [4], древесноволокнистые плиты мокрого способа производства [5].

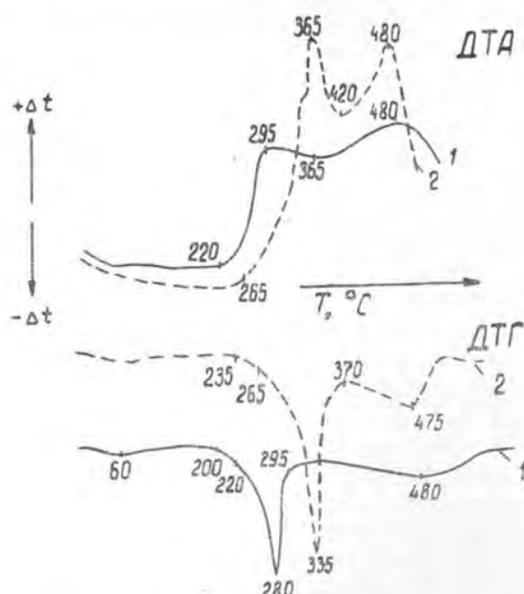
Для приготовления огнезащитного состава брали фосфорную кислоту, мочевину и дициандиамид в молярном соотношении 1:3:1,5. Расход состава на сухое вещество без учета потерь 28,8%. Волокно формовали и прессовали по сухому способу при температуре 180°C. Образцы соответствовали требованиям ГОСТа 4598—60 на твердые плиты. Термический анализ измельченных проб с размером частиц 0,14—0,20 мм проводили на дериватографе системы Паулиг — Паулиг — Эрдей со скоростью нагрева 6 град/мин и на фоторегистрирующем пирометре Курнакова ФПК-59. Кислотность водных вытяжек определяли после 24-часовой экстракции водой при температуре 19—20° и модуле 1:100. Пробы предварительно термофицировали в открытых тиглях нагреванием со скоростью 6 град/мин до заданной температуры.

При изучении огнезащитности процесс горения условно разбивали на две последовательные стадии. Первая — разложение материала с выделением летучих продуктов и возможным горением паро-газовой смеси. Вторая стадия — окисление твердого остатка (тление). Значения характерных температур термораспада приведены на рис. 1, на котором отчетливо видны обе стадии.

В табл. 1 сведены дополнительные данные, из которых видно, что огнезащитный состав снижает температуру начала термораспада плит. Интенсивное разложение О-ДВП, сопровождающееся выделением летучих продуктов, протекает в более узком температурном интервале. Начало его сдвинуто в сторону низких температур на 40—50°C и

Рис. 1. Дериwатограммы огнезащитной 1 и контрольной 2 древесно-волокнистой плит.

ДТА — дифференциальная температурная кривая; ДТГ — дифференциальная термогравиметрическая кривая.



характеризуется снижением скорости разложения. При этом выход летучих продуктов на этой стадии процесса существенно сокращается.

Таблица 1

Показатели	Значения показателей для плит	
	огнезащитной	контрольной
Первая стадия		
Температурный интервал интенсивного разложения, °C	220—295	265—370
Выход летучих на стадии, %	29,3	55,4
Максимальная скорость разложения*, %/град	1,01	1,37
Вторая стадия		
Температурный интервал процесса, °C	295—570	370—505
Максимальная скорость процесса, %/град	0,27	0,37

* За скорость разложения взят тангенс угла наклона касательной, проведенной в точке перегиба кривой потери массы к оси абсцисс.

Стадия тления твердого остатка огнезащитных плит, напротив, протекает в более широком интервале температур. Температура, соответствующая максимальной скорости окисления, не изменяется, но сама скорость процесса снижается, что указывает на большую термостабильность материала по сравнению с контрольным. Количество тепла, выделяющегося при сжигании О-ДВП, недостаточно для самопроизвольного развития горения. Калориметрические испытания показали, что это тепло составляет лишь половину от тепла источника поджигания [11].

Огнезащитный состав изменяет характер термического разложения древесноволокнистых плит. Можно было бы предположить, что сни-

жение температуры разложения достаточно для придания огнезащитности. По данным А. Бройдо [9], введение в целлюлозу 1,5% KHCO_3 понижает температуру разложения ее на 80°C . Однако когда мы ввели раствор соли в сульфатную целлюлозу и дефибраторную массу и провели соответствующие испытания, то эффекта огнезащиты не было. Требуемой огнезащитности образцов не достигали и при введении одно- и двухзамещенного фосфата натрия при содержании солей в древесной плите, соответствующем трехпроцентной концентрации фосфора, то есть концентрации, которая в изучаемом огнезащитном составе полностью исключает самостоятельное горение.

В работах В. Н. Сергеевой с сотрудниками [6] показано, что первая низкотемпературная фаза термораспада древесины имеет сложный дегидратационный характер, и сделан вывод о том, что ускорение реакций дегидратации ведет к образованию промежуточных дегидрополисахаридов, являющихся при более высоких температурах термически стабильными.

Исходя из этого, мы предположили, что в процессе нагревания О-ДВП огнезащитный комплекс, образовавшийся при взаимодействии состава с компонентами древесного волокна [3], разрушается и фосфорная кислота может оказывать дегидратирующее действие. На это указывает повышение активной кислотности среды. Данные об изменении рН водных вытяжек из измельченных плит приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температура, до которой нагревали пробу, $^\circ\text{C}$	Потеря массы воздушно сухих препаратов, %	рН водных вытяжек
100	4,9	6,32
	4,8	5,80
160	5,4	6,25
	5,2	5,77
200	6,9	6,20
	6,2	5,68
225	9,4	5,80
	—	—
250	24,2	3,95
	12,7	5,30
300	42,8	3,02
	33,6	5,65
350	55,5	3,00
	Препарат сгорел	Препарат сгорел
400	62,3	2,93

Примечание. В числителе данные для огнезащитной плиты; в знаменателе — для контрольной.

Активная кислотность среды в анализируемых пробах повышается при нагревании свыше 200°C и температура совпадает с температурой, при которой начинает проявляться влияние огнезащитного состава на характер термораспада древесных плит, определенное с помощью дериватографа. Отсюда следует, что повышение активной кислотности — одна из причин изменения направления процесса пиролиза древесного вещества. Это изменение выгодно для исключения последующего самостоятельного горения.

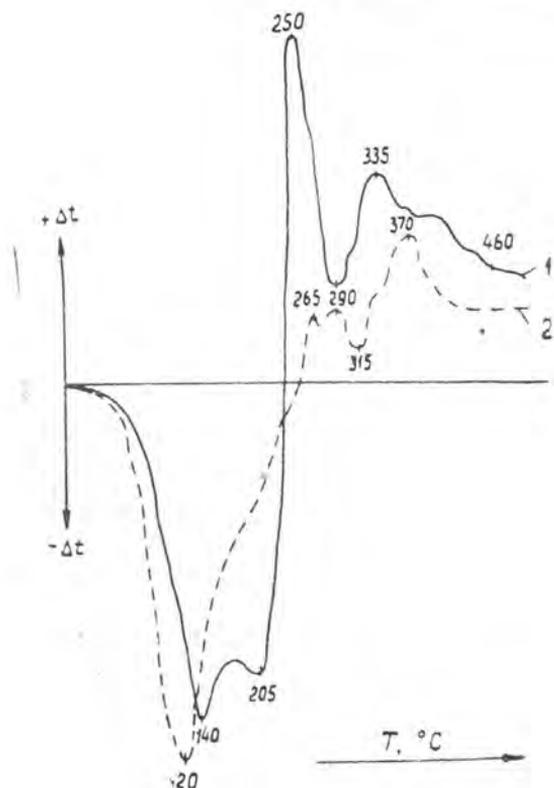


Рис. 2. Термограммы огнезащитной 1 и контрольной 2 древесноволокнистой плит.

На термограмме препарата О-ДВП, снятой на ФПК, наблюдаются два эндотермических эффекта: при 140 и 205°C. Пик при 205°C относится к разложению древесного вещества под действием огнезащитного состава и, по-видимому, суммарно отражает энергетические затраты на разрыв связей в основной цепи макромолекул (в первую очередь — гемицеллюлоз), а также начавшийся процесс разрушения огнезащитного комплекса. При дальнейшем нагревании наблюдается явно выраженная экзотермика (250°C), обусловленная действием огнезащитного состава. Ее можно отнести к конденсационным (дегидратационным) процессам перестройки структуры с образованием поперечных связей между макромолекулами, которые приводят к получению более устойчивого к нагреванию материала.

На дериватограммах (рис. 1, кривые ДТА) видно развитие экзотермических процессов, протекающих у огнезащитных препаратов с опережением по сравнению с контрольными. Некоторые исследователи [2] наблюдали различие в значениях температур на дериватограммах и термограммах и связывали его с различием условий удаления летучих веществ и возможностей для протекания окислительных процессов.

Разрушение огнезащитного комплекса на стадии активного пиролиза почти не сопровождается потерей азота. Это объясняется тем, что во время закалки при температуре 170°C в течение двух часов произошли соответствующие изменения органических оснований, сопровождающиеся выделением аммиака (превращение мочевины в биурет и др.). При термическом анализе О-ДВП, вследствие разложе-

ния древесного вещества и удаления летучих продуктов, концентрация азота в твердом остатке повышается (табл. 3).

Таблица 3

Температура нагревания препарата, °С	Концентрация азота в остатке, %
Исходная	6,2
200	6,4
250	8,3
300	10,9

Если учесть потери массы, то изменение количества азота в пробах так мало, что им можно пренебречь. Фосфорная кислота, как известно, при нагревании конденсируется последовательно в пиро- и метафосфорные кислоты, которые в условиях опыта не испаряются. Свойство огнезащитности в данном случае не связано с действием газов, выделяющихся при разложении огнезащитного комплекса, как объясняют иногда огнезащиту с позиций газовой теории. Это свойство обусловлено, главным образом, процессами, протекающими в твердой фазе. Совместное присутствие фосфора и азота в твердом остатке важно потому, что эти элементы, как было показано для пластических масс и тканей [10], [12], проявляют синергизм в снижении горючести.

Таким образом, составы, предназначенные для огнезащиты древесных материалов, должны осуществлять свое действие до начала процесса активного пиролиза древесины (или целлюлозы для случая бумажно-слоистых пластиков). Но для получения высококачественных материалов необходимо, чтобы действие это происходило при более высоких, чем при прессовании или термообработке, температурах. Установлено, что оптимальный огнезащитный комплекс при нагревании свыше 200°C разрушается с повышением активной кислотности среды и изменяет характер термораспада древесного вещества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Г. Корчаго, А. А. Леонович, Г. А. Пнюкова. Авторское свидетельство СССР № 346145. Бюллетень № 23, 1972. [2]. М. Ф. Кошик, Г. Э. Домбург, В. Н. Сергеева, А. И. Калниньш. В кн. «Химия древесины», 4, изд-во «Зинатне», Рига, 1969, 111. [3]. А. А. Леонович. Огнезащита древесноволокнистых плит. ЦНИИТЭИЛеспром, М., 1969, 10. [4]. А. А. Леонович и др. Авторское свидетельство СССР № 352987. Бюллетень № 29, 1972. [5]. А. А. Леонович, Н. Я. Солечник, В. И. Бровкин. Авторское свидетельство СССР № 268639. Бюллетень № 14, 1970. [6]. В. Н. Сергеева, Г. Э. Домбург, М. Ф. Кошик. В кн. «Химия древесины», 4, изд-во «Зинатне», Рига, 1969. [7]. Н. Я. Солечник, А. А. Леонович. Авторское свидетельство СССР № 195626. Бюллетень № 10, 1967. [8]. Н. Я. Солечник, А. А. Леонович, Л. И. Барашкова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1968, 116—120. [9]. A. Broido. *Pyrodynamics*, 4, 3, 1966, 243—251. [10]. J. F. Hendrix, G. L. Drake, P. H. Barker. *Journal of Applied Polymer Science*, 16, 2, 1972, 257—274. [11]. A. A. Leonovic, N. J. Solcchnik. *Holztechnologie*, 10, 4, 1969, 219—224. [12]. J. W. Lyons. *The Chemistry and Uses of Fire Retardants*, Chichester, England, 1970, p. 21.

Поступила 23 апреля 1973 г.

УДК 634.0.813.13

О РАСТВОРЕНИИ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА В ЧЕРНОМ ЩЕЛОКЕ

Н. Ф. КОМШИЛОВ, М. Н. ЛЕТОНМЯКИ, З. И. ШОРОП

Институт леса Карельского филиала АН СССР

Приведены данные по растворимости сульфатного мыла в черном щелоке в зависимости от плотности щелока, количества добавляемого в щелок мыла и температуры среды.

Растворение сульфатного мыла в черном щелоке — коллоидный процесс пептизации. Скорость пептизации возрастает с понижением плотности, повышением температуры щелока и увеличением интенсивности его перемешивания. В практике целлюлозно-бумажных предприятий в отстойные баки поступает разбавленный черный щелок. При некотором передвижении щелока, по мере накопления над ним мыла, легко может идти процесс пептизации мыла в щелок. Для предотвращения этого явления необходимо повысить плотность щелока в отстойных баках до 1,17—1,18 г/см³ (15°C).

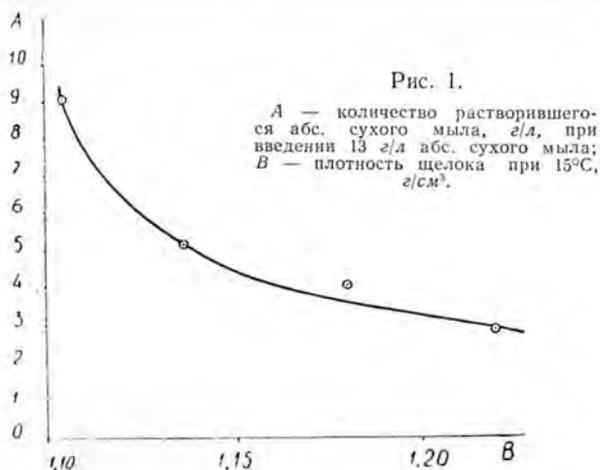
В предыдущих работах [1], [3], [4] мы рекомендовали повысить плотность черного щелока, поступающего на мылоотделение, до 1,16—1,17 г/см³ (15°C). При этой плотности щелок, направляемый в выпарные аппараты, не вспенивается, скорость движения мицелл мыла в нем наивысшая и наилучшие условия выделения мыла при введении различных добавок солюбилизированных веществ и коагуляторов.

Растворимость, или пептизацию сульфатного мыла в черном щелоке, в зависимости от температуры и плотности щелока при постоянном количестве мыла, взятого на исследование, изучали Я. Флечек, И. Ганаусек, В. Каменский [5]. Эти авторы показали, что условия для сбора мыла наилучшие при концентрации щелока 25—30% сухого вещества ($d_{15} = 1,15—1,18$ г/см³), температуре 60—80°C и что в концентрированных щелоках растворимость мыла практически не зависит от дальнейшего повышения его концентрации и понижения температуры.

Мы изучили процесс пептизации сульфатного мыла при постоянном и переменном количестве добавляемого мыла и выяснили, подчиняется ли процесс растворения мыла «правилу осадка».

Для изучения растворимости сульфатного мыла в щелоке в зависимости от изменения его плотности приготавливали обезмыленные щелока плотностью 1,103; 1,137; 1,180 и 1,220 г/см³ (15°C), полученные от варки сосновой древесины. Щелока с избытком мыла (13 г абс. сухого или 20 г сырого мыла на 1 л щелока) нагревали на водяной бане с обратным холодильником в течение 1 часа при температуре 90°C, периодически перемешивая. Затем щелока отфильтровывали от мыла через капроновый фильтр. Нерастворившееся мыло, как и исходное, промывали от щелока насыщенным раствором поваренной соли. Мыло взвешивали и проверяли на влажность. По разности между количеством заданного мыла и нерастворившегося высчитывали количество растворившегося мыла.

На основании опытных данных построили кривую зависимости растворимости сульфатного мыла в черном щелоке от плотности ще-



лока (рис. 1). При растворении постоянного количества сульфатного мыла в разных по плотности щелоках количество растворившегося мыла уменьшается с увеличением плотности щелока.

В специальной литературе, кроме выше цитированной работы [5], никогда не ставился вопрос о возможном обратном растворении в черном щелоке уже отделившегося мыла. В то же время в коллоидной химии такое явление описано. Коллоидное растворение веществ, образовавшихся при коагуляции, или иными словами, пептизация хорошо изучена. При этом наблюдается характерная зависимость количества пептизированного вещества от количества взятого осадка (в нашем случае — от количества выделившегося сульфатного мыла) и примененного пептизатора. Эта закономерность называется «правилом осадка»: при постоянном количестве пептизатора с увеличением взятого для пептизации осадка количество осадка, перешедшего в раствор, сначала увеличивается, а затем падает. Знание правила осадка позволит подобрать такие условия съема мыла, при которых потери при обратном его растворении были бы минимальны.

Для проверки применимости правила осадка к сульфатному мылу были приготовлены щелока плотностью 1,105; 1,15; 1,18 г/см³ (15°C). В эти щелока добавляли различные количества мыла, исходя из расчета 10, 20 г и так далее до 120 г абс. сухого мыла на 1 л щелока. Затем пробу щелока с дополнительно введенным мылом нагревали, периодически перемешивая, на водяной бане при температуре 80°C в течение 1,5 час с обратным холодильником. Затем щелок и мыло обрабатывали, как и в предыдущем опыте.

На рис. 2 показана зависимость растворимости сульфатного мыла в черном щелоке от заданного количества мыла. Этот процесс подчиняется правилу осадка. Разбавленный щелок плотностью 1,105 г/см³ (15°C) растворяет относительно большее количество мыла, а щелок плотностью 1,18 г/см³ (15°C) и более практически не растворяет мыло при любом его количестве над щелоком.

На целлюлозно-бумажных предприятиях в отстойные баки поступает разбавленный черный щелок и по мере накопления мыла над щелоком в этом случае легко может идти обратный процесс пептизации мыла в щелок. Для предотвращения данного явления необходимо плотность щелока в отстойных баках повысить минимум до 1,18 г/см³ (15°C). Кроме того, при использовании мылоотделителей мыло можно

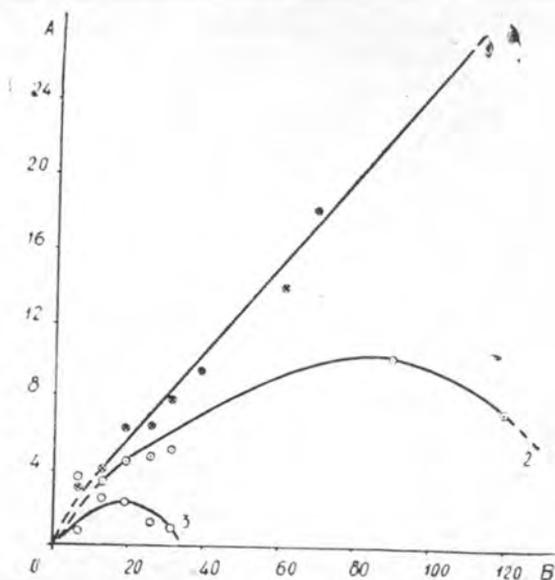


Рис. 2.

А — количество растворившегося абс. сухого мыла, г/л; В — количество абс. сухого мыла, г/л, взятого на растворение. 1 — плотность щелока 1,105 г/см³ при 15°С; 2 — 1,158 г/см³; 3 — 1,180 г/см³.

непрерывно снимать с поверхности черного щелока. Это также уменьшит пептизацию мыла в черный щелок.

При конструировании мылоотделителей необходимо учитывать, что поток черного щелока должен иметь ламинарное движение. Турбулентность в этом случае недопустима, так как в одних зонах идет процесс всплывания мицелл, а в зоне интенсивного перемешивания всплывшее мыло снова начинает растворяться.

Мы также изучали растворимость сульфатного мыла в щелоче в зависимости от температуры среды. Для данной серии опытов использовали щелока плотностью 1,103; 1,152; 1,220 г/см³ (15°С). В эти щелока дополнительно вводили сульфатное мыло из расчета 13 г абс. сухого (20 г сырого) мыла на 1 л щелока и нагревали с обратным холодильником, периодически перемешивая, при температуре 40, 60, 80°С в течение 2 час.

Растворимость мыла в щелоче определяли более простым и точным способом. Из середины колбы брали пробу щелока на смолис-

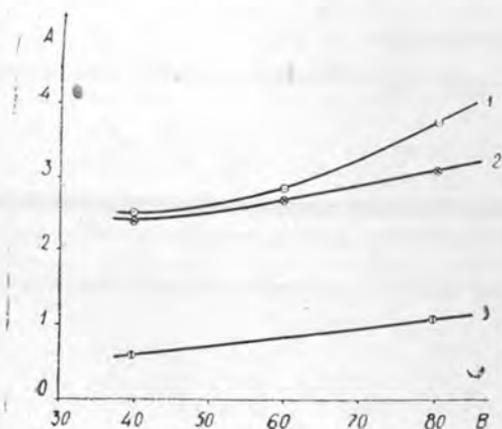


Рис. 3.

А — количество растворившегося абс. сухого мыла, г/л, при введении 13 г/л абс. сухого мыла; В — температура щелока, °С. 1 — плотность щелока 1,103 г/см³ при 15°С; 2 — 1,152 г/см³; 3 — 1,22 г/см³.

тость, последнюю определяли методом экстракции смолистых веществ диэтиловым эфиром при $pH = 1$ [2]. Из полученных данных смолистости вычитали исходную смолистость черного щелока и получали разность, характеризующую увеличение смолистости щелока с введением мыла. Чтобы иметь сравнимые данные с предыдущими опытами, найденную величину смолистости делили на коэффициент перевода веса кислоты на вес мыла 0,935 и получали количество сульфатного мыла, растворившегося в щелоке.

По опытным данным строили кривые изменения растворимости сульфатного мыла в щелоке с изменением температуры щелока (рис. 3). С повышением температуры растворимость сульфатного мыла, как и следовало ожидать, улучшается. Для разбавленных щелоков это повышение растворимости проходит интенсивнее, чем для плотных. Последняя закономерность показывает, что для мылоотделения целесообразнее использовать полуупаренные черные щелока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Ф. Комшилов, М. Н. Летонмяки, З. И. Шороп, М. П. Филимонова. Журн. «Бумажная промышленность» № 3, 1968, 11. [2]. Н. Ф. Комшилов, М. Н. Летонмяки, Л. Г. Пилюгина и др. Сульфатный черный щелок и его использование. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1969, 180. [3]. Л. В. Кялина, З. И. Шороп, Н. Ф. Комшилов. Журн. «Бумажная промышленность» № 5, 1971, 14. [4]. Н. А. Понькина, М. П. Филимонова, Н. Ф. Комшилов. Журн. «Бумажная промышленность» № 1, 1970, 11. [5]. J. Flacek, J. Houpousek, V. Kamenský. Paper a Cellulosa, № 1, 1964, 1.

Поступила 23 октября 1972 г.

УДК 634.0.813

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИНКА В ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТАХ ХХЦ И МХХЦ

Л. М. ЧАЩИНА, Е. Е. ФЛОМИНА

ЦНИИМОД

Предложен метод объемного количественного определения цинка в цинксодержащих антисептических препаратах, применяемых для консервирования древесины. Метод прост в исполнении, требует незначительной затраты времени и рекомендуется для проведения массовых анализов в заводских условиях.

В последнее время для консервирования древесины все чаще применяют антисептические препараты, содержащие цинк: ХХЦ (хромированный хлористый цинк ГОСТ 14648—69) и МХХЦ (омедненный хромированный хлористый цинк ГОСТ 14649—69). Благодаря пропитке этими препаратами срок службы древесины в тяжелых условиях эксплуатации составляет в среднем 25—30 лет.

В ГОСТах на указанные препараты при определении цинка используют азотнокислое серебро. Определение цинка основано на отделении его от сопутствующих элементов сероводородом, тиоацетамидом и пиридином [1]—[6] с последующим оттитровыванием ферроцианидом калия [1], [2], тиосульфатом натрия [1], сульфидом натрия [2], азотнокислым серебром [6] и т. д. Недостатки этих методов — длительность анализа, применение дефицитных, дорогостоящих (азотнокислое серебро) или не удобных для массовых анализов реактивов (пиридин, сероводород и др.), требование специального оборудования и достаточно высокой квалификации исполнителя.

Нами была поставлена задача разработать упрощенный метод определения цинка, пригодный для выполнения массовых анализов. В данной работе приведена методика с применением недефицитных реактивов, позволяющая быстро и достаточно точно определить цинк в растворах препаратов ХХЦ и МХХЦ.

Необходимые реактивы: карбонат натрия (или бикарбонат, или двухзамещенный фосфат натрия) 3- и 10%-ные растворы; соляная кислота 1:1; аммиак концентрированный 25%-ный и 1:1; тиомочевина; буферный раствор (54 г хлористого аммония растворяют в 100—200 мл воды, смешивают с 350 мл концентрированного аммиака и доводят водой до 1 л); кислотный хром темно-синий (0,25 г индикатора растворяют в 10 мл буферного раствора и доводят объем до 50 мл этиловым спиртом); трилон Б — 0,05М раствор (18,613 г трилона Б растворяют при слабом нагревании в 200—300 мл воды, фильтруют в мерную колбу емкостью на 1 л, охлаждают и доводят водой до метки); цинк металлический по ГОСТу 989—41.

Ход анализа. Навеску препарата 0,15—0,30 г (или его раствора, содержащего 0,15—0,30 г препарата) помещают в колбу Эрленмейера емкостью 250 мл, добавляют 50 мл воды и 10 мл 10%-ного раствора карбоната натрия (или бикарбоната, или двухзамещенного фосфата натрия) *, перемешивают и дают постоять 20—30 мин для коагуляции осадка. Отфильтровывают осадок через фильтр «синяя лента», промывают 2—3 раза 3%-ным раствором реактива-осадителя, а затем вместе с фильтром переносят в колбу, где производят осаждение. Приливают 5 мл соляной кислоты (1:1), 20—30 мл воды и растворяют осадок. При анализе препарата ХХЦ осадок растворяется полностью, в случае препарата МХХЦ часть осадка (соединения меди) остается, поэтому производят повторное фильтрование через плотный фильтр. Осадок промывают 2—3 раза водой и отбрасывают. Фильтрат упаривают примерно до 100 мл (если объем его больше), приливают 30 мл буферного раствора, 4 мл концентрированного аммиака, 1 мл кислотного хрома темно-синего, нагревают до 50°C и титруют 0,05 М раствором трилона Б до перехода окраски из фиолетовой в густо-синюю. Перед концом титрования раствор трилона Б прибавляют медленно, и содержимое колбы тщательно перемешивают. Количество хлористого цинка вычисляют по формуле

$$\text{ZnCl}_2 = \frac{T \cdot V \cdot 100 \cdot 2,0846}{a} \%,$$

где T — титр трилона Б, г/мл;

V — объем трилона Б, пошедший на титрование, мл;

a — навеска препарата, г;

2,0846 — коэффициент пересчета.

Определение титра трилона Б. Титр трилона Б по цинку определяют по стандартному раствору цинка. Точную навеску — 1 г металлического цинка — растворяют в мерной колбе (емкостью 1 л) в 10 мл соляной кислоты (1:1) и доводят водой до метки; 50 мл полученного раствора переносят в колбу Эрленмейера емкостью 250 мл, нейтрализуют раствором аммиака (1:1) до появления слабой мути, добавляют 10—20 мл буферного раствора и доводят объем раствора до ~ 150 мл. Приливают 1 мл индикатора кислотного хрома темно-синего, нагревают до 50°C и титруют трилоном Б до перехода окраски из фиолетовой в густо-синюю. Титр трилона Б вычисляют по формуле

* При определении цинка в препарате МХХЦ в колбу дополнительно добавляют 1 г тиомочевины и осаждают цинк только карбонатом натрия.

$$T = \frac{H}{V} \text{ г/мл};$$

здесь H — количество цинка, содержащееся в объеме стандартного раствора, взятого на титрование, г;

V — количество трилона Б, пошедшее на титрование, мл.

В табл. 1 приведены данные определения цинка по предлагаемой методике.

Таблица 1

Препарат	Содержание хлористого цинка, %	Количество хлористого цинка, %, полученное при осаждении		
		карбонатом натрия	бикарбонатом натрия	двухзамещенным фосфатом натрия
ХХЦ	77,50	77,79	79,28	78,25
		79,59	78,92	79,07
		80,00	78,76	78,41
МХХЦ	73,00	73,04	49,70	68,92
		70,25	58,21	74,95
		69,89	50,08	66,75

Лучшие результаты для обоих препаратов получены при применении в качестве осадителя карбоната натрия.

Следовательно, метод объемного определения цинка в цинксодержащих препаратах и их растворах путем отделения цинка от хрома и меди в виде карбоната (или фосфата) с последующим его оттитрованием трилоном Б (или ферроцианидом) прост в исполнении и не требует значительной затраты времени. Относительная ошибка определения не превышает 4,0%*. Метод рекомендуем для определения цинка в препаратах ХХЦ и МХХЦ.

* Опубликованные ранее методики определения цинка дают относительную ошибку 5—10%, значительно сложнее по исполнению и требуют более дефицитных реактивов (Сборник научных трудов ЦНИИМОДа, вып. 26, 1971, стр. 112; ГОСТ 14648—69; ГОСТ 14649—69 и др.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анализ минерального сырья. Под ред. Ю. Н. Книпович. Госхимиздат, Л., 1956. [2]. Р. Ф. Гиллебрандт и др. Практическое руководство по неорганическому анализу. Гостехиздат, М., 1957. [3]. А. И. Пономарев. Методы химического анализа минералов и горных пород. АН СССР, М., 1955. [4]. Р. Пршибил. Комплексоны в химическом анализе. ИЛ, М., 1960. [5]. A. W. P. A. Proc. vol. 53, 1957, [6]. A. W. P. A. Proc. vol. 54, 1958.

Поступила 21 мая 1973 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИКИ
И ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ
ЭКСТРУЗИОННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. Н. СМЕРНОВ

ВНИИДрев

На основании исследований математической модели САР методами современной теории автоматического регулирования и экспериментально полученных динамических характеристик звеньев автором выведено полное дифференциальное уравнение процесса прессования и определены передаточные функции звеньев САР.

Необходимое условие улучшения качества и повышения производительности производства экструзионных плит — автоматизация управления процессом прессования плит в экструзионном прессе. Построению системы автоматического управления таким сложным процессом как прессование экструзионных плит предшествует задача, связанная с построением математической модели. Последняя включает описание связей между основными переменными исследуемого процесса как в установившихся режимах (статическая модель), так и во времени при переходе от одного режима к другому (динамическая модель).

В результате первого этапа формализации процесса прессования экструзионных плит [4] (рис. 1) были определены основные переменные: а) управляемые параметры (характеристики процесса) — плотность ρ_n (один из основных показателей качества готовой продукции) и скорость прессования плит $V_{пр}$ (скорость выхода плит из показателей качества готовой производительности); б) управляющие воздействия — число ходов плунжера в минуту n и температура нагрева плит прессы t_n ; в) возмущающее воздействие — влажность прессмассы $W_{пм}$.

Связи между переменными процесса прессования можно установить путем экспериментального определения статических и динамических характеристик.

Исследовательские работы были проведены нами на промышленном прессе КО73 производства Днепропетровского завода прессов в цехе по изготовлению экструзионных плит Калужского СМК «Гигант».

Статические характеристики вида $\rho_n = F_1(n, t_n)$ и $V_{пр} = F_2(n, t_n)$ экспериментально определяли, считая постоянными следующие техно-

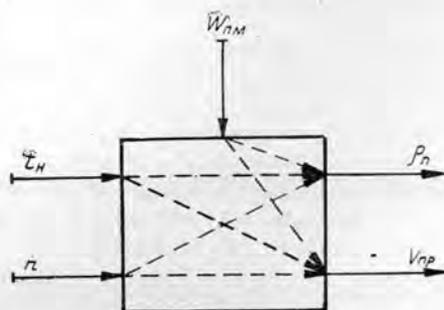


Рис. 1. Структурная модель процесса прессования экструзионных плит.

логические факторы: толщину δ_n и ширину B_n плит (16 мм и 1250 мм); количество дозируемой прессмассы в канал пресса $q = 80$ г/об; влажность прессмассы $W_{пм} = 9,8 \div 10,2\%$; продолжительность технологической выдержки прессмассы перед прессованием в бункерах запаса $\tau_b = 2 \div 5$ мин.

Вначале определяли изменение скорости прессования и плотности плит от изменения числа ходов плунжера в минуту при постоянной, кроме перечисленных параметров, температуре нагрева плит пресса t_n , равной 178°C . Показания скорости прессования и плотности плит непрерывно регистрировались для каждого из пяти значений числа ходов плунжера в минуту (112, 136, 144, 156 и 180 ход/мин). Изменение числа ходов плунжера в минуту осуществлялось задатчиком скорости тиристорного привода главного электропривода пресса. Скорость прессования (скорость выхода плиты из канала пресса) определяли следующим образом. При выходе экструзионной плиты из канала на плите ставили отметку. При достижении отметкой нуля мерной линейки, закрепленной на шине зажимного лотка пресса, начинали отсчет времени по секундомеру (то есть определяли путь, пройденный плитой за 1 мин). Для каждого значения числа ходов плунжера измерения повторяли дважды.

Одновременно с определением скорости прессования плотность плит регистрировали двумя методами — аналитическим и весовым.

Аналитический метод базируется на том, что интенсивность поступления прессмассы в канал пресса $q_{пм}$ равна интенсивности выхода готовых плит Q_n . Значения $q_{пм}$ и Q_n можно определить по формулам

$$q_{пм} = qn; \quad (1)$$

$$Q_n = B_n \cdot \delta_n \rho_n V_{пр}. \quad (2)$$

Приравняв правые части уравнений (1) и (2), получим выражение для плотности экструзионных плит

$$\rho_n = \frac{qn}{B_n \delta_n V_{пр}} \text{ г/см}^3, \quad (3)$$

то есть при постоянных q , n , B_n и δ_n для каждого i -того значения скорости прессования можно определить i -тое значение плотности плит.

Для большей достоверности был применен также и весовой метод определения плотности [5] (при сравнении показаний, полученных обоими методами, расхождения получились незначительными).

Далее определяли изменение скорости прессования и плотности плит от температуры нагрева плит пресса при постоянных выше перечисленных параметрах и постоянном числе ходов плунжера в минуту ($n = 144$ ход/мин).

Температуру нагрева плит пресса изменяли путем снижения давления теплоносителя P_T (перегретой воды), подаваемого из котельной к экструзионному прессу. Давление уменьшали вентилем, одновременно регистрируя его по манометру со шкалой 0—10 атм, установленному за вентилем. Температуру нагрева плит пресса регистрировали логометром ЛПр-53 со шкалой 0—200°C, кл. 1, 5. В качестве датчиков температуры использовали платиновые термометры сопротивления, установленные по ходу теплоносителя — на входе и выходе плит пресса. Максимальному значению давления теплоносителя в 10 атм соответствовала температура нагрева 180°C , а давлению

8,2 атм — 175°C. Значения 180°C и 175°C — верхний и нижний пределы температуры нагрева по требованиям, предъявляемым к процессу прессования технологией производства экструзионных плит. Промежуточные точки равнялись 176, 177 и 178°C. Проверочный контроль температуры нагрева осуществляли периодически стеклянным термометром, установленным во втулке теплопровода.

Изменение скорости прессования и плотности плит при изменении температуры нагрева проводили изложенным выше методом. Для каждого значения числа ходов плунжера в минуту и температуры нагрева плит пресса опыт проводили до тех пор, пока не наступал новый, установившийся режим прессования. До установления других значений n и t_n «старые» режимы, как рекомендует А. П. Копелович [2] для медленно меняющихся процессов, выдерживали около 3 мин. Результаты экспериментов по снятию статических характеристик вида $\rho_n = F_1(n, t_n)$ и $V_{пр} = F_2(n, t_n)$ приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Число ходов плунжера в минуту	Скорость прессования Плотность плит*	Температура нагрева плит пресса, °C	Скорость прессования Плотность плит*
112	$\frac{50,94}{0,850}$	180	$\frac{91,4}{0,650}$
136	$\frac{62,90}{0,864}$	178	$\frac{90}{0,668}$
144	$\frac{70,0}{0,821}$	177	$\frac{88,4}{0,675}$
156	$\frac{78,1}{0,798}$	176	$\frac{82,6}{0,697}$
180	$\frac{92,5}{0,781}$	175	$\frac{76,8}{0,75}$

* В числителе показания скорости прессования, см/мин; в знаменателе — показания плотности плит, г/см³.

Чтобы судить о средней величине одного свойства по величине другого свойства и не производить каждый раз новых опытов, результаты эксперимента (табл. 1) аппроксимировали следующими аналитическими выражениями

$$V_{пр} = \frac{n^{1,26}}{1,74} \text{ см/мин}; \quad (4)$$

$$V_{пр} = \frac{t_n^{6,59}}{7,76 \cdot 10^6} \text{ см/мин}; \quad (5)$$

$$\rho_n = 1,056 - 16 \cdot 10^{-4} n \text{ г/см}^3; \quad (6)$$

$$\rho_n = \frac{1}{0,64 t_n - 9,89} \text{ г/см}^3. \quad (7)$$

Максимальная разница в показаниях скорости прессования, полученных экспериментально и вычисленных по формуле (4), не превышает 0,8 см/мин (1,02%), а по формуле (5) — 4,4 см/мин (4,9%). Наибольшая разница в показаниях плотности плит, найденных экспериментально и вычисленных по формулам (6) и (7), составляет соответственно 0,0202 г/см³ (2,3%) и 0,03 г/см³ (4,6%). (В инженерной практике допускается отклонение в пределах 5—10%, то есть получен-

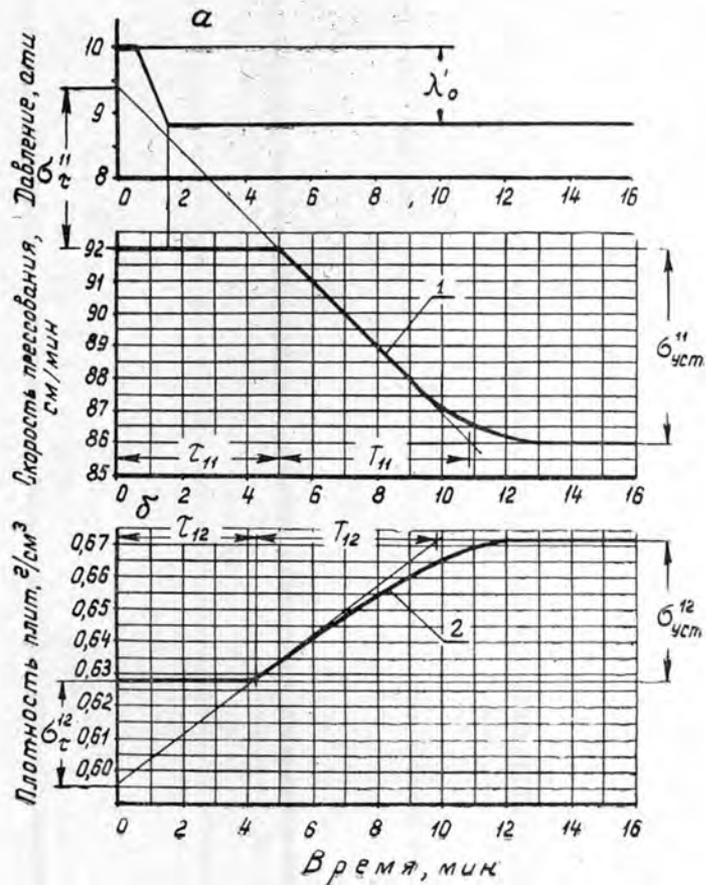


Рис. 2. Динамические характеристики экструзионного прес-са при ступенчатом изменении давления теплоносителя.
а — кривая разгона 1 — изменение скорости прессования; б — кривая разгона 2 — изменение плотности плит.

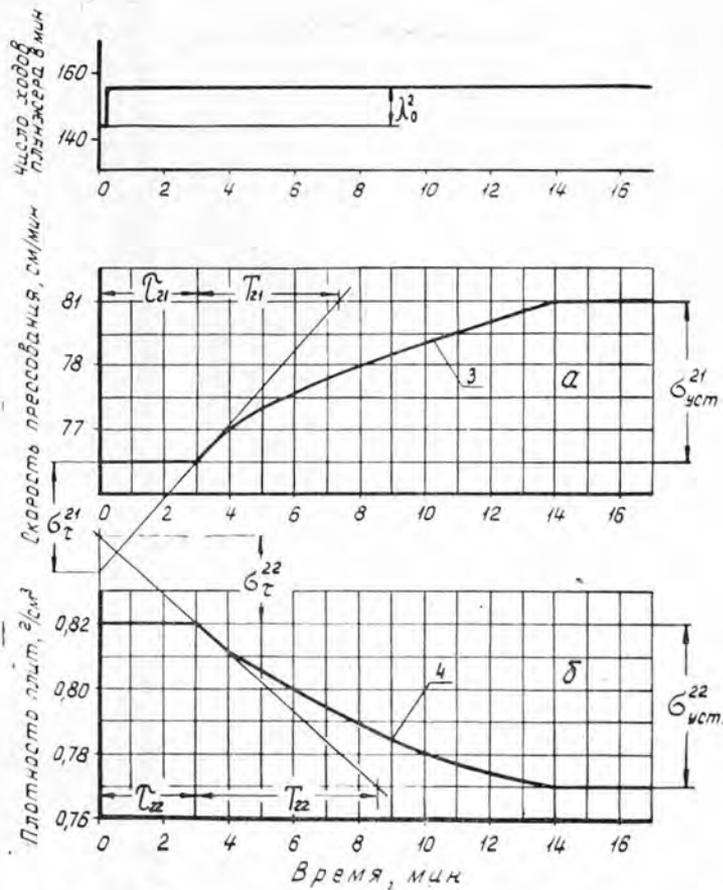


Рис. 3. Динамические характеристики экструзионного прес-са при ступенчатом изменении числа ходов плунжера в минуту.
а — кривая разгона 3 — изменение скорости прессования; б — кривая разгона 4 — изменение плотности плит.

Таблица 2

Возмущение	Кривая разгона	Величина возмущения λ_0	Динамические свойства объекта исследования					коэффициент передачи объекта $K_{об.ик} = \frac{G_{уст}}{\lambda_{1,2} \tau_{ik}}$
			чистое запаздывание $\tau_{ik}, \text{ мин.}$	постоянная времени $T_{ik}, \text{ мин.}$	τ_{ik}/T_{ik}	скорость разгона $\varepsilon_{ik} = \frac{G_{-ик}}{\lambda_{1,2} \cdot \tau_{ик}}$		
Прикрытием вентиля	1	1,2 атм	5	5,8	0,862	0,83 см/атм·мин ²	71,6 см/мин·атм	
	2	1,2 атм	4,3	5,5	0,781	0,0064 г/см ³ , атм·мин	0,562 г/см ³ ·атм	
Поворотом рукоятки задатчика скорости	3	12 ход./мин	3	4,4	0,681	0,097 см/ход·мин	6,75 см/ход	
	4	12 ход./мин	3	5,6	0,536	7,5 · 10 ⁴ г/см ³ ·ход	0,064 г мин/см ³ ·ход	

ные уравнения статики процесса прессования вполне пригодны для дальнейших исследований).

Для установления связи между скоростью прессования и плотностью плит при изменении влажности прессмассы воспользуемся данными одной из работ [1]. Скорость прессования плит в экструзионном прессе КО73 определяется выражением

$$\frac{24}{\tau_{св}} \ll V_{пр} = \Delta n \ll \frac{158}{\tau_{пр}}, \quad (8)$$

где $\tau_{св}$ — время отверждения связующего, мин;

$\tau_{пр}$ — продолжительность прогрева формирующейся плиты, мин;

Δ — величина элементарного слоя (подача), см;

n — число ходов плунжера в минуту.

Из выражения (8) находим

$$\tau_{пр} = \frac{158}{V_{пр}} \text{ мин.} \quad (9)$$

Продолжительность прогрева зависит от влажности прессмассы $W_{пм}$

$$\tau_{пр} = \frac{30z}{W_{пм}^{0,15}} \text{ мин,} \quad (10)$$

где z — коэффициент, учитывающий породу и форму древесных частиц.

Приравняв правые части уравнений (9) и (10) и решив относительно $V_{пр}$, получим

$$V_{пр} = \frac{5,26}{z} W_{пм}^{0,15} \text{ см/мин.} \quad (11)$$

Продолжительность прогрева также возрастает с увеличением плотности плит

$$\tau_{пр} = 2,9z\rho_n^{0,65} \text{ мин.} \quad (12)$$

Приравняв правые части уравнений (10) и (12) и решив относительно ρ_n , найдем

$$\rho_n = \frac{35,67z}{W_{пм}^{0,23}} \text{ г/см}^3. \quad (13)$$

Для определения и исследования динамических характеристик и

свойств экструзионного пресса как объекта управления применяли наиболее рациональный, ввиду простоты и малой продолжительности, метод, заключающийся в получении кривых разгона (то есть кривых изменения во времени выходных управляемых величин: скорости прессования и плотности экструзионных плит) при нанесении следующих скачкообразных возмущений на входе пресса: числа ходов плунжера в минуту и давления теплоносителя, подаваемого к нагревательным плитам пресса.

Перед снятием кривых разгона было достигнуто установившееся состояние объекта путем стабилизации технологических параметров процесса экструзии ($q = 80$ г/об, $W_{\text{пл}} = 9,8 \div 10\%$). На основании полученных статических характеристик (табл. 1) и имеющегося опыта эксплуатации экструзионных прессов КО73 были установлены линейные участки и выбраны величины вносимых возмущений: 12 ход/мин (ступенчатое изменение в сторону увеличения со 144 до 156 ход/мин) и 1,2 ати (ступенчатое изменение в сторону уменьшения с 10 до 8,8 ати), что соответствовало скачку со 180 до 177°C. Возмущение по каналу управления: число ходов плунжера в минуту — скоростью прессования (плотность плит) осуществлялось резким поворотом рукоятки задатчика скорости (при этом температура нагрева до наступления установившегося процесса оставалась постоянной, $t_n = 180^\circ\text{C}$). Возмущение по каналу: давление теплоносителя P_T (температура нагрева) — скорость прессования (плотность плит) производилось быстрым поворотом вентиля (при этом число ходов плунжера также было стабилизировано до наступления равновесия и составляло 144 ход/мин).

На основании полученных данных построены динамические характеристики — кривые разгона (рис. 2, а, б и 3, а, б). Из кривых разгона 1—4 по общепринятой методике [2] были определены параметры, характеризующие динамические свойства экструзионного пресса: запаздывание τ , постоянная времени T , отношение τ/T , скорость разгона E и коэффициент передачи объекта $K_{об}$. Результаты обработки кривых разгона приведены в табл. 2.

Используя принцип наложения [3] и учитывая внутренние связи, можно описать объект исследования с помощью временных характеристик при ограничении, что влажность прессмассы — величина постоянная, то есть до процесса прессования существует система стабилизации этого параметра. В результате уравнение динамики процесса прессования имеет вид

$$\left. \begin{aligned} V_{\text{пр}}(p) &= P_T(p) \cdot W_{11}(p) + n(p) \cdot W_{21}(p); \\ \rho_n(p) &= P_T(p) \cdot W_{12}(p) + n(p) \cdot W_{22}(p), \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

где $W_{11}(p)$ и $W_{21}(p)$ — передаточные функции объекта, определяющие влияние на скорость прессования соответственно обоих воздействий: давления теплоносителя P_T и числа ходов плунжера n ;

$W_{12}(p)$ и $W_{22}(p)$ — то же для плотности плит.

Из характера кривых разгона 1—4 видно, что экструзионный пресс обладает свойством самовыравнивания, а также инерцией и запаздыванием. Практически такой сложный объект можно аппроксимировать с достаточной степенью точности двумя последовательно соединенными звеньями — звеном с чистым запаздыванием τ и инерционным (звеном первого порядка с постоянной времени T), то есть передаточные функции $W_{11}(p)$, $W_{12}(p)$, $W_{21}(p)$ и $W_{22}(p)$ можно записать в виде

$$W_{ik}(p) = \frac{K_{об\ ik}}{T_{ik}p + 1} e^{-p\tau_{ik}} \quad (15)$$

Используя численные значения динамических параметров экструзионного пресса и подставив значения $W_{ik}(p)$ из уравнения (15) в равенство (14), получим полное уравнение динамики процесса прессования.

$$\left. \begin{aligned} V_{пр}(p) &= P_{\tau}(p) \frac{71,6}{5,8p + 1} e^{-5p} + n(p) \frac{6,75}{4,4p + 1} e^{-3p}; \\ \rho_n(p) &= P_{\tau}(p) \frac{0,562}{5,5p + 1} e^{-4,3p} + n(p) \frac{0,064}{5,6p + 1} e^{-3p}. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Из характера кривых разгона 1—4 и данных табл. 2 видно, что динамические свойства экструзионного пресса различаются в зависимости от того, по какому каналу управления наносилось возмущение. Так, с увеличением числа ходов плунжера в минуту (в диапазоне, соответствующем линейному участку статической характеристики) увеличивается скорость прессования и становится меньше плотность плит. При снижении давления теплоносителя динамические свойства экструзионного пресса ухудшаются ($\tau_{11}, \tau_{12} > \tau_{21}, \tau_{22}$), растет инерционность. Преобладание давления теплоносителя (температуры нагрева плит пресса) над такой переменной как число ходов плунжера в минуту вызывает необходимость стабилизировать эту переменную.

Расчитанные и изложенные в табл. 2 численные значения параметров, характеризующие экструзионный пресс как объект управления, можно использовать при выборе необходимых типов регуляторов и определить параметры их оптимальной настройки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Завражнов. Прессование древесностружечных плит в экструзионном прессе. ВНИИПИЭИЛеспром, М., 1969. [2]. А. П. Копелович. Инженерные методы расчета при выборе автоматических регуляторов. Металлургиздат, М., 1960. [3]. В. Я. Ротач. Расчет настройки промышленных систем регулирования. Госэнергоиздат, М.—Л., 1961. [4]. В. Н. Смирнов. Автоматизация управления процессом прессования экструзионных плит. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1971. [5]. Г. М. Шварцман. Физико-механические свойства стружечных плит. Деревообработка. ЦНИТИБумдревпром, М., 1962.

Поступила 31 января 1972 г.

УДК 62-52

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТАЛКИВАНИЯ БРЕВЕН СБРАСЫВАТЕЛЯМИ

М. П. КУДИНОВА, А. А. КУДИНОВ

Брянский технологический институт

Исследован процесс сталкивания бревен при сортировке, проведен анализ причин разброса торцов и перекоса бревен и внесены предложения по устранению этих причин.

При сталкивании бревен с продольных транспортеров возникают разброс торцов и перекося бревен, влияющие на траекторию свободного падения бревна. В результате могут возникнуть аварийные положения, снижающие общую производительность сортировочной линии.

С целью изучения причин разброса торцов и перекоса бревен были проведены теоретические исследования процесса сталкива-

ния. Методика исследования заключалась в математическом описании траектории движения точек сегментного сбрасывателя (аналогично можно изучить работу любого другого сбрасывателя, применяемого в лесной промышленности).

Были сделаны следующие допущения: во-первых, бревно при сталкивании не отрывается от сегмента сбрасывателя; во-вторых, бревно сталкивается двумя сегментными элементами сбрасывателей; в-третьих, внешний контур бревна описывается как усеченный конус, причем его ось совпадает с осью продольного транспортера.

Внешний контур сегмента описывается по логарифмической спирали вида

$$\rho = \rho_0 e^{m\varphi}, \quad (1)$$

где ρ — радиус сегмента;

ρ_0 — постоянная величина, равная минимальному радиусу сегмента;

e — основание натурального логарифма;

φ — угол поворота сегмента;

m — постоянная логарифмической спирали.

$$m = \operatorname{ctg} \alpha, \quad (2)$$

здесь α — угол между нормалью и радиусом-вектором логарифмической спирали, по которой описывается боковая поверхность сегмента;

$$\varphi = \omega T, \quad (3)$$

где ω — угловая скорость сегмента;

T — время, за которое сегмент совершит рабочий ход.

Подставляя величину φ из уравнения (3) в выражение (1), получим

$$\rho = \rho_0 e^{m\omega T}. \quad (4)$$

$$d\rho = \rho_0 m \omega e^{m\omega T} dT.$$

Пробег бревна ΔL до контакта с одним из сегментов зависит от скорости движения V_1 продольного транспортера и времени t , в течение которого сегмент из начального положения дойдет до контакта с поверхностью бревна

$$\Delta L = L' - L = V_1 t, \quad (6)$$

здесь L' — расстояние от начальной точки контакта одного сегмента с поверхностью бревна до торца бревна;

L — расстояние от оси вращения сегмента до торца бревна в момент включения привода вращения сегмента.

Величину t определяют из условия (рис. 1)

$$h - \frac{d'}{2} = \int_0^t d\rho, \quad (7)$$

где h — расстояние от оси вращения сегмента до оси продольного транспортера;

d' — диаметр бревна в начальный момент контакта его с сегментом;

$$\frac{d'}{2} = \sqrt{a(d-a)}, \quad (8)$$

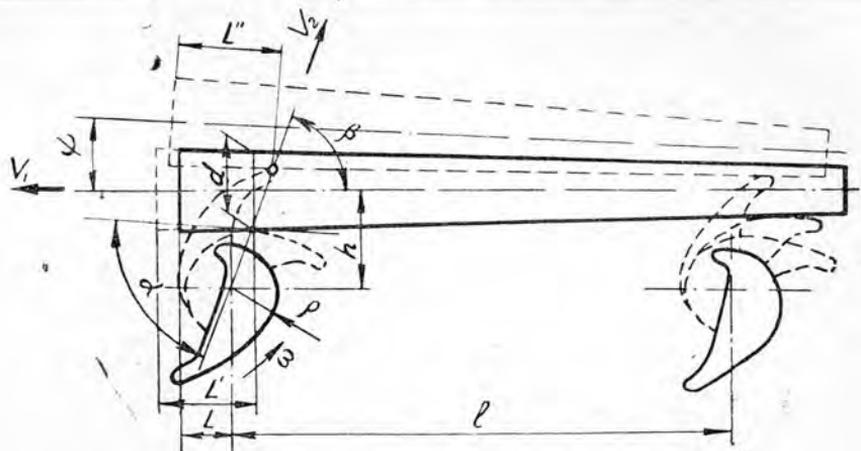


Рис. 1. Расчетная схема к определению оптимальной скорости столкновения бревен сбрасывателями.

здесь a — высота от продольного транспортера до точки контакта бревна с сегментом;

d — номинальный диаметр бревна.

Подставляя значение $d\rho$ из выражения (5) и $\frac{d'}{2}$ из уравнения (8) в равенство (7) и решая его относительно времени, определим

$$t = \frac{\ln\left(\frac{h}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} V a (d-a) + 1\right)}{m\omega}, \quad (9)$$

тогда

$$\Delta L = V_1 \frac{\ln\left(\frac{h}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} V a (d-a) + 1\right)}{m\omega}. \quad (10)$$

Из формулы (10) следует, что с увеличением скорости вращения сегментов пробег бревен разных диаметров уменьшается, то есть становится меньше разброс торцов. При свободном падении бревна с транспортера этот разброс вновь увеличивается, для уменьшения его предусматривается ориентирующе-спускное устройство.

Так как бревно по длине имеет сбеги, один из сегментов раньше другого коснется бревна: этим определится перекося бревна S_T на продольном транспортере

$$S_T = \psi l, \quad (11)$$

где ψ — угол перекося бревна;

l — расстояние между центрами вращения сегментов.

Перекося бревна приводит к смещению центра его тяжести за эстакаду, в то время как конец бревна находится на ней. Это ведет, из-за возникающего вращающего момента, к кувыркам, ныркам, то есть к аварийным положениям. Для их исключения предусматривается применение ориентирующего устройства.

Итак, высокая скорость столкновения при установке дополнительных ориентирующе-спускных устройств обеспечит параллельное, с малым разбросом торцов, падение бревен в карманы-накопители или на поперечные транспортеры.

УДК 621.86:658,3

ТРОСО-БЛОЧНАЯ СИСТЕМА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Д. Д. РЕПРИНЦЕВ, Ю. И. МЕРЕМЬЯНИН

Воронежский лесотехнический институт

Рассматриваются случаи производственного травматизма, связанные с эксплуатацией тросо-блочной системы, анализируется процесс формирования опасной ситуации и предлагаются формулы для определения вероятности падения груза.

При эксплуатации многих машин, применяемых на различных фазах лесозаготовительного процесса, существенное влияние на уровень травматизма оказывает наличие большого количества блоков и канатов. Большинство несчастных случаев связано с эксплуатацией основного элемента тросо-блочных систем грузоподъемных кранов — стального каната. Случаи травм распределяются следующим образом: укол тросом 62,7%; удар тросом 34,2%; травма вследствие обрыва троса 3,1%.

Установлено, что 75% несчастных случаев происходят в связи с неисправностью тросо-блочных систем и, в первую очередь, вследствие недопустимого износа каната (обрыв проволок и прядей).

Преждевременный износ блоков и канатов, являющийся следствием брака в их изготовлении или нарушения правил эксплуатации, быстро нарастает и наблюдается даже после непродолжительной работы, что способствует созданию опасной ситуации. Наиболее опасны аварии, связанные с обрывом грузовых, стреловых и строповочных канатов. При этом во всех случаях падает пакет древесины, что, в свою очередь, приводит к нарушению устойчивости кранов. В связи с тем, что в рабочей зоне кранов и установок в это время ведутся работы, при таких авариях, как правило, опасная ситуация реализуется в несчастные случаи. Случаи производственного травматизма по причине обрыва канатов происходят редко, но в большинстве своем они сопровождаются тяжелыми последствиями.

Проследим процесс формирования аварийных ситуаций из-за повреждений тросо-блочной системы механизма подъема (рис. 1). При этом взяты неисправности (они обозначены жирными рамками), наиболее часто встречающиеся в практике эксплуатации тросо-блочных систем башенных и самоходных стреловых кранов. Любое из повреждений может привести к опасной ситуации в результате падения груза. Причины, вызывающие неисправности, показаны на схеме справа.

Определим вероятность падения груза, используя при этом буквенные обозначения событий, принятые на схеме. Очевидно, событие A произойдет, если произойдут события B или D_1 . Согласно положению алгебры логики,

$$A = B + D_1. \quad (1)$$

Обозначив вероятность событий через P , на основании теоремы сложения вероятностей получим

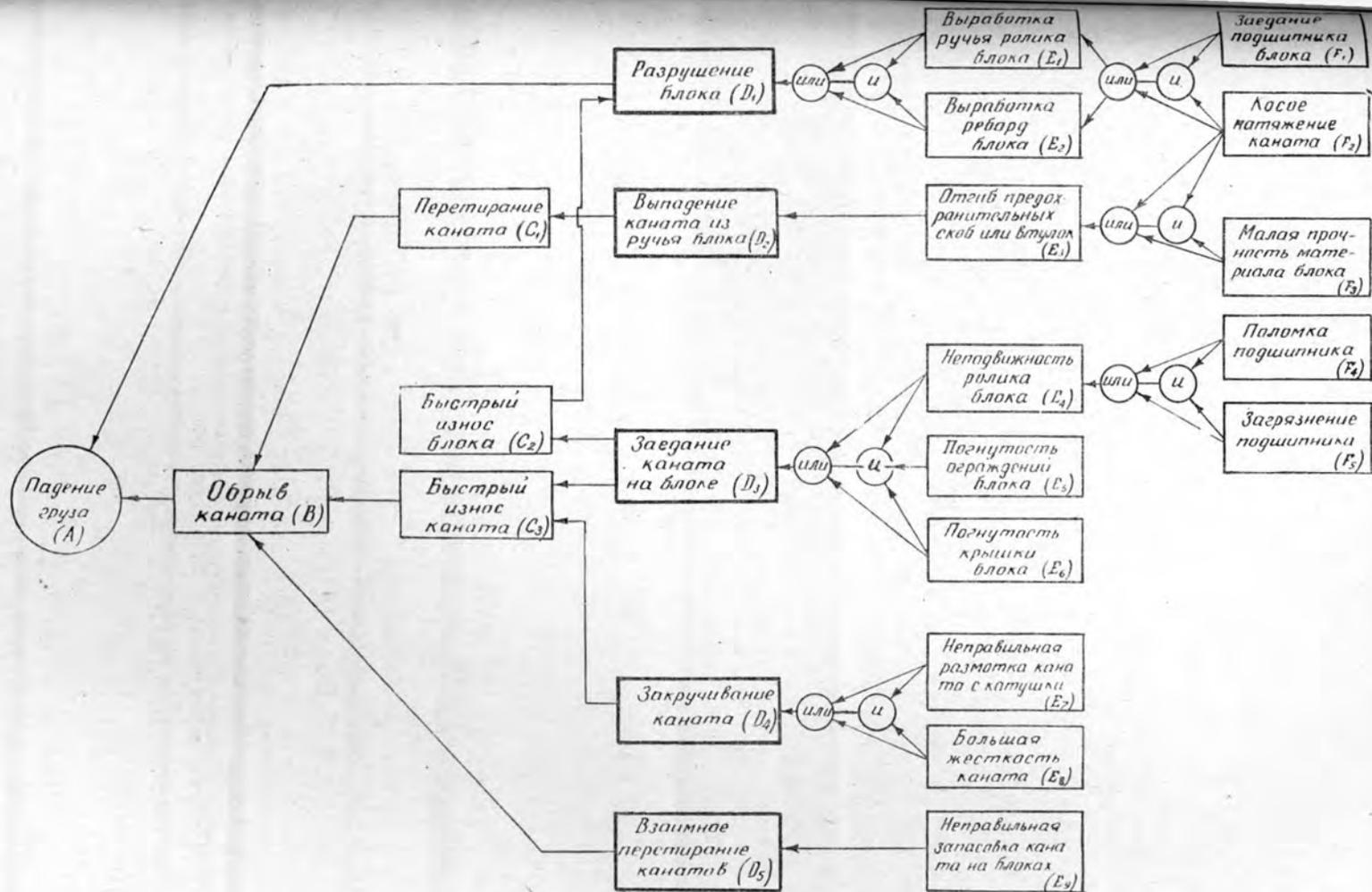


Рис. 1. Графическое представление формирования аварийных ситуаций.

$$P(A) = P(B) + P(D_1) - P(B) \cdot P(D_1). \quad (2)$$

На рис. 1 показана взаимосвязь событий, приводящих к падению груза. Поскольку к событию A приводят несколько параллельных путей взаимосвязанных событий, эта схема причинной связи событий параллельна.

Рассмотрим формирование аварийной ситуации в результате обрыва каната. К этому событию приводят три параллельных пути, для каждого из которых, на основании теорем сложения и умножения вероятностей, вероятность определяют по уравнениям

$$\text{I. } P_1(B) = [P(F_2) + P(F_3) - P(F_2) \cdot P(F_3)] \cdot P(E_3) \cdot P(D_2) \cdot P(C_1); \quad (3)$$

$$\text{II. } P_2(B) = [P_1(D_3) + P_1(D_4) - P_1(D_3) \cdot P_1(D_4)] \cdot P(C_3); \quad (4)$$

$$\text{III. } P_3(B) = P(E_0) \cdot P(D_5). \quad (5)$$

В формуле (4) обозначено:

$P_1 D_4$ — вероятность заедания каната в результате неподвижности ролика, погнутой ограждения и погнутой крышки блока;

$P_1(D_4)$ — вероятность закручивания каната из-за неправильной его размотки с катушки или большой жесткости.

$$P_1(D_3) = \{ [P(F_4) + P(F_5) - P(F_4) \cdot P(F_5)] \cdot P(E_4) \cdot [1 - P(E_5) - P(E_6) + P(E_5) \cdot P(E_6)] + P(E_5) + P(E_6) - P(E_5) \cdot P(E_6) \} \cdot P(D_3);$$

$$P_1(D_4) = [P(E_7) + P(E_8) - P(E_7) \cdot P(E_8)] \cdot P(D_4).$$

Полная вероятность обрыва каната как сумма вероятностей трех совместных событий, определяемых по формулам (3), (4) и (5), имеет вид

$$P(B) = P_1(B) + P_2(B) + P_3(B) - P_1(B) \cdot P_2(B) - P_1(B) \cdot P_3(B) - P_2(B) \cdot P_3(B) + P_1(B) \cdot P_2(B) \cdot P_3(B)$$

или

$$P(B) = \sum_{i=1}^3 P_i(B) - \sum_{i,j} P_i(B) \cdot P_j(B) + \prod_{i=1}^3 P_i(B). \quad (6)$$

Аналогичные выражения можно найти и для $P(D_1)$, имея в виду, что к событию D_1 приводят два параллельных пути:

$$\text{I. } P_1(D_1) = [P(F_1) + P(F_2) - P(F_1) \cdot P(F_2)] \times [P(E_1) + P(E_2) - P(E_1) \cdot P(E_2)]; \quad (7)$$

$$\text{II. } P_2(D_1) = P_1(D_3) \cdot P(C_2). \quad (8)$$

Полная вероятность разрушения блока

$$P(D_1) = P_1(D_1) + P_2(D_1) - P_1(D_1) \cdot P_2(D_1)$$

или

$$P(D_1) = \sum_{i=1}^2 P_i(D_1) - \prod_{i=1}^2 P_i(D_1). \quad (9)$$

Подставляя в выражение (2) значение $P(B)$ из формулы (6), а $P(D_1)$ из уравнения (9), найдем полную вероятность аварии вследствие падения груза.

В результате обработки статистических данных получены значения вероятностей обрыва каната $P_1 = 0,007$; $P_2 = 0,002$; $P_3 = 0,0035$. Подставляя эти значения в формулу (6), определим полную вероятность обрыва каната $P(B) = 0,00619$. Это означает, что в шести случаях из тысячи возможна авария из-за обрыва грузового каната стреловых самоходных и башенных кранов.

Потенциальная опасность обрыва каната выше, так как приведенный расчет учитывает далеко не все факторы, способствующие возникновению производственного травматизма. Так, обрыв канатов может произойти и по причинам, не зависящим от состояния элементов тросо-блочной системы, например, вследствие подтягивания крюка до упора при включенном механизме подъема, нарушения в работе ограничителей грузоподъемности и др., а падение груза, кроме того, может быть обусловлено неисправностью тормозной системы. Тем не менее, полученные выражения позволяют проанализировать каждую из основных причин возникновения аварии в связи с падением груза, найти пути наиболее действенного влияния на вероятность формирования опасных ситуаций вследствие эксплуатационных неисправностей элементов тросо-блочных систем.

Вводя те или иные технические и организационные усовершенствования в работе тросо-блочных систем, можно существенно снизить вероятности некоторых событий, а в ряде случаев свести эти вероятности к нулю. При этом выражения (2), (6) и (9) останутся прежними, но слагаемые, входящие в них, по своей величине становятся меньше, что существенно снижает значение $P(A)$. Так, например, если блок изготовить из материала более высокой прочности, то практически можно считать, что $P(F_3) = 0$; если ограждения блока будут достаточно жесткими, то величиной $P(E_5)$ можно пренебречь.

Своевременные меры по ликвидации той или иной неисправности или нарушения в эксплуатации приведут к упрощению формул (2), (6), (9), что свидетельствует о снижении потенциальной угрозы производственного травматизма.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.92

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ СОСНЯКА ВЕРЕСКОВОГО
КУЛЬТУРОЙ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА

Б. Д. ЖИЛКИН, Т. С. БЕРЕГОВА

Белорусский технологический институт

На основании опубликованных ранее материалов проведено определение экономической эффективности биологической мелиорации лесных культур в сосняке вересковом. Установлено, что к возрасту рубки рентабельность лесовыращивания с биологической мелиорацией должна быть выше контроля на 65,3%, что обеспечит получение дополнительной продукции на сумму 480 руб. с 1 га насаждения.

Определение экономической эффективности биологической мелиорации леса культурой многолетнего люпина (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) связано с известными трудностями. Как показывают результаты исследований коллектива кафедры лесоводства БТИ, улучшающее влияние люпина распространяется на все компоненты биогеоценоза: климатоп, эдатоп, фито-, зоо- и микробиоценоз.

Из-за отсутствия методики определения экономической эффективности биологической мелиорации лесных биогеоценозов мы вынуждены пользоваться лишь ориентировочным анализом повышения продуктивности древесины, учитывая, что товарная древесина получается не сразу после введения люпина, а по истечении длительного времени, при рубке главного пользования. Поскольку нет опытных объектов с длительным ростом насаждений после введения в них люпина, мы используем доступные способы прогнозирования хода роста насаждений.

Настоящая работа выполнена по данным самого продолжительного из сохранившихся отечественных опытов по изучению влияния многолетнего люпина на рост сосновых культур. Опыт заложен в Негорельском лесничестве Минской области на дерново-подзолистой среднеподзоленной связнопесчанистой почве, развитой на флювиогляциальных песках с глубоким залеганием грунтовых вод, в типе лесорастительных условий — сухой бор (A₁), типе леса — сосняк вересковый, в культурах сосны 1923 г. с введенным в 1931 г. многолетним люпином (рис. 1). Исследования на этом объекте начаты Б. Д. Жилкиным в 1948 г. с закладкой стационара № 5^а, состоящего из двух секций: с люпином и контрольной.

В основу расчета экономической эффективности положены уже опубликованные данные [2] — [5]. Для исследуемого объекта на основании 40-летних фактических данных роста насаждения с люпином авторами [5] построена математическая модель прогнозирования запаса насаждения по обеим секциям до возраста рубки.



Рис. 1. Общий вид секции с люпином на стационаре 5^а в сосняке вересковом Негорельского учебно-опытного лесхоза в августе 1970 г. (спустя 40 лет после введения многолетнего люпина)*.

Данные о ходе роста запаса насаждений позволили проследить изменение экономических показателей по мере роста леса, начиная с создания насаждения до возраста главной рубки.

В качестве основных показателей экономической эффективности использованы: а) размер продукции в натуральном и денежном выражении для насаждений по возрастным категориям; б) себестоимость выращивания 1 га леса и 1 м³ древесины для этих же возрастных групп; в) рентабельность выращивания 1 га леса и 1 м³ древесины [6].

Таблица 1

Запас	Эффективная продуктивность насаждений, м ³ /га, по 10-летним периодам лесовосстановления								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Оставляемой части насаждения	—	27	89	144	202	251	290	327	352
	—	52	115	197	274	341	393	438	473
Выбираемой части	—	6	23	69	109	154	196	233	268
	—	11	29	77	125	174	215	255	289
Общий	1	33	111	213	311	405	486	560	620
	2,6	63	144	274	399	515	608	694	762

Примечание. В табл. 1 и 2 в числителе приведены данные для контроля, в знаменателе — для секции с люпином.

* Вес общей органической массы деревьев I—III классов продуктивности, оставшихся после первой рубки ухода в 1969 г. (на 47-м году жизни сосны), выше контроля на 80 т/га, или на 56%, стволов — на 54%, корней — на 89%, хвои — на 77%, сучьев и ветвей (без хвои) — на 15%. Улучшилась мелиоративная эффективность биогеоценоза (водоохранные, почвозащитные и рекреационные свойства), повысилась пожароустойчивость (легко воспламеняющийся вереск вытеснен люпином).

Для удовлетворения потребности народного хозяйства в древесине на современном этапе развития лесозаготовительной промышленности и производственной деятельности лесохозяйственных предприятий заготавливается в основном стволовая древесина по рубкам главного и промежуточного пользования. Поэтому для наших исследований эффективной продуктивности в продукцию был включен только общий стволовой запас насаждения в натуральном выражении (табл. 1).

Денежное выражение продукции, или экономическую продуктивность насаждения (табл. 2), определяли отдельно для оставляемой и выбираемой частей. Оставляемую часть оценивали по II поясу II разряда лесных такс (прейскурант 07—01), выбираемую по II поясу II разряда прейскуранта 07—02 на заготовленную древесину в лесу.

Таблица 2

Показатели эффективности	Экономическая эффективность выращивания лесных культур в разных возрастных группах								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Экономическая продуктивность, руб./га	—	$\frac{53}{100}$	$\frac{202}{261}$	$\frac{468}{614}$	$\frac{717}{975}$	$\frac{999}{1337}$	$\frac{1257}{1619}$	$\frac{1495}{1928}$	$\frac{1689}{2159}$
Себестоимость выращивания, руб./га	$\frac{72}{88}$	$\frac{136}{178}$	$\frac{235}{285}$	$\frac{450}{442}$	$\frac{597}{568}$	$\frac{715}{674}$	$\frac{811}{759}$	$\frac{901}{837}$	$\frac{978}{907}$
Себестоимость выращивания 1 м ³ , р.—к.	$\frac{72-00}{34-00}$	$\frac{4-12}{2-82}$	$\frac{2-12}{1-98}$	$\frac{2-10}{1-61}$	$\frac{1-92}{1-42}$	$\frac{1-76}{1-31}$	$\frac{1-67}{1-25}$	$\frac{1-61}{1-21}$	$\frac{1-58}{1-19}$
Уровень рентабельности выращивания 1 га, %	—	$\frac{-61,0}{-43,4}$	$\frac{-14,0}{-8,5}$	$\frac{4,0}{39,1}$	$\frac{19,9}{71,7}$	$\frac{39,7}{98,3}$	$\frac{55,0}{113,3}$	$\frac{65,8}{130,4}$	$\frac{72,8}{138,1}$

Анализируя данные эффективной и экономической продуктивности, нетрудно заметить, что превышение по общему запасу как в натуральном, так и в стоимостном выражении неодинаково в течение исследуемого периода времени. Наибольшее увеличение запаса наблюдается в возрасте от 10 до 20 лет (260 и 90%), с повышением возраста процент превышения снижается и к 90 годам по эффективной продуктивности составляет 22,9% и по экономической — 27,8%. Увеличение запаса к 20 годам на 90% выражается 30 м³ древесины, или 47,6 руб., а увеличение на 22,9% к 90 годам дает 142 м³ древесины на сумму 470 руб. Следовательно, снижение с возрастом процента дополнительного запаса в насаждении с люпином не свидетельствует о снижении эффективности этого мероприятия в целом.

Процент дополнительного запаса оставляемой части насаждения выше, чем выбираемой. Так, например, в 90 лет он составляет по эффективной продуктивности соответственно 34,4 и 7,8%, а по экономической 42,5 и 14,4%. Начиная с 40-летнего возраста, превышение по экономической продуктивности более значительно, чем по эффективной. Это говорит о том, что при введении люпина увеличивается не только запас насаждения, но улучшаются его качественные показатели.

Главная особенность лесохозяйственного производства — длительный срок производства (40—100 лет) — затрудняет текущий учет средств, затрачиваемых на лесовыращивание. Поэтому расчет затрат на выращивание насаждения по 10-летним возрастным категориям произведен нами по восстановительной себестоимости в соответствии с методикой, предложенной И. В. Ворониным [1]. Восстановительная

себестоимость определена с учетом существующей технологии лесовыращивания и фактических расходов на ведение лесного хозяйства в БССР. Результаты расчетов показаны в табл. 2.

Прямые затраты на создание лесных культур рассчитаны в соответствии с действующей технологией и агротехникой посева леса для данных условий местопроизрастания. В прямые затраты лесовыращивания включены также расходы на заготовку древесины выбираемой части насаждения. При этом учитывалось, что отпад, получаемый на протяжении всей жизни насаждения, должен своевременно удаляться в порядке рубок ухода за лесом. Для расчетов использованы действующие нормы выработки и тарифные ставки на лесокультурных и лесозаготовительных работах.

Косвенные расходы включают фактические суммы амортизации, общепроизводственных и административно-управленческих расходов и затрат на лесозащитные, противопожарные, лесоустроительные и мелиоративные мероприятия.

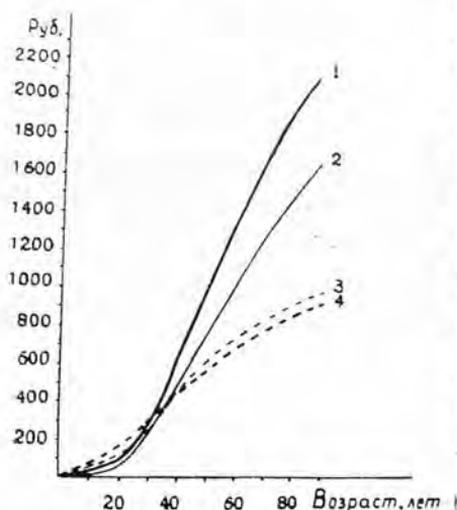


Рис. 2. График доходов (1) и расходов (4) по выращиванию 1 га лесных культур до 90-летнего возраста с люпином (2) и на контроле (3).

Сравнение показывает, что в возрасте до 30 лет себестоимость 1 га культур с люпином выше, чем в контроле. Это объясняется дополнительными затратами на введение люпина, а также большим запасом древесины, выбираемой в 20—30-летнем возрасте. Заготовка же мелкотоварной древесины в этом возрасте — очень трудоемкая операция. Так, если затраты на заготовку выбираемой части насаждения в 20 лет на контроле составили 15,6 руб., то в культурах с люпином — 28,8 руб., в 30 лет соответственно 33,8 и 38,1 руб. В возрасте 40 лет и выше себестоимость выращивания 1 га культур с люпином ниже контроля (в 50 лет на 29,5 руб., в 70 лет на 52,1 руб. и в 90 лет на 70,9 руб.). Это наглядно показано на графике (рис. 2).

Себестоимость выращивания 1 м³ древесины на протяжении всего исследуемого периода времени в культурах с люпином ниже,

чем на контроле. Снижение себестоимости в 20 лет составляет 31,5% и в 90 лет — 24,5%.

Показатель экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий — их рентабельность (табл. 2). В 20- и 30-летнем возрасте показатель рентабельности для обоих насаждений отрицателен, абсолютная его величина в культурах с люпином ниже, чем на контроле. К возрасту главной рубки доход должен составить на секции с люпином около 1250 руб. с 1 га и в контроле около 710 руб. Дополнительный доход от биологической мелиорации должен быть в пределах 540 руб. с 1 га.

Проведенная работа позволяет сделать вывод о том, что биологическая мелиорация в сосняке вересковом не только целесообразна с лесохозяйственной точки зрения, но и экономически оправдана. Экономическая продуктивность ее выше эффективной. Дополнительная

продукция в культурах с люпином к возрасту рубки составит около 140 м³ с 1 га, или 23% к контролю, в денежном выражении 480 руб., или 27,8% к контролю. Рентабельность лесовыращивания с люпином выше контроля на 65,3%.

Естественно предположение, что влияние биологической мелиорации лесов, повышающей запас стволовой массы молодняков на 1—2 класса бонитета, с возрастом будет прогрессировать вплоть до главной рубки. Но это надо доказать экспериментально, а таких данных как в отечественной, так и в зарубежной литературе нами не найдено. Исходя из сказанного, мы провели наш первый опыт моделирования и расчета экономической эффективности от повышения урожая стволовой древесины одного из типов лесов будущего — сосняка вересково-люпинового. Этот опыт внес некоторое уточнение в наши представления, в частности, показал возможность сокращения срока выращивающего соответствующего запаса древесины на 20 лет (табл. 1).

Приведенные показатели экономической эффективности повышения урожая стволовой древесины в культурах сосняка верескового под влиянием многолетнего люпина значительно возрастут после дополнения их соответствующими показателями от увеличения урожаяев семян сосны, хвоя, смолы, корней, коры. Экономическая эффективность возрастает еще больше, если учитывать в денежном выражении влияние биологической мелиорации на все компоненты лесных биогеоценозов. Для этого необходимо разработать соответствующие методики комплексного изучения экономической эффективности биологической мелиорации таких сложных целостностей, как лесные биогеоценозы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. В. Воронин. Организация комплексных хозяйств в лесах первой и второй групп. 1962. [2]. Б. Д. Жилкин. Опыты по преобразованию малопродуктивного сосняка верескового в высокопродуктивный сосняк люпиновый. Сб. «За повышение продуктивности лесов БССР», Минск, 1951. [3]. Б. Д. Жилкин. Опыт оценки люпиново-древесных хозяйств. Сборник научных трудов Белорусского лесотехнического института, вып. X, Минск, 1957. [4]. Б. Д. Жилкин. Опыт повышения продуктивности лесов БССР культурой люпина (*Lupinus polyphyllus* Lindl.). Сб. «Лесоведение и лесное хозяйство», вып. 2, Минск, 1969. [5]. Б. Д. Жилкин, Т. С. Берегова. Эффективность многолетнего влияния люпина на продуктивность сосновых культур. Сб. «Лесоведение и лесное хозяйство», вып. 5, Минск, 1972. [6]. А. Д. Янушко. Экономическая эффективность лесовыращивания в Белоруссии в зависимости от главной породы и типа условий произрастания. Сб. «Лесоведение и лесное хозяйство», вып. 1, Минск, 1969.

Поступила 14 марта 1973 г.

УДК 674.048.003.13

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

В. И. ДУБРОВИН

Московский лесотехнический институт

Предложен метод подсчета экономической эффективности консервирования древесины, используемой для строительства сельских линий электропередач,

Вопросы экономической эффективности консервирования древесины, на наш взгляд, раскрыты еще не полностью. Исходя из принципиальных положений «Общей методики определения экономической

эффективности повышения качества промышленной продукции» (М, 1971) и основных положений метода экономической оценки повышения качества промышленной продукции*, мы разработали методику подсчета экономической эффективности консервирования древесины.

Установление экономической эффективности консервирования древесины имеет некоторые особенности. Во-первых, при определении полных затрат на производство консервированной древесины большое значение имеет повышение сроков службы лесоматериалов. Поэтому в развитие «Общей методики» в качестве основного показателя эквивалентности сравниваемых лесных материалов вводится коэффициент изменения срока службы. Во-вторых, при определении полных затрат производства на деревопропиточных заводах существенны оборотные фонды. Здесь, как правило, должен создаваться неснижаемый технологический запас древесины для ее атмосферной сушки. Иногда в отличие от других предприятий стоимость оборотных фондов деревопропиточных заводов значительно превышает суммарную стоимость основных производственных фондов. В-третьих, при использовании древесины эксплуатационные издержки в сферах потребления исчисляются в стоимостном выражении в целом на единицу объекта или сооружения. Для правильного экономического расчета и анализа необходимо эти издержки пересчитывать на 1 м³ используемой древесины.

С учетом высказанных особенностей экономическую эффективность, получаемую от консервирования и использования 1 м³ древесины, предлагается определять по формуле

$$\mathcal{E}^y = (Z_{n_1} \cdot \alpha_c - Z_{n_2}) + \frac{U_1 - U_2}{(P_{a_2} + E_n) \cdot Q} + (K'_1 - K'_2), \quad (1)$$

где \mathcal{E}^y — годовая экономическая эффективность консервирования и использования 1 м³ древесины, руб.;

Z_{n_1} и Z_{n_2} — полные затраты на производство 1 м³ неконсервированной и консервированной древесины, руб.;

α_c — коэффициент изменения срока службы древесины;

U_1 и U_2 — годовые эксплуатационные издержки на единицу сооружения из неконсервированной и консервированной древесины, руб.;

P_{a_2} — доля амортизационных отчислений на полное восстановление сооружений из консервированной древесины;

E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности ($E_n = 0,12$);

Q — количество древесины, расходуемой на сооружение условной единицы объекта, м³;

K'_1 и K'_2 — удельные капитальные вложения в сферу потребления древесины (без учета ее стоимости), руб.

Полные затраты производства определяем по формуле

$$Z_n = C + E_n \cdot K^y, \quad (2)$$

где C — себестоимость 1 м³ изделий из древесины, руб.;

K^y — удельные капитальные вложения, руб.

Удельные капиталовложения, или фондоемкость 1 м³ древесины, можно рассчитать по формуле

$$K^y = \frac{K + \Phi}{A}, \quad (3)$$

* Д. Львов. Определение экономической эффективности повышения качества продукции. Журн. «Вопросы экономики». № 2, 1971.

где K и Φ — вложения в основные и оборотные производственные фонды, руб.;

A — годовой объем производства изделий из древесины, m^3 .

При подсчете полных народнохозяйственных затрат необходимо учитывать их разновременность. Дело в том, что определение полных затрат по формуле (2) справедливо лишь для случая, когда затраты сферы производства имеют место только один раз, в год, непосредственно предшествующий началу эксплуатации продукции, а годовые эксплуатационные издержки остаются неизменными в течение всего срока службы изделия из древесины. Но подобный случай можно рассматривать как исключение. В связи с этим становится необходимым привести разновременные затраты к начальному моменту времени. За начальный момент принимается первый год окончания освоения проектной мощности и достижения запланированных экономических показателей деревопропиточного завода. Затраты, предшествующие начальному моменту, приводятся по формуле

$$\alpha_t = (1 + E_n)^T, \quad (4)$$

а последующие — по формуле

$$\alpha_t^{-1} = \frac{1}{(1 + E_n)^T}, \quad (5)$$

где T — год подготовки (освоения) серийного производства деталей из консервированной древесины или год эксплуатации деталей после начального момента времени.

С учетом фактора времени дополнительные капитальные вложения для консервирования древесины определяются формулой

$$K_2 = \sum_{t=1}^T (K_t + \Delta C_t^0) \cdot \alpha_t, \quad (6)$$

где t — год подготовки серийного производства консервированной древесины до освоения проектной мощности завода ($t = 1, 2, 3, \dots, T$);

K_t — капиталовложения в t -ом году до освоения проектной мощности завода, руб.;

ΔC_t^0 — превышение себестоимости в период t -го года освоения производства над проектной себестоимостью, руб.

Коэффициент изменения срока службы древесины определяем по формуле

$$\alpha_c = \frac{P_{a_1} + E_n}{P_{a_2} + E_n}, \quad (7)$$

где P_{a_1} и P_{a_2} — доля амортизационных отчислений на полное восстановление неконсервированной и консервированной древесины.

Доля отчислений на реновацию представляет собой величину, примерно обратную сроку службы. При этом не учитывается возможность использования амортизационного фонда для целей расширенного социалистического воспроизводства.

Для повышения точности экономических расчетов доля амортизации на полное восстановление определяется с учетом фактора времени.

Для этого используем формулу, предложенную в свое время А. Л. Лурье*.

$$P_a = \frac{E_{II}}{(1 + E_{II})^{T_c} - 1}, \quad (8)$$

где T_c — срок службы изделия из древесины.

Полные затраты на производство консервированной и неконсервированной древесины в формуле (1) рассчитывают одним методом. Отличие заключается лишь в том, что при расчете полных затрат нужно дополнительно учитывать эквивалентность консервированной и неконсервированной древесины по величине полезности или долговечности. Мы предлагаем эту эквивалентность определять при помощи коэффициента изменения срока службы древесины

$$Z_{II} \cdot \alpha_c = (C_1 + E_{II} \cdot K_1^y) \cdot \alpha_c.$$

Полные затраты потребления древесины складываются из затрат на ее приобретение, эксплуатационных издержек, капитальных вложений, связанных с установкой и ремонтом. Во избежание повторного счета, при определении полных затрат потребителя не учитываются затраты, связанные с приобретением древесины. Их также рассчитывают отдельно для неконсервированной и консервированной древесины. При этом дополнительные капиталовложения приводят к начальному моменту времени по формуле

$$K' = \sum_{t=1}^T K_t' \cdot \alpha_t^{-1}, \quad (9)$$

где K_t — капиталовложения в t -ом году службы древесины, руб.

Подставляя в формулу (1) полученные данные, можно рассчитать экономическую эффективность консервирования 1 м³ древесины. Если учесть, что консервированная древесина направляется в одну какую-либо отрасль народного хозяйства, то народнохозяйственная экономическая эффективность консервирования на весь объем выпускаемых деревопропиточным заводом изделий может быть определена по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}^y \cdot A_2, \quad (10)$$

где A_2 — объем годового выпуска изделий из консервированной древесины, м³.

Пример. Рассчитаем экономическую эффективность внедрения консервированной древесины при изготовлении деталей опор ЛЭП на заводе производственной мощностью 125 тыс. м³ пропитки в год**. Опоры направляются на строительство ЛЭП напряжением 6–20 кв.

1. Устанавливаем технико-экономические показатели (табл. 1).
2. Определяем коэффициент срока службы древесины по формуле (7).

$$\alpha_c = \frac{P_{a1} + E_{II}}{P_{a2} + E_{II}} = \frac{0,099 + 0,12}{0,004 + 0,12} = 1,77.$$

* А. Л. Лурье. Методы сопоставления эксплуатационных расходов и капиталовложений при экономической оценке технических мероприятий. М., 1948.

** 1. Индексами «1» и «2» обозначены соответственно показатели для неконсервированной и консервированной древесины. 2. Капитальные вложения, себестоимость консервирования древесины показаны по данным справочника «Консервирование и защита лесоматериалов» под ред. А. Я. Калниньша (изд-во «Лесная промышленность», М., 1971). 3. Эксплуатационные издержки, затраты на установку опор и ремонт взяты по данным энергосистем и нормативных справочников.

Таблица 1

Показатели	Деревянные детали опор ЛЭП	
	I	II
Себестоимость 1 м ³ древесины, руб.	20,4	25,8
Производственные фонды предприятия, тыс. руб.	527	—
Плановый период подготовки и освоения производства, лет	—	3
Капитальные вложения на строительство деревопроизводственного предприятия и освоение производства, тыс. руб.	—	1450
в том числе: 1-й год	—	450
2-й год	—	1000
Увеличение себестоимости первого года освоения производства (3-й год), тыс. руб.	—	420
Капитальные вложения на создание запаса древесины для атмосферной сушки и антисептиков, тыс. руб.	—	2519
Годовые эксплуатационные издержки на 1 км ЛЭП, руб.	143	121,7
Количество древесины, расходуемой на сооружение единицы объекта (1 км ЛЭП) в среднем, м ³	11,3	11,3
Срок службы древесины, лет	7	30
Период службы древесины, лет		
до 1-го ремонта	4	10
" 2-го "	7	19
" 3-го "	—	25
Условные затраты на ремонт 1 м ³ древесины, руб.	3,5	3,5
Средние единовременные затраты на установку опор в службу в расчете на одну опору, руб.	3,0	3,0
Отпускная цена 1 м ³ опор, руб.	28,4	44,1

3. Рассчитываем полные затраты на изготовление деталей опор:

а) из консервированной древесины

$$K_2 = \sum_{i=1}^3 (K_i + \Delta C_i^0) \cdot a_i = 450 \cdot 1,404 + 1000 \cdot 1,254 + 420 \cdot 1,120 = 2356,2 \text{ тыс. руб.};$$

$$K_2^y = \frac{K_2 + \Phi}{A_2} = \frac{2356200 + 2519000}{125000} = 39 \text{ руб.};$$

$$Z_{n_2} = (C_2 + E_n \cdot K_2^y) = 25,8 + 0,12 \cdot 39 = 30,48 \text{ руб.};$$

б) из неконсервированной древесины

$$K_1^y = \frac{K_1}{A_1} = \frac{527000}{125000} = 4,2 \text{ руб.};$$

$$Z_{n_1} = (C_1 + E_n \cdot K_1^y) = 20,4 + 0,12 \cdot 4,2 = 20,9 \text{ руб.};$$

в) из неконсервированной древесины с учетом эквивалентных затрат

$$Z_{n_1} \cdot a_c = (C_1 + E_n \cdot K_1^y) \cdot a_c = 20,9 \cdot 1,77 = 37 \text{ руб.}$$

4. Производим расчет полных затрат в сфере использования древесины:

а) для консервированной древесины дополнительные капитальные вложения с учетом приведения их к начальному моменту времени определяем по формуле (9)

$$K'_2 = \sum_{t=1}^T K'_t \cdot a_t^{-1} = 3 \cdot 0,033 + 3,5 \cdot 0,322 + 3,5 \cdot 0,116 + 3,5 \cdot 0,059 = 1,838 \text{ руб.}$$

б) для неконсервированной древесины

$$K'_1 = \sum_{t=1}^T K'_t \cdot a_t^{-1} = 3 \cdot 0,453 + 3,5 \cdot 0,636 + 3,5 \cdot 0,453 = 5,19 \text{ руб.}$$

Полные затраты в сфере использования древесины:

а) для консервированной древесины

$$Z_{U_2} = \frac{U_2}{(P_{a_2} + E_n) \cdot Q} + K'_2 = \frac{121,7}{(0,004 + 0,12) \cdot 11,3} + 1,838 = 88,69 \text{ руб.}$$

б) для неконсервированной древесины

$$Z_{U_1} = \frac{U_1}{(P_{a_2} + E_n) \cdot Q} + K'_1 = \frac{143}{(0,004 + 0,12) \cdot 11,3} + 5,19 = 107,25 \text{ руб.}$$

5. Определяем разность полных затрат неконсервированной и консервированной древесины в сфере использования

$$Z_{U_1} - Z_{U_2} = \frac{U_1 - U_2}{(P_{a_2} + E_n) \cdot Q} + (K'_1 - K'_2) = \frac{143 - 121,7}{(0,004 + 0,12) \cdot 11,3} + (5,19 - 1,84) = 18,56 \text{ руб.}$$

6. Определяем при помощи формулы (1) экономическую эффективность консервирования 1 м³ древесины

$$\mathcal{E}^y = \left[(Z_{п1} \cdot a_c - Z_{п2}) + \frac{U_1 - U_2}{(P_{a_2} + E_n) \cdot Q} + (K'_1 - K'_2) \right] = (37 - 30,48) + 18,56 = 25,08 \text{ руб.}$$

На весь объем пропитки и использования консервированной древесины при строительстве сельских линий электропередач экономическая эффективность нами определяется по формуле (10).

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}^y \cdot A_2 = 25,08 \cdot 125000 = 3135 \text{ тыс. руб.}$$

Как показали расчеты, экономическая эффективность консервирования древесины при использовании ее на сельских линиях электропередач весьма высока. Внедрение опор ЛЭП при строительстве и эксплуатации энергетических систем из консервированной древесины позволит сэкономить значительные материальные и финансовые ресурсы страны.

Поступила 9 марта 1973 г.

УДК 634.0.79

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ОБНОВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ К РАСЧЕТУ ПОТРЕБНОСТИ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ю. П. КОНОНОВ

СевНИИП

Приведено описание метода расчета потребности в новом лесозаготовительном оборудовании. Метод расчета реализован на ЭВМ «Наир-С». Показаны конкретные результаты расчетов.

Одна из важнейших задач в планировании лесозаготовительного производства — расчет перспективной потребности в основных видах нового оборудования и его распределение между предприятиями. Данная задача решается на всех уровнях управления от Министерства до предприятия. В существующей практике перспективного планирования потребность в оборудовании на будущие периоды определяется без надлежащего обоснования. Несомненно, что необходимость замены в будущем непосредственно связана с состоянием оборудования на момент планирования. Без учета этого фактора фактическая потребность в технике не может быть вскрыта, что отрицательно влияет на качество всего технико-экономического планирования.

При расчете потребности в новом оборудовании на всех уровнях управления исходят из плановых заданий на расширение производства и действующих норм на списание старого оборудования. Последние выражаются в процентах к общему списочному составу данного вида оборудования. При этом не учитывается возрастной состав имеющейся у предприятия техники и, следовательно, вероятность выбытия ее из строя. В результате фактическая потребность в новом оборудовании обычно не соответствует расчетной.

Указанные недостатки планирования потребности в лесозаготовительном оборудовании могут быть устранены на основе применения экономико-математических методов. Значение этих методов особенно возрастает в связи с внедрением автоматизированных систем управления, использующих быстродействующую электронно-вычислительную технику. Экономический эффект от применения ЭВМ в управлении производством может быть обеспечен только при наличии соответствующих алгоритмов решения конкретных задач.

При решении задачи планирования потребности в оборудовании с использованием ЭВМ заслуживает внимания применение теории обновления основных фондов [1], которая позволяет прогнозировать выбытие оборудования. Методы теории обновления применимы для больших совокупностей одинаковых единиц фондов. Основные группы лесозаготовительного оборудования могут быть отнесены к таким совокупностям.

Исходные положения модели расчета заключаются в следующем:

а) выбытие основных фондов во времени рассматривается в заранее определенные моменты, интервалы между которыми можно принимать равными году, кварталу и т. п.;

Таблица 1

Вероятные совокупности основных фондов и интервалы времени

Возраст	0	1	2	3	...	T	...	n
0	V_0	$U_1 + C_1$	$U_2 + C_2$	$U_3 + C_3$	...	$U_T + C_T$	...	$U_n + C_n$
1	V_1	$V_0 r_1$	$(U_1 + C_1) r_1$	$(U_2 + C_2) r_1$	...	$(U_{T-1} + C_{T-1}) r_1$	...	$(U_{n-1} + C_{n-1}) r_1$
2	V_2	$V_1 \frac{r_2}{r_1}$	$V_0 r_2$	$(U_1 + C_1) r_2$	...	$(U_{T-2} + C_{T-2}) r_2$	...	$(U_{n-2} + C_{n-2}) r_2$
3	V_3	$V_2 \frac{r_3}{r_2}$	$V_1 \frac{r_3}{r_1}$	$V_0 r_3$	...	$(U_{T-3} + C_{T-3}) r_3$	...	$(U_{n-3} + C_{n-3}) r_3$
...
T-1	V_{T-1}	$V_{T-2} \frac{r_{T-1}}{r_{T-2}}$	$V_{T-3} \frac{r_{T-1}}{r_{T-3}}$	$V_{T-4} \frac{r_{T-1}}{r_{T-4}}$	...	$(U_1 + C_1) r_{T-1}$	...	$(U_{n-T+1} + C_{n-T+1}) \times$ $\times r_{T-1}$
Всего	N_0	N_1	N_2	N_3	...	N_T	...	N_n

б) на место изношенных вводятся новые основные фонды;

в) замена изношенных основных фондов новыми производится в конце каждого интервала;

г) процесс выбытия и замены основных фондов рассматривается в условиях расширенного восстановления. Под этим понимается, что известна не только начальная численность N совокупности, но и численности N_1 ; N_2 ; N_3 и т. д.

Введем обозначения:

T — максимальная возможная продолжительность срока службы элемента основных фондов;
 r_i — вероятность того, что новая единица основных фондов прослужит больше, чем i интервалов с момента ввода в действие, то есть что она прослужит $i + 1$; $i + 2$; ...; T интервалов ($i = 0; 1; \dots; T - 1$);

V_n — численность основных фондов, прослуживших n интервалов времени ($n = 0; 1; 2; 3; \dots; T - 1$);

U_n — численность элементов основных фондов, которую следует ввести в совокупность в начале n -го интервала для замены тех, которые списываются в конце $(n-1)$ -го интервала;

C — количество новых элементов основных фондов, которое следует ввести в действие для обеспечения роста основных фондов в этом интервале до величины N_n .

Расчетная модель иллюстрируется табл. 1. В нулевой графе проставляются значения численности основных фондов по возрастам на на-

*

чало планируемого периода. В последующих графах определены наиболее вероятные совокупности основных фондов по возрастам на начало 1-го; 2-го; 3-го; ...; T -го; n -го интервалов времени.

В нижней строке проставляются значения численности оборудования $N_1; N_2; N_3; \dots; N_n$, которых данная совокупность должна достигнуть по истечении одного, двух, трех и т. д. интервалов времени. Из таблицы видно, что количество единиц новых основных фондов, которое следует ввести в совокупность после первого периода, то есть число $U_1 + C_1$ равно

$$U_1 + C_1 = N_1 - \left[V_0 r_1 + V_1 \frac{r_2}{r_1} + V_2 \frac{r_3}{r_2} + \dots + V_{T-2} \frac{r_{T-1}}{r_{T-2}} \right].$$

Аналогично после следующих периодов

$$U_2 + C_2 = N_2 - \left[(U_1 + C_1) r_1 + V_0 r_2 + V_1 \frac{r_3}{r_1} + \dots + V_{T-3} \frac{r_{T-1}}{r_{T-3}} \right];$$

$$U_3 + C_3 = N_3 - \left[(U_2 + C_2) r_1 + (U_1 + C_1) r_2 + V_0 r_3 + \dots + V_{T-4} \frac{r_{T-1}}{r_{T-4}} \right]$$

и т. д.

$$U_T + C_T = N_T - [(U_{T-1} + C_{T-1}) r_1 + (U_{T-2} + C_{T-2}) r_2 + \\ + (U_{T-3} + C_{T-3}) r_3 + (U_1 + C_2) r_{T-1}];$$

и т. д.

$$U_n + C_n = N_n - [(U_{n-1} + C_{n-1}) r_1 + (U_{n-2} + C_{n-2}) r_2 + \\ + (U_{n-3} + C_{n-3}) r_3 + \dots + (U_{n-T+1} + C_{n-T+1}) r_{T-1}].$$

Для использования описанной модели расчета кроме исходного возрастного состава основных фондов V_n необходимо иметь данные об их общей потребности на каждый интервал времени N_n . Значения вероятностей срока службы основных фондов r_i могут быть получены на основании специальных исследований или рассчитаны по данным о возрастном составе основных фондов за последние годы.

На основе рекомендуемой теории потребность в новых основных фондах может быть рассчитана на произвольный период времени в предположении, что за этот период значения вероятностей срока службы основных фондов существенно не изменятся.

Описанный алгоритм расчета запрограммирован для ЭВМ «Наири-С». В результате расчета выдается потребность в новых основных фондах на каждый интервал времени $(U_n + C_n)$.

По этой программе выполнены расчеты потребности новых трелевочных тракторов ТДТ-40М на примере лесозаготовительных предприятий комбината «Архангельсклес» исходя из отчетных данных комбината за 1971 г. Интервал времени принят равным одному году. Расчет выполнен в целом для комбината и для некоторых лесозаготовительных предприятий.

Для комбината исходные данные следующие: $V_0 = 107$; $V_1 = 91$; $V_2 = 68$; $V_3 = 110$; $V_4 = 78$; $V_5 = 68$; $V_6 = 4$. При этом предполагалось, что общее количество тракторов данного типа за рассматриваемый период не изменяется. Коэффициенты r определены по статистическим данным о списании трелевочных тракторов ТДТ-40М в комбинате за последние годы, то есть исходя из фактического срока их службы в условиях данного комбината: $r_1 = 1$; $r_2 = 1$; $r_3 = 1$; $r_4 = 0,98$; $r_5 = 0,45$; $r_6 = 0,01$; $r_7 = 0$.

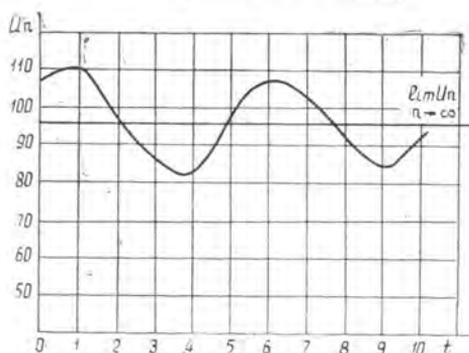


Рис. 1. График поступления новых трелевочных тракторов ТДТ-40М для комбината «Архангельсклес» по интервалам времени.

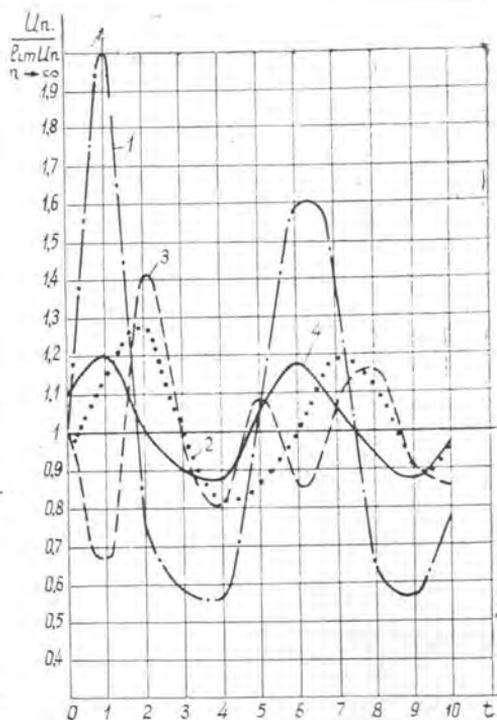


Рис. 2. График ввода новых трелевочных тракторов ТДТ-40М по интервалам времени.
1 — для Пинежского ЛПХ, 2 — для Карпогорского; 3 — для Лавельского; 4 — в целом для комбината «Архангельсклес».

По результатам расчета построен график (рис. 1), из которого видно, что численность ввода новых единиц оборудования по интервалам времени не остается постоянной, а представляет собой затухающий колебательный процесс.

По теории на основании 1-й и 2-й теорем Фреше [1]

$$\lim_{n \rightarrow \infty} U_n = \frac{N}{F},$$

где N — количество единиц данного вида оборудования в совокупности;

F — средний срок службы единицы оборудования

$$F = \sum_{i=0}^T r_i.$$

Для приведенного примера

$$\lim_{n \rightarrow \infty} U_n = \frac{N}{F} = \frac{526}{5,44} = 96.$$

Это означает, что по истечении достаточно длительного времени число восстановлений в течение одного интервала будет приближаться к 96.

На рис. 2 показаны результаты аналогичных расчетов для некоторых предприятий комбината «Архангельсклес». Для удобства сравнения данные о потребностях в новом оборудовании приведены в отношении к предельному значению. Из рисунка видно, что колебания относительной потребности в новом оборудовании различны. Характер колебаний обусловлен первоначальным возрастным составом оборудования.

Расчет показывает, что наиболее неблагоприятный возрастной состав трелевочных тракторов у Пинежского леспромхоза, у которого наблюдаются максимальные колебания потребности в новых тракторах в течение рассматриваемого промежутка времени. Игнорирование этого факта в планировании неизбежно отразится на работе этого леспромхоза. В целом для комбината колебания выражены менее резко.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. Кожневская. Теория обновления основных фондов и рекуррентные уравнения. Изд-во «Статистика», 1971.

Поступила 9 февраля 1973 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 631.8

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ
В СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКАХ
ЮЖНОЙ ТАЙГИ СРЕДНЕГО УРАЛА

Н. А. КОНОВАЛОВ, М. Н. СОКОЛОВ

Уральский лесотехнический институт

Приведены результаты пятилетних опытов по удобрению почвы мочевиной, внесенной под полог приспевающих сосновых насаждений. Получено увеличение прироста по диаметру в среднем на 15%, по объему на 18% (0,56 м³ на 1 га за один год).

Один из эффективных методов повышения продуктивности лесов и увеличения ресурсов древесины — внесение удобрений. По опубликованным в нашей печати данным, в зарубежных странах, где годичный прирост не обеспечивает потребности страны в древесине, удобрения применяют на 70—80% лесопокрытой площади. В СССР внесение удобрений имеет пока опытно-поисковый характер.

Результаты наших опытных работ и зарубежных стран показывают, что путем внесения минеральных удобрений можно увеличить текущий прирост древостоев до 40% и более. В целях получения данных о видах, дозах и сроках внесения удобрений в производственных масштабах необходима постановка опытов в различных лесорастительных районах и типах леса.

Весной 1967 г. в учебно-опытном лесхозе Уральского лесотехнического института, расположенном в зоне южной тайги, впервые на Урале были заложены опыты по удобрению почвы под пологом соснового насаждения IV класса возраста, с составом древостоя 10С, ед.Б, в типе леса сосняк-брусничник III класса бонитета. Вносили мочевину из расчета 50 кг действующего начала на 1 га. Удобрение рассеивали равномерно по площади вручную.

Осенью 1971 г. изучали влияние внесенных удобрений на рост деревьев в толщину. Для этого подбирали модельные деревья, у которых на высоте груди брали пробы из периферической части ствола в виде брусков или цилиндров, включающих 10 годичных слоев (5 лет до и 5 лет после внесения удобрений). Пробы были взяты у 20 модельных деревьев на пробной площади, где было внесено удобрение, и у 20 моделей на контроле. Результаты измерений хода роста модельных деревьев в толщину на высоте груди за последние 10 лет приведены в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр, см	Число моделей	Средний диаметр моделей, см	Прирост диаметра на высоте груди, мм, средний по группе моделей		Повыше- ние прироста, %
			за 5 лет до внесения удобрения	за 5 лет после внесения удобрения	
Пробная площадь					
16—20	10	18	3,90	5,10	31
21—25	10	23	5,74	6,66	16
Контрольный участок					
16—20	10	18	3,82	4,24	11
21—25	10	24	5,70	6,00	5

Большее увеличение прироста на опытном участке можно объяснить только действием удобрений. Повышение прироста наблюдается у деревьев диаметром 16—20 см.

Они в два раза лучше реагировали на внесение удобрений, чем 21—25-сантиметровые. Варьирование прироста по диаметру у отдельных деревьев было большим (50% и более). Сравнивая наши результаты с работами других исследователей [1]—[3], можно видеть, что при близкой к нашей дозе азотных удобрений в сосняках III и IV классов возраста был получен прирост несколько меньший, чем в нашем опыте.

Опыты эти нуждаются в расширении и углублении. Главное — надо испытать большие дозы удобрений, поскольку есть рекомендации вносить не менее 120—150 кг/га азотных удобрений (по действующему началу).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. С. Победов. Применение удобрений в лесном хозяйстве. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1972. [2]. А. П. Сляднев. Опыт применения минеральных удобрений в сосновых насаждениях зоны смешанных лесов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1971. [3]. А. П. Сляднев. Влияние минеральных удобрений на рост сосновых насаждений. Тезисы всесоюзного совещания по вопросам питания древесных растений и повышения продуктивности насаждений. Петрозаводск, 1969.

УДК 634.0.26.

ЗЕЛЕННЫЕ ЗОНТЫ И МИКРОКЛИМАТ

А. А. ПОДКОПАЕВ

Богдинская научно-исследовательская
агролесомелиоративная опытная станция

Приведены результаты изучения влияния лесных насаждений (зеленых зонтов) на микроклимат и продуктивность животных. Установлено, что такие насаждения снижают скорость ветра, температуру воздуха и поверхности почвы, освещенность, повышают относительную влажность воздуха. Улучшая микроклимат, они способствуют повышению продуктивности животноводства.

Крайне суровые климатические условия Астраханской полупустыни, характеризующиеся наличием высоких температур и пыльных горячих ветров в летнее время и зимних холодов, часто сопровождающихся метелями и буранами, значительно снижают продуктивность животноводства. Естественно поэтому, что ослабление неблагоприятных факторов с помощью защитного лесоразведения имеет большое народнохозяйственное значение.

В 1962—1965 гг. в экспериментальном хозяйстве Богдинской научно-исследовательской агролесомелиоративной опытной станции, расположенной в центральной части Астраханской полупустыни, автор изучал влияние лесных насаждений на микроклимат и продуктивность животных. Объектами изучения служили насаждения из вяза мелколиственного, созданные в 1958 г. на участке дневного отдыха животных и представляющие собой групповые посадки деревьев (по 25—36 экземпляров) с размещением в группе через 5 м. Группы располагаются через 20—25 м.

В таких насаждениях (так называемых зеленых зонтах) и для сравнения в открытой степи проводили наблюдения за скоростью ветра, освещенностью, температурой воздуха и почвы, относительной влажностью воздуха. Результаты наблюдений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Время наблюдений	Скорость ветра, % от данных для открытой степи	Снижение температуры, °С		Относительная влажность воздуха, % от данных для открытой степи	Уменьшение освещенности (во сколько раз)
		воздуха на высоте 0,25 м	поверхности почвы		
Май	72,6—77,4	2,7—3	11,3—12,5	105—107	15,7—16,2
Июль	56—80	2	20,5—25,0	101—110	29,7—38,0
Август	30,5—56,3	1—5	18—28,5	105—110	5,6—23,7
Сентябрь	59,2—76,4	2—4	14—18	101—106	7,1—7,1

Как видно из таблицы, в мае скорость ветра в зоне снизилась на 22,6—27,4%, температура приземного слоя воздуха — на 2,7—3°, а поверхности почвы — на 11,3—12,5°. Относительная влажность воздуха на высоте 0,5 м в зонах повысилась на 5—7%, а освещенность уменьшилась в 15,7—16,2 раза. Еще больше разница в летнее время.

Трехлетние наблюдения за динамикой снегонакопления показывают, что зонты задерживают много снега, способствуя накоплению значительных запасов воды в почве; в результате влажность почвогрунта под зонтами выше, чем в открытой степи. Все это обуславливает успешный рост древесных пород в зонах.

Улучшая микроклимат, насаждения благотворно влияют на сохранность, выживаемость ягнят, а также способствуют повышению продуктивности животных. Так, например, в отаре, использовавшей зеленые насаждения, приплод ягнят был на 14%, а настриг шерсти на 400 г (в среднем на каждую овцу) больше, чем у овец, не отдыхавших под зелеными зонтами.

Зеленые зонты необходимо создавать в местах отдыха животных (у водоемов или на пастбищах). Для их закладки выбирают участки с небольшим понижением, где создается дополнительное увлажнение за счет стока атмосферных осадков и, как правило, располагаются менее засоленные темноцветные почвы легкого механического состава.

Для посадки следует использовать крупномерные саженцы быстрорастущих пород: в худших лесорастительных условиях — вяза мелколистного, в лучших (понижениях с дополнительным увлажнением) — вяза обыкновенного, тополя канадского, шелковицы. Росту саженцев способствует глубокая основная вспашка плантажным плугом (на 50—60 см) осенью в год, предшествующий посадке, или ранней весной. Она обеспечивает накопление влаги в почве, высокую приживаемость и последующий успешный рост деревьев.

УДК 634.0.2

О РАЗДЕЛЕНИИ ПОДРОСТА СОСНЫ И ЕЛИ НА ГРУППЫ ПО РОСТУ И ФОРМЕ КРОН

Н. Ф. ИЗОТОВ

Еленский леспромхоз
Калужского управления лесного хозяйства

Рассматривается способ деления подроста по высоте, при котором одновременно учитывается динамика и особенности его роста за последние пять лет. Приведена таблица, позволяющая разделить подрост на группы по росту и форме кроны.

При изучении эффективности рубок ухода и других лесохозяйственных мероприятий подрост сосны и ели группируют по различным признакам: по ступеням высот [1], [5], [6], по приросту рекордных деревьев [2], по степени обеспеченности светом [4], по благонадежности и потенциальной технической пригодности [3].

Нами разработан следующий способ группировки подроста. На пробной площади у 185 деревьев сосны в 1971 г. были измерены высоты в момент учета и пять лет назад. Деревца с густыми кронами мы относили к подгруппе А (хорошего развития), с редкими — к подгруппе Б (слабого развития) — табл. 1.

Таблица 1

Ступени высот, м	Количество деревьев				Группы роста
	1966 г.	1971 г.	в том числе по форме крон		
			А	Б	
0—0,3	89 84 12	4	—	4	III
0,4—0,7		42	—	42	
0,8—1,1	89 84 12	43	14	29	II
1,2—1,5		38	15	23	
1,6—1,9		32	16	16	
2,0—2,3	89 84 12	20	12	8	I
2,4—2,7		6	5	1	

Выделены три группы роста: группа среднего роста (три средние ступени высот) — II, группа медленного роста (низкие ступени) — III и группа сильного роста (высшие ступени) — I.

Таким образом, характеризуя деревья подроста, надо указать его группу роста и подгруппу развития. Например, IIБ будем обозначать деревья среднего роста и слабого развития.

У ели для определения подгруппы по развитию мы применяли следующий прием: к А относили те деревья, у которых верхушечный центральный побег длиннее боковых, к Б — с верхушечным побегом, равным боковым или имеющим меньшую длину.

Для выяснения особенностей дифференциации сосны и ели по высоте и форме крон в сомкнутых 13-летних лиственнично-хвойных молодняках (сосняк лециновый) были заложены три пробные площади, на которых изучали режим освещенности деревьев прямым и рассеянным светом, а также продолжительность роста побегов (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Порода	Величина показателей по группам роста и развития деревьев					
		IA	IB	IIA	IIБ	IIIA	IIIB
Число деревьев	Сосна	4	46	—	104	—	66
	Ель	18	—	14	28	—	45
Продолжительность роста верхушечных побегов, суток	Сосна	52	48	—	37	—	18
	Ель	41	—	36	15	—	11
Освещенность верхушечных побегов рассеянным светом, тыс. лк	Сосна	3,6	4,3	—	4,4	—	4,2
	Ель	3,9	—	4,5	4,1	—	4,3
Продолжительность освещенности верхушечных побегов прямым солнечным светом, час	Сосна	6,3	2,5	—	0,8	—	0,2
	Ель	2,2	—	0,5	0,2	—	0,2
Продолжительность освещенности боковых побегов средней части кроны прямым светом, час	Сосна	3,1	0,5	—	0,6	—	0,2
	Ель	0,3	—	0,3	0,3	—	0,2
Продолжительность освещенности верхушечных побегов солнечными бликами, пятнами, час	Сосна	—	1,3	—	1,8	—	1,5
	Ель	1,6	—	2,4	1,7	—	1,2

Примечание. Показатели освещенности прямым, рассеянным светом, солнечными бликами приводятся как средние за июнь 1971 г.

Данные табл. 2 показывают, что в лиственнично-хвойных молодняках для всех деревьев поддерживается примерно одинаковая интенсивность освещенности рассеянным светом. Режим освещенности деревьев прямым светом изменяется в довольно широких границах.

Между показателями роста деревьев и продолжительностью освещенности прямым светом наблюдается прямая корреляционная зависимость: чем дольше верхушечные побеги освещаются прямым светом, тем лучше их рост.

Такая же зависимость роста в высоту от освещенности прямым светом наблюдается и у ели. Однако в формировании кроны у нее обнаруживаются существенные различия. При недостатке прямого света образуется раскидистая крона с большой массой ветвей и сучьев.

Результаты наблюдений показывают, что для оптимального роста сосны требуется более длительное освещение прямым светом, чем для ели. Видимо, поэтому ель более отзывчива на умеренные рубки ухода. Рубки ухода в лиственнично-хвойных молодняках должны осуществляться такими способами, которые обеспечивают доступ к кронам сосны и ели прямого солнечного света.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Георгиевский и др. Рубки ухода в лиственнично-еловых молодняках. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1962. [2]. Н. И. Казимиров. Изменение микроклиматических условий в лиственнично-еловых молодняках под воздействием рубок ухода. Сб. «Рубки ухода в лиственнично-еловых молодняках Карельской АССР». Изд-во «Лесная промышленность» М., 1964. [3]. И. С. Мелехов. Рубки главного пользования, Гослесбумиздат, 1962. [4]. Н. П. Поликарпов. Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. Изд. АН СССР, 1962. [5]. Е. Н. Савин. Кори-

дальный уход за елью в елово-лиственном насаждении. Журн. «Лесное хозяйство» № 2, 1963. [6]. Р. М. Сбоева. Влияние рубок ухода на рост и развитие ели. Сб. «Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках Карельской АССР». Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964.

УДК 634.0.232

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Б. И. КОСНИКОВ, Р. П. КОСНИКОВА

Алтайская АГЛОС

Доказана необходимость дифференцированного применения повышенных доз азотно-фосфорных удобрений на втором году роста сеянцев березы в зависимости от пространственного расположения полей по отношению к защитной лесной полосе. Указаны некоторые технологические приемы по уходу за посевами, позволяющие максимально сократить гибель сеянцев от применения лесохозяйственных механизмов и орудий.

В степной части Алтайского края с каждым годом увеличивается объем полезащитного лесоразведения. Одна из главных пород для этой цели — береза бородавчатая. Однако при выращивании ее в степных питомниках лесоводы встречают большие затруднения. Низкий выход стандартных сеянцев этой породы объясняется не только суровыми природно-климатическими условиями Кулунды, бедностью почвы питательными веществами, засоленностью ее, но и неправильной агротехникой.

Во-первых, до сих пор на крупных базисных питомниках применяют трехпольный севооборот с черным паром. Двадцатилетний опыт применения такого севооборота на светло-каштановых и каштановых почвах Степного плодосопитомника (площадь 200 га) привел к тому, что содержание органических остатков в 30-сантиметровом слое почвы не превышает 1–2 ц на 1 га. Эти почвы легкого механического состава, содержат очень небольшое количество питательных веществ, слабо противостоят ветровой эрозии. Поэтому всходы очень часто засекаются мелкоземом.

С 1969 г. в Степном плодосопитомнике стали вводить шестипольный севооборот: I поле — чистый удобренный пар; II — однолетние сеянцы; III — двухлетние сеянцы + однолетние сеянцы; IV — сидеральный пар (полупар); V — однолетние сеянцы; VI — двухлетние сеянцы + однолетние сеянцы.

Сидераты на зеленое удобрение запахиваются в конце июня — начале июля: в период максимального накопления зеленой массы. Для лучшей заделки зеленую массу дискуют в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В период заделки сидератов вносят суперфосфат в количестве 2–3 ц на 1 га. В чистые удобренные пары вносят не менее 100 т перепревшего навоза. В результате принятых мер значительно увеличивается водопропускная способность почвенных агрегатов. Количество водопропускных агрегатов достигает максимума ко времени заделки парозанимающих культур.

Другой, не менее важный фактор в повышении плодородия почвы и выхода стандартных сеянцев — правильное применение минеральных удобрений. На каштановых, а тем более на светло-каштановых, слабосолонцеватых почвах с содержанием гумуса 1–1,5%, легких по механическому составу (которые преобладают в Кулундинской степи), помимо тени и влаги обязательны удобрения в первый и второй годы выращивания сеянцев березы. Однако ни в существующих учебниках, ни в учебных пособиях, ни в рекомендациях и наставлениях, ни в научной литературе не упоминается о применении удобрений на второй год после высева семян березы бородавчатой.

Предварительные исследования, которые провели сотрудники Алтайской АГЛОС и работники лесного хозяйства, показали, что на участках, где применяли азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{80}P_{100}$ кг по действующему веществу, количество нестандартных двухлетних сеянцев составило 23,6%; при дозировке $N_{75}P_{120}$ — 16,1%, при $N_{120}P_{200}$ — 1,9%. На контроле число нестандартных сеянцев составило 27,9% (все участки примыкали непосредственно к лесной полосе, площадь каждого участка была не менее 0,2 га). После внесения минеральных удобрений обязательен полив из расчета 200–300 т воды на 1 га.

Опущена и другая деталь. Как правило, многие питомники окружены лесными полосами плотной непродуваемой конструкции или находятся внутри лесных массивов (в последнем случае это питомники, окруженные стеной леса и имеющие ширину полей не менее 20 высот). Возникает вопрос, правильно ли делают лесоводы, внося

удобрения (органические и минеральные) равномерно по всему полю. Ведь давно известно, что с заветренной стороны лесополос (стены леса) благодаря снежному шлейфу влажность почвы всегда больше, чем в центре поля, а следовательно, при одной и той же дозе вносимых удобрений эффект неодинаков, так как различия во влажности, концентрации солей и т. д. оказывают разное влияние на рост и выход стандартных семян с единицы площади.

В результате многочисленных экспериментов нами установлено, что органо-минеральные удобрения следует вносить на поля посевных отделений питомников дифференцированно в виду различной степени увлажненности полей и концентрации солей. В Степном плодородном питомнике на протяжении всего вегетационного периода наибольшая влажность почвы наблюдалась на первом поле, примыкающем к лесной полосе с заветренной стороны, на расстоянии, не превышающем пяти высот лесополосы. Во втором поле (шесть—пятнадцать высот) запас доступной влаги 50-сантиметрового слоя почвы был на 10—15 мм ниже, чем в первом. При внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{75}P_{120}$ кг на 1 га оказалось, что семена во втором поле выше, чем в первом, а при внесении $N_{120}P_{200}$ — наоборот. Очевидно, в первом случае семена на первом поле испытывали недостаток питательных веществ, а во втором случае на втором поле — избыток солей. На обоих полях подкормки давали в мае и в июле, причем фосфорные удобрения вносили только весной. Калийные удобрения во внимание не принимали ввиду большого содержания их в почве (40—50 мг K_2O на 100 г почвы). На первом поле при первой подкормке вносили азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{60}P_{200}$, а при второй — N_{60} ; на второе поле соответственно $N_{40}P_{120}$ и N_{35} кг на 1 га.

При дифференцированном внесении удобрений в 1969—1970 гг. в Степном плодородном питомнике в первом и втором полях средняя высота семян колебалась в пределах 63—63,4 см, выход стандартных семян составил 611—680 тыс. шт. с 1 га. При этом семян первого сорта было 82—89% (контрольные результаты: 30—32,2 см; 420—500 тыс. шт. с 1 га; 31—38%).

Немалое значение для сохранности семян березы бородавчатой имеет тип лесохозяйственных машин и орудий, применяемых в лесопитомнических хозяйствах. В связи с этим нашей задачей было определение результатов последствия различных механизмов на семена и их всходы: степень повреждения, степень заваливания, сохранность, процент обработки почвы.

При исследовании влияния дождевальной установки ДДН-45 на посевы семян березы мы отмечали случаи выбивания семян из посевных строчек, всходы которых впоследствии уничтожались при уходах. Чем тоньше был слой соломы на посевных лентах, тем больший наблюдался размыв и нарушение схемы посева (исследовано не менее 2% всей площади посевов березы). При появлении первых всходов, в местах с небольшим слоем соломы (1—2 см), почва заплывала и всходы уничтожались. На отдельных учетных площадках (1×2 м) погибало 6—7,3% всходов березы. При равномерном покрытии слоем соломы 4—5 см подобного явления в питомнике не наблюдалось.

Для уничтожения почвенной корки и рыхления почвы весной в посевных отделениях питомника применяют мотыгу вращающуюся навесную МВН-2,8 с трактором ДТ-20. При работе этого орудия наблюдалась гибель однолетних семян березы из-за прямых механических повреждений зубьями орудия и подсыхания корневой системы (что происходило вследствие образования зубьями орудия отверстий в почве в непосредственной близости с сеянцами березы). Высокая температура воздуха в мае (25°C и выше), малая относительная влажность воздуха (30—40%), отсутствие или задержка с поливом вызывают быстрое иссушение верхнего 10-сантиметрового слоя почвы в местах прохождения МВН-2,8. В случае непринятия экстренных мер число погибших семян резко увеличивается. По нашей рекомендации были внесены азотно-фосфорные удобрения и проведен интенсивный полив из расчета 200—300 т воды на 1 га с таким расчетом, чтобы не осталось глубоких отверстий от зубьев МВН-2,8. В результате принятых мер гибель семян прекратилась.

Следовательно, руководители питомнических хозяйств должны внимательно относиться к выбору тех или иных орудий и машин при уходах за посевами березы и увязывать их применение со специфическими почвенными и погодными условиями степного Алтая.

УДК 634.0 : 65.011 : 632.187

РОСТ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

А. Д. ВАКУРОВ

Лаборатория лесоведения АН СССР

Сравнивается продуктивность сосновых древостоев разного возраста, возникающих на месте ельника чернично-зеленомошного вследствие пожаров. Сделан вывод, что по сравнению с продуктивностью ельников продуктивность послепожарных сосняков может быть выше. Особенно высокой продуктивностью отличаются здесь производные сосняки, растущие в свежих условиях местопроизрастания.

В условиях Севера лесные пожары, уничтожая ель, способствуют распространению сосны, без которой северотаежные леса не только утратили бы свое разнообразие, но и стали бы значительно менее ценными в хозяйственном отношении. Это явление отмечалось еще в конце прошлого века [1], когда огонь был назван «лучшим сосновым культиватором Севера» (цит. по Н. А. Казанскому [2]). Позднее оно было подтверждено и теоретически обосновано такими видными исследователями северных лесов, как М. Е. Ткаченко [8], В. Н. Сукачев [7], И. С. Мелехов [3], А. А. Молчанов [5] и др.

В задачу нашего исследования входило определение производительности сосняков, возникших после пожаров на площадях, занятых прежде елью (в типе леса чернично-зеленомошном). Работа выполнена в Онежском лесхозе Архангельской области, где нами были заложены 3 постоянные пробные площади размером по 0,25—0,33 га. Таксационные показатели древостоев, определенные в 1971 г., приведены, в переводе на 1 га, в табл. 1.

Во всех древостоях имеется незначительная примесь ели и березы, однако как по запасу, так и по числу стволов сосна явно преобладает. Ель занимает в основном подчиненное положение, а береза находится в одном пологе с сосной, превосходя ее по высоте на 1,5—2,5 м (пробы № 1 и 2) или, наоборот, отстает по высоте от сосны на 3—5 м (проба № 3). При меньшем числе стволов березы по сравнению с елью (в среднем на 23%), береза превосходит ель по среднему диаметру на 10—20 и по высоте на 30—40%. Именно этим объясняется более высокое участие березы в запасе.

Характерная особенность ели в исследованных древостоях — наличие у нее довольно продолжительного периода угнетения (от 20—30 до 50 лет) и замедленный прирост в высоту у деревьев, расположенных под пологом. Угнетенная сосна в 55-летнем сосняке представлена подростом и деревьями основного полога с диаметром 6—8 см, а в 65-летнем — преимущественно подростом. В 90-летнем сосняке минимальная толщина живых деревьев сосны 10 см, а сухостоя 6 см. Сосновый подрост здесь не сохранился.

Для 55-летнего сосняка характерно куртинное размещение деревьев. В 65-летнем древостое оно выражено значительно слабее, а в 90-летнем куртин уже нет. Основная масса сухостоя в 55- и 90-летнем древостоях представлена снеголомом.

В отличие от 55- и 90-летнего древостоев 65-летний сосняк характеризуется значительной разновозрастностью (в пределах 20 лет), а занятая им площадь заболочена. Именно этим объясняется пониженный прирост этого древостоя и его меньший запас по сравнению не только с 90-летним, но и с 55-летним древостоем, которому даже при полноте, приведенной к единице, он уступает по запасу на 14%.

Сравнение производительности разновозрастных послепожарных сосняков и разновозрастных ельников, произрастающих в тех же лесорастительных условиях, показывает, что сосняки не только не уступают ельникам по запасу, как этого можно было бы ожидать, но, наоборот, оказываются более продуктивными. Так, 150-летнее словое насаждение с участием осины, березы и старовозрастной сосны (270 лет), примыкающее территориально к 90-летнему сосняку (пробная площадь № 3), имеет запас всего 237 м³/га, или на 38% меньше. Правда, полнота этого древостоя невелика (0,6), но именно такая полнота характерна для северотаежных ельников. Существенная особенность ельника, кроме того, — накопление в нем большого количества сухо-

Таблица 1

Показатели	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Состав по запасу, %	91С4Е5Б	88С5Е7Б	75С8Е17Б
Средний возраст по сосне, лет	55	65	90
Средний диаметр, см	10,7	10,3	15,4
	10,9	11,0	20,9
Средняя высота, м	12,6	10,6	18,0
	12,9	11,2	22,9
Класс бонитета	III	V	II
	2620	1690	1540
Число стволов	2250	1260	650
	26,6	17,1	38,0
Сумма площадей сечения стволов, м ²	24,2	14,4	27,9
	1,0	0,7	1,0
Полнота	185,1	111,3	382,4
	167,7	97,8	285,7
Запас стволовой древесины, м ³	5,3	0,8	9,3
Запас сухостоя, м ³	6,5	4,8	2,4
Запас подчиненной части, м ³	3,2	1,7	0,2
	в том числе сухостоя	3,3	1,7	4,2
Средний прирост, м ³	3,6	1,8	4,4
Общий прирост вместе с подчиненной частью и сухостоем, м ³			

Примечание. В числителе даны показатели для всего древостоя; в знаменателе — для сосны.

стоя и валежника (23 м³/га), а также пониженное качество сырораствующей древесины. Более высокую производительность в условиях Севера послепожарных сосняков по сравнению с ельниками отмечали ранее И. С. Мелехов [4], О. А. Неволин [6] и др.

Поскольку сосняки, возникающие на гарях, практически не отличаются от культур в аналогичных условиях (при выжигании подстилки), не меньшей будет, по-видимому, производительность и искусственных сосновых насаждений. Отсюда можно сделать вывод о целесообразности культивирования сосны не только на супесчаных, но и на суглинистых почвах, характерных для ельников чернично-зеленомошного типа. Основное условие для выращивания высокопродуктивных зеленых насаждений на таких почвах — отсутствие избыточного увлажнения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Граков. Оборот хозяйства (По поводу исследования лесов Севера России). «Лесной журнал», вып. 2, 1896. [2]. Н. А. Казанский. Опыты по изучению влияния огня на возобновление сосны. Сб. «Исследования по лесоводству», Сельскохозгиз, М.—Л., 1931. [3]. И. С. Мелехов. Опыт изучения пожаров в лесах Севера. Изд. АЛТИ, Архангельск, 1939. [4]. И. С. Мелехов. О взаимоотношениях между сосной и елью в связи с пожарами в лесах Европейского Севера СССР. «Ботанический журнал», т. 29, № 4, 1944. [5]. А. А. Молчанов, И. Ф. Преображенский. Леса и лесное хозяйство Архангельской области. Изд. АН СССР, М., 1957. [6]. О. А. Неволин. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера. Северо-Западное книжное изд-во, Архангельск, 1969. [7]. В. Н. Сукачев. История растительности СССР во время плейстоцена. Сб. «Растительность СССР», т. 1, изд. АН СССР, М.—Л., 1938. [8]. М. Е. Ткаченко. Леса Севера. Труды по лесному опытному делу, СПб., 1911.

УДК 634.0.866: 455.44.45

**СОСТАВ СМЕСЕЙ МОНОТЕРПЕНОВ,
ПРОДУЦИРУЕМЫХ НЕКОТОРЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ
ЭКОТИПАМИ ПОДВИДОВ ВИДА СОСНА
ОБЫКНОВЕННАЯ**

(*Pinus silvestris* L.)

И. И. БАРДЫШЕВ, А. Н. БУЛГАКОВ, Б. Г. УДАРОВ

Институт физико-органической химии АН БССР

Показано, что смеси монотерпенов, продуцируемые насаждениями северо-западного, центральнорусского, южнорусского экотипов сосны обыкновенной лесной и экотипом сосны сибирской бассейна р. Енисей, не различаются по качественному составу и мало различаются по количественному составу. Заметно отличается от них количественный состав смесей монотерпенов, продуцируемых белорусским и полесским экотипами сосны обыкновенной лесной и экотипом Среднего Урала сосны сибирской.

Известно [2], что каждый из подвидов сосны обыкновенной подразделяется на так называемые климатические экотипы, которые под влиянием внешних условий произрастания приобрели те или иные специфические биологические признаки. Химический состав смесей монотерпенов, продуцируемых такими климатическими экотипами, пока не изучен.

Мы исследовали химический состав смесей монотерпенов, продуцируемых пятью климатическими экотипами подвида сосны обыкновенной лесной и двумя экотипами подвида сосны сибирской, так как в нашей стране именно эти экотипы в основном подвергаются промышленной подсорке для добычи живицы.

Средние пробы, характерные для каждого экотипа, отбирали* от промышленных партий живицы отдельных химлесхозов в середине июля, сентября и ноября 1969 г.

Монотерпены из живицы выделяли и анализировали по известным методам [1], [3].

Как видно из табл. 1 (см. стр. 160), смеси монотерпенов от насаждений северо-западного, центральнорусского и южнорусского экотипов сосны обыкновенной лесной мало различаются по своему количественному составу. Резко отличаются от них составы смесей монотерпенов, продуцируемых белорусским и полесским экотипами сосны обыкновенной лесной, которые содержат сравнительно мало α -пинена и много Δ^3 -карена.

Наше исследование показало, что смесь монотерпенов, продуцируемая среднеуральским экотипом сосны сибирской, содержит сравнительно мало α -пинена и много Δ^3 -карена и по этому признаку приближается к белорусскому и полесскому экотипам сосны обыкновенной лесной. Наоборот, экотипом бассейна сосны сибирской р. Енисей продуцируется смесь монотерпенов, относительно богатая α -пиненом; по этому признаку смесь приближается к северо-западному, центральнорусскому и южнорусскому экотипам сосны обыкновенной лесной.

* Отбор производили сотрудники лабораторий лесохимических производств, за что мы им выражаем благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Бардышев, Б. Г. Ударов, А. Н. Булгаков, Л. В. Гордон. Изучение химического состава скипидаров, вырабатываемых лесохимическими заводами в разное время года. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1971. [2]. Л. Ф. Правдин. Сосна обыкновенная. Изд-во «Наука», М., 1964. [3]. Скипидар сосновый (терпентинное масло). ГОСТ 1571—66.

Экотип	Область	Химлесхоз	Состав смесей монотерпенов, %								
			α -пинен	β -пинен	камфен	сумма α - и β -пиненов и камфена	Δ^3 -карен	дипентен	терпинолен	β -фелландрен	β -мирцен
Сосна обыкновенная лесная											
Южнорусский	Ульяновская	Изенский	68,1	2,5	1,0	71,6	18,3	4,5	2,3	1,4	1,9
	"	Кузоватовский	64,6	2,7	1,2	68,5	19,6	5,3	2,5	1,9	2,2
	Рязанская	Рязанский	70,0	3,2	1,0	74,2	15,0	4,6	2,2	2,0	2,0
Северо-западный	Новгородская	Новгородский	71,6	4,2	0,9	76,7	11,7	5,6	1,8	2,2	2,0
	Вологодская	Бабаевский	66,7	7,1	0,6	74,4	14,2	5,4	1,3	2,7	2,0
	"	Белозерский	65,0	6,3	0,8	72,1	17,5	5,2	0,8	2,2	2,2
	Ленинградская	Тихвинский	62,9	5,0	0,9	68,8	18,1	6,6	2,1	2,2	2,2
Центральнорусский	Костромская	Кадыйский	68,1	3,6	0,7	72,4	18,4	3,7	1,5	2,1	1,9
	Чувашская АССР	Алатырский	65,4	2,8	0,8	69,0	20,0	5,5	2,2	1,1	2,2
	Ивановская	Юрьевецкий	64,8	3,1	0,9	68,8	19,4	4,5	2,5	2,1	2,7
Белорусский	Минская	Минский	59,7	2,8	0,6	63,1	28,5	2,8	3,3	0,9	1,4
	"	Борисовский	58,6	2,3	0,8	61,7	28,6	3,4	3,4	1,3	1,6
	Гродненская	Гродненский	56,7	2,5	0,9	60,1	28,9	3,6	3,8	1,8	1,8
Полесский	Гомельская	Гомельский	58,3	2,3	0,5	61,1	28,5	3,8	3,8	1,2	1,6
	"	Полесский	55,9	3,2	0,8	59,9	29,4	3,2	4,0	1,1	2,4
Сосна сибирская											
Среднеуральский	Челябинская	Юрюзанский	54,0	9,3	0,7	64,0	24,8	4,4	2,6	2,4	1,8
	Свердловская	Петрокаменский	57,6	5,3	0,7	63,6	27,2	4,0	1,9	1,6	1,7
Бассейна р. Енисей	Иркутская	Тулунский	68,2	6,1	1,2	75,5	13,7	3,5	1,9	3,4	2,0
	"	Среднеусетский	69,2	5,4	0,9	75,5	14,0	3,9	1,7	2,8	2,1
	"	Тайшетский	67,8	5,3	1,0	74,1	14,8	4,7	1,9	2,6	1,9
	Красноярский край	Абанский	67,1	6,4	0,9	74,4	14,6	4,4	1,6	3,1	1,9
	"	Енисейский	66,6	5,1	1,1	72,8	15,5	4,0	2,6	2,8	2,3
"	Чуноярский	65,3	5,9	0,7	71,9	16,0	4,6	2,9	2,4	2,2	

ЗА РУБЕЖОМ

УДК 634.0.2(931)

ЛЕСА НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ

А. Д. БУКШТЫНОВ

ВАСХНИЛ

Б. И. ГРОШЕВ

Всесоюзное общество охраны природы

Дана краткая физико-географическая характеристика Новой Зеландии. Приведено описание лесной растительности, подразделенной на две основные группы: леса южного бука и смешанные вечнозеленые леса с преобладанием подокарповых. Указывается на широкое развитие в стране лесокультурных работ по выращиванию экзотов и быстрорастущих пород.

Группа островов в юго-западной части Тихого океана (в 2300 км от Австралии) образует Новую Зеландию. В состав ее входят большие острова Северный и Южный, разделенные проливом Кука, а также острова Стюарт, Чатам и др. Более 3/4 площади занято горными хребтами, плато и холмами. Низинные участки расположены вдоль берегов океана и по долинам рек. Климат морской, на большей части территории субтропический, на крайнем юге умеренный. Осадки выпадают в основном на западных наветренных склонах гор (2000—5000 мм в год); восточные склоны гор и прибрежные районы страны получают 400—700 мм осадков. Среди древесной растительности преобладают эндемики, то есть виды, присущие только Новой Зеландии.

Девственные, густые, вечнозеленые леса в начале XIX в. занимали 2/3 территории страны. В наши дни леса сохранились главным образом в горных районах страны [1], [5].

В составе новозеландской флоры насчитывается 116 древесных видов, в том числе 8 — древовидных папоротников, 24 — лиан, 17 — эпифитов, 13 — паразитов [6]. Естественные леса Новой Зеландии подразделяются на две основные группы [2], [8].

1. Леса южного бука (*Nothofagus*) характерны для районов с холодным влажным горным климатом и широко распространены в высокогорных областях Северного острова и на северо-западе и юго-западе Южного острова, где доходят до самого побережья. Они также характерны для районов с более сухим климатом и распространены вдоль восточных склонов центрального горного хребта от мыса Восточного до пролива Фово. Имеют большое водоохранное значение. Почвы буковых лесов, как правило, непригодны для земледелия или выпаса скота. Они бедны и быстро истощаются. Важнейшие виды бука — красный и серебристый, возобновляющиеся без особых затруднений, имеющие довольно быстрый рост и хорошо развивающиеся на не пригодных для ведения сельского хозяйства площадях.

2. Смешанные вечнозеленые леса, состоящие из многих широколиственных и хвойных пород, занимают главным образом прибрежные, равнинные и горные пояса, за исключением засушливых районов. В этой группе преобладают подокарповые леса. Во внутренних районах Северного острова с влажным теплым летом и мягкой зимой обычно господствуют ногоплодник индийский (*Podocarpus spicata* РБрр.) и ногоплодник Тотара (*P. Totara* D. Don.). На холмах и равнинах побережья, в районах с влажной мягкой зимой и прохладным летом из подокарповых преобладает риму, или дакридиум кипарисовый (*Dacrydium cupressinum* Soland.). Древесина подокарповых пород по качеству близка к сосновой, весьма стойка к воде. Но это медленно растущие породы. Почвы подокарповых лесов более плодородны, чем буковых, и пригодны для сельского хозяйства, поэтому большая часть этих лесов была ранее вырублена. В настоящее время эти территории представляют собой постоянные высокопродуктивные пастбища. Вырубка девственных лесов часто сопровождается подъемом уровня грунтовых вод и развитием болот.

В недалеком прошлом наиболее известной лесной породой в стране являлась каури, или агатис южный (*Agathis australis* (Lamb.) Steud.). Ее заросли покрывали большую часть Северного острова. Теперь леса из каури разбросаны небольшими участками по стране и занимают площадь (в целом) примерно 20 тыс. га. Деревья каури имеют высоту до 40—60 м и диаметр до 3 м, большие кожистые листья, не

похожие на хвою. Ее светлая с шелковистым блеском древесина отличается особой прочностью и высоко ценится в судостроении. Порода хорошо возобновляется только на богатых, плодородных почвах. Молодняки прекрасно растут под пологом леса [1], [2].

Значительные нетронутые леса расположены на склонах Новозеландских Альп. В нижней части их произрастают подокарпы с густым подлеском из древесных папоротников, здесь много эпифитов и лиан. Выше по склонам гор эти труднопроходимые заросли сменяются лесами из вечнозеленого бука, а на высоте 1500 м — деревьями, сбрасывающими на зиму листья. Далее идет пояс кустарников и карликовых деревьев; на вершинах раскинулись высокотравные альпийские луга.

На опушках заболоченных лесов, а также в долинах рек можно встретить эндемичную лесную очень ценную породу драцену, похожую на пальму. Это красивое декоративное дерево, от высокого ствола которого в разные стороны веерообразно расходятся длинные, жесткие, блестящие листья. Листья драцены идут на изготовление высокосортной бумаги, из волокон получают нитки и бечевки, а из корней — вкусный напиток.

Уже более ста лет назад в Новой Зеландии начали сказываться последствия усиленного лесостроения: возникла нехватка древесины местных пород, а в равнинной части страны, где были уничтожены леса, развились в больших масштабах эрозия почв. В целях борьбы с эрозией большие площади лесов, особенно в высокогорных районах, государством были признаны защитными, а чтобы предотвратить ожидаемую в ближайшем будущем нехватку в стране древесины, с 1898 г. начато выращивание экзотических, быстрорастущих пород.

Лесокультурные работы из чужеземных пород получили наибольший размах в период с 1923 г. по 1936 г., когда были созданы новые леса: государством на площади свыше 150 тыс. га, частными организациями — около 120 тыс. га. При этом 40% государственных лесопосадок и 90% частных пришлось на долю сосны лучистой (*Pinus radiata* Don).

Эта порода была завезена в Новую Зеландию из Калифорнии еще в 1850 г. для защитных полос [8]. Посредственная в Калифорнии хвойная порода, она в условиях Новой Зеландии показала поразительный рост: в 10 лет имеет высоту 12 м, в 20 лет — 26 м, а в 30 лет дает пиловочник. Средний прирост ее от 14 до 20 м³ при 30-летнем обороте рубки [1], [3]. В дальнейшем выяснилось, что сосна лучистая не сможет удовлетворить все будущие потребности страны в древесине. К тому же многие отведенные для посадок участки оказались не подходящими для нее, а заокеанский опыт показал, что этот вид сосны восприимчив к различным заболеваниям и значительно повреждается насекомыми. Поэтому Служба леса ввела в посадки разные породы, считая, что не следует целиком полагаться на какую-нибудь одну породу и что даже лучшая из них не должна составлять больше 1/3 насаждений [2].

Лесоразведение быстрорастущих экзотов продолжается, в настоящее время они занимают площадь до 800 тыс. га. К 2000 г. площадь лесных культур из быстрорастущих экзотов проектируется увеличить в два раза [5], [6].

В состав искусственных насаждений, кроме сосны лучистой, входят в значительных количествах: дугласова пихта (*Pseudotsuga taxifolia* (Poir) Britt.); сосны пондероза и черная (*Pinus ponderosa* Dougl., *P. nigra* var. *poiretiana* (Aht.) Aschers. & Graebn.) и др. В отдельных местах и на специальных участках часто высаживают сосну скрученную (*Pinus contorta* Dougl.), сосну веймутову (*P. strobus* L.), кипарис крупноплодный (*Cupressus macrocarpa* Hartw.), кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis Lawsoniana* Andr. Parl.), тую складчатую, или гигантскую (*Thuja plicata* D. Don) [2], [4].

По данным инвентаризации лесных мировых ресурсов ФАО ООН, в 1963 г. общая площадь лесных земель Новой Зеландии равнялась 7365 тыс. га, из них 1052 тыс. га — необлесенные земли, а 6313 тыс. га — лесные. Лесистость составляет 24%. На одного жителя приходится 2,5 га лесов.

Леса на площади 1578 тыс. га относятся к эксплуатируемым, 4735 тыс. га — к непродуктивным. Значительная часть последних была ранее пройдена выборочными рубками, и на корню остались только нетоварные деревья.

В Новой Зеландии выделено очень большое количество защитных лесов (2833 тыс. га), где запрещены промышленные рубки. Площадь, где допустимы промышленные рубки, равна 3480 тыс. га. Здесь преобладают хвойные насаждения (1578 тыс. га, или 46%), затем идут смешанные (1295 тыс. га, или 37%) и, наконец, лиственные (607 тыс. га, или 17%). Все хвойные леса эксплуатируются.

В лесах Новой Зеландии преобладают насаждения с низкой и очень низкой полнотой, занимающие 64%, в том числе 27% с полнотой ниже 0,1. Только 10% приходится на насаждения с высокой полнотой (1,0—0,7). В используемых лесах, на высшие и средние полноты приходится 54%, на низкую — 46%, а категория очень низкой полноты отсутствует. Общий запас используемых лесов составляет 245 млн. м³ (в среднем 154 м³ на 1 га).

По форме владения лесные земли распределены так: общественные — 5544 тыс. га, или 75%, в том числе государственные — 5463 тыс. га; частновладельческие — 1821 тыс. га, или 25%, из них промышленных предприятий — 1173 тыс. га, фермерские — 81 тыс. га и прочие — 567 тыс. га.

В Новой Зеландии ведутся довольно интенсивные рубки леса. Около 2/3 заготавливаемой древесины приходится на быстрорастущие экзоты.

В лесах страны проводятся значительные исследовательские работы: по применению удобрений, селекции быстрорастущих пород, лесоустройству, по вопросам лесозащиты, по борьбе с эрозией, по выращиванию бессучковой древесины и т. д. [5], [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Павловец. Леса Новой Зеландии. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1963. [2]. A World Geography of Forest Resources. Edited for the American Geographical Society by S. Haden-Guest, J. K. Wright, E. M. Teclaff. New York, 1956. [3]. H. V. Hinds. Unasylva. 17, 1, 1963. [4]. R. Nellbeck. S. Afric. Forestry I., Nr. 52., 1965. [5]. R. E. Owen. N. Z. Forestry Dept. Wellington, 1964; Briegleb P. A. J. Forestry, 63, Nr. 4, 1965. [6]. N. Revertera. Zbl. des Forstwes, 78, Nr. 4, 1961. [7]. Wellington. N. Z. Forest, Scriv., 1966. [8]. E. R. Yarham. The Forests of New Zealand. The Indian Forester, t. 91, Nr. 9, 1965.

Поступила 23 февраля 1973 г.

УДК 634.0 (061.3)

ПРОБЛЕМЫ ЛЕСА НА VII МИРОВОМ ЛЕСНОМ КОНГРЕССЕ

П. В. ВАСИЛЬЕВ

СОПС

Дана краткая историческая справка о деятельности лесных конгрессов. Изложены современные принципы обращения с лесами, главнейшие проблемы дальнейшего развития лесного хозяйства и лесной науки, ставшие предметом обсуждения на VII Мировом лесном конгрессе.

Современный период характеризуется интенсивным расширением и углублением международных связей в самых различных областях науки и практики. Для обсуждения проблем леса уже не одно десятилетие регулярно созываются мировые лесные конгрессы. Приводим данные о деятельности этих конгрессов и участии в них советских ученых.

Первые два конгресса состоялись еще до второй мировой войны: в 1926 г. в Риме и в 1936 г. в Будапеште. Они были посвящены сравнительно узким лесоводственным и научно-организационным вопросам и проходили при участии небольшого числа стран, преимущественно западноевропейских. Советский Союз на них не был представлен. Начало современного характеру и уровню международных связей ученых было положено на III Мировом конгрессе, состоявшемся в 1954 г. в Хельсинки. IV конгресс в Дера-Дуне (Индия) принял в числе других организационных рекомендаций важное решение о регулярном созыве мировых лесных конгрессов через каждые 6 лет. С тех пор это стало строгим правилом. V конгресс собирался в Сиэтле (США) в 1960 г., а VI — в Мадриде в 1966 г. В работе каждого из этих конгрессов приняло участие по 2 тыс. делегатов и гостей. Советскую лесную науку и практику в Сиэтле представляли 14 участников, а в Мадриде — 21. Все конгрессы послевоенного периода созываются при активном участии лесных подразделений Организации Объединенных Наций.

Работа конгрессов не сводится к взаимной информации стран о достигнутых успехах и новых задачах в области лесного дела. Начиная с IV конгресса, посвятившего значительную часть своей деятельности лесоводственным проблемам в тропических странах, организаторы конгресса совместно с ведущими деятелями лесной науки выдвигают перед участниками определенную центральную идею и главные проблемы, отражающие состояние лесного дела в мире в данный период и требования научно-технического прогресса. Это, с одной стороны, повышает интерес к деятельности конгресса и, с другой, способствует выработке определенных рекомендаций и решений. Например, основное место в работах V конгресса было отведено проблемам многостороннего использования лесов, VI конгресса — вопросам повышения роли лесного хозяйства в развитии мировой экономики.

Состоявшийся в Буэнос-Айресе в октябре 1972 г. VII Мировой лесной конгресс внес немало нового в постановку и обсуждение проблем современного лесного дела.

Центральная тема конгресса — «Леса и социально-экономическое развитие современного общества». Она обсуждалась на четырех пленарных заседаниях, а также в восьми секциях (комиссиях): лесоводство; лесное образование; охрана лесов и вопросы использования их в рекреационных (оздоровительных) целях; лесозаготовки; научные исследования в области лесных проблем; экономика, управление, планирование; лесная индустрия; общие вопросы (вопросы так называемой свободной трибуны).

Большой интерес, прежде всего, представляют ставшие документами конгресса прогнозы дальнейшего развития лесопотребления в мире. В докладе секретариата*, розданном делегатам, говорится, что к концу XX в. мировое потребление древесины при стабильном уровне расходования ее на энергетические (топливные) нужды возрастет в общем в 2 раза; при этом потребление промышленных сортиментов увеличится в 3 раза, расход пиловочника будет повышаться ежегодно в среднем на 1,5%, балансовой древесины и сырья для плитных материалов — на 4—6%. Эти (несколько завышенные, на наш взгляд) показатели будут существенно различаться по континентам и странам, что повлечет значительные изменения в региональных структурах импорта и экспорта лесных товаров. В этом же документе, со ссылкой на мнение отдельных экспертов, отмечается возможность расходования в предстоящие годы части пиловочного сырья на нужды целлюлозно-бумажной промышленности.

С учетом продолжающегося на всех континентах роста лесопотребления лесные органы ФАО к VII лесному конгрессу предполагали завершить очередную детальную общемировую инвентаризацию лесов. Работу эту в полной мере завершить не удалось.

Таблица 1

Континенты и страны	Площадь лесов по сводке 1971 г., млн. га		Запас древесины, млрд. м ³		
	лесная	лесо-покрытая	по инвентаризации 1963 г. (всего)	по сводке 1971 г.	
				всего	в том числе хвойных пород
СССР	916	747	79,0	79,7	66,5
Европа (без СССР)	144	138	12,0	13,4	8,2
Северная Америка	750	710	44,0	59,0	39,5
Латинская Америка	966	794	78,8	122,9	2,8
Азия (без СССР)	550	519	17,0	42,8	7,0
Африка	710	700	3,8	34,9	0,3
Австралия и Океания	96	92	3,8	5,0	0,3
Весь мир	4132	3700	238,4	357,7	124,6

Примечание. Источник для 1963 г.: World Forest inventory, FAO, Rome, 1963, p. 21. Источник для 1971 г.: «Unasylva», vol. 25 (2—3—4), p. 29.

В табл. 1, наряду с показателями площади лесов по сводке 1971 г., приводятся сравнительные данные оценок запасов древесины в лесах мира по инвентаризации ФАО в 1963 г. и данные, уточненные перед VII Мировым лесным конгрессом. Вне-сенные коррективы существенно меняют прежние представления о поектарных запасах леса по континентам, а также о доле СССР в мировых лесных ресурсах. Из приведенной таблицы следует, что леса СССР в мировых лесных ресурсах занимают (%): по лесной площади — 22,1; по лесопокрытой площади — 20,2; по общему запасу древесины — 22,3; по запасу древесины хвойных пород — 53,3.

В настоящее время с 1 га лесопокрытой площади продуктивных лесов берется в среднем за год: в Северной Америке около 1 м³ древесины, в Латинской Америке — 0,7 м³, в Азии (без СССР) — 1,1 м³, в Африке — 0,7 м³, в Океании и Австралии — 0,6 м³; в среднем по лесам Западной Европы — 2,6 м³, а по Европейско-Уральской зоне СССР — 2 м³. В целом по освоенным лесам мира, составляющим львиную долю всех продуктивных лесов, ежегодный объем заготовок древесины с 1 га лесопокрытой площади редко превышает 1 м³.

Легко видеть, что лесное хозяйство и лесная промышленность мира стоят перед труднейшими проблемами. Для удовлетворения выявленной до 2000 г. потребности в древесине, вероятно, надо, во-первых, повсюду, где это возможно, по крайней мере вдвое расширить площадь эксплуатационных лесов; во-вторых, не менее чем в 1,5 раза увеличить заготовку с 1 га площади эксплуатируемых лесов; в-третьих, добиться повсеместного широкого промышленного использования низкокачественной стволовой древесины, значительной части древесины кроны и отходов.

Но это лишь одна сторона задачи. Лесозаготовки в большинстве стран мира продолжают оставаться одной из самых отстающих отраслей производства, до сих

* Seventh World Forestry Congress. Reports of the commissions of the Congress, by the Secretariat. X, 1972.

пор сохраняющих ручной труд и неблагоустроенный быт рабочих. В век ускоренного процесса урбанизации и широкого распространения достижений культуры лесные рабочие не могут довольствоваться примитивными приемами и формами прошлых десятилетий. Не случайно на VII Мировой лесной конгресс было представлено несколько докладов, посвященных социальным проблемам труда в лесу. Не случайно также авторитетное жюри конгресса по представленным техническим фильмам высшую награду присудило советскому фильму, демонстрирующему существенно новые технические приемы заготовки леса, решительно облегчающие труд и открывающие новые пути в технологии лесоразработок. В комбинированной лесной машине «Дятел» многие увидят многообещающий прообраз будущей техники, использующейся при все шире распространяющихся в мире несплошных рубках.

Как бы однако ни были важны проблемы рациональной промышленной эксплуатации лесов, в центре внимания VII Мирового лесного конгресса были проблемы правильного использования лесов в социально-культурном и экологическом значении и связанные с этим специальные вопросы сохранения и качественного улучшения лесов.

Как известно, еще за 3—5 лет до конгресса в мировой печати часто рассматривался вопрос о защитной роли лесов в индустриально развитых странах. Тема эта, в частности, широко обсуждалась на созванной в 1968 г. в Париже Межправительственной конференции ЮНЕСКО по ресурсам биосферы, на Международной конференции по биосфере, проходившей в 1972 г. в Стокгольме, на состоявшемся в Москве в июле 1971 г. Международном симпозиуме «Человек и биосфера» и др.

На последней из названных встреч акад. П. В. Виноградов, соглашаясь с появившейся в мировой печати информацией об опасности перенасыщения атмосферы углекислым газом и возникновения «тепличного эффекта» в ней, отметил, что единственно верное средство предотвращения этой опасности — создание «зеленых фабрик», главным цехом которых являются леса. По имеющимся расчетам зарубежных авторов, из общего количества продуцируемой на суше органической массы (53 млрд. т). 28,4 млрд. т приходится на леса; по данным советских ученых соответственно 20 из 31 млрд. т (примерно 2/3). Если учесть процессы фотосинтеза также и на водных пространствах, то доля участия лесов составит около 40%. При пропорциональности количества ассимилируемой CO_2 и восстанавливаемого кислорода приведенные данные означают, что человек каждые 4 часа из 10 дышит кислородом, восстанавливаемым лесами. Не менее велика роль лесов в защите воздушной среды городов и промышленных центров от засорения аэрозолями и другими твердыми, жидкими и газообразными примесями.

По проблемам правильного использования лесов в экологическом и социально-культурном значении на рассмотрение конгресса было представлено более 50 специальных докладов из разных стран. Главное место в них занимали: вопросы обеспечения необходимой согласованности между хозяйственным использованием лесов и сохранением их в качестве компонента среды; проблемы и тенденции в мировом использовании лесов в рекреационном значении; вопросы регулирования охоты в лесах; роль национальных парков в охране природных ресурсов; влияние лесов на улучшение условий жизни населения.

Освещая сложившееся в настоящее время явно неблагоприятное положение лесного хозяйства, докладчики приводили ряд характерных примеров. Так, посещение лесов миллионами туристов имеет неблагоприятные последствия. В Австрии за 1960—1970 гг. при росте доходов лесного хозяйства от туризма на 19% расходы увеличились на 46%. В 1970 г. 70% всех лесных пожаров возникло по вине туристов.

К аналогичному выводу приводят факты небывалого расширения промысловой и спортивной охоты в лесах некоторых стран. Например, в лесах США число посещений охотниками достигло в 1970 г. 175 млн., а к 1975—1980 гг. вырастет до 210—250 млн. Хотя это приносит доход, измеряемый многими миллионами долларов (в 1970 г. — 2,5 млрд. долларов), но вызывает глубокие нарушения структуры лесного биогеоценоза и вспышки различных неблагоприятных явлений.

В комиссии конгресса по вопросам использования лесов обсуждались пути улучшения их водоохранной роли, защитной службы пригородных насаждений и т. д. Особенно большое внимание было уделено задачам расширения сети национальных и природных лесных парков.

Новые задачи в большинстве случаев предстоит решать в условиях возрастания промышленного значения лесов и размеров лесозаготовок. Поэтому в современном лесном хозяйстве растет роль экономических проблем.

На VII Мировом лесном конгрессе обсуждались проблемы использования идей и методов планового регулирования современного лесного хозяйства.

Конечно, мы знаем, насколько малоперспективны предложения такого рода в условиях западного мира, но сам факт обращения мировой научной общественности к опыту планового использования и воспроизводства лесов в социалистических странах очень знаменателен.

Более реалистичный и конструктивный характер имели вынесенные на обсуждение конгресса предложения о планировании и организации плантационного лесоразведения. В них отмечалось, что в благоприятных почвенно-климатических условиях

современное хорошо организованное производство древесного сырья на плантациях позволяет за 15—20 лет получать в среднем столько же древесины, сколько в умеренном поясе можно получить за 70—80 лет. На выставке в Буэнос-Айресе, устроенной в октябре 1972 г. в связи с Мировым лесным конгрессом, были показаны срезы 50—52-летнего дерева *Pinus taeda*. Толщина ствола на высоте груди составляет 108 см, а ширина многих годовичных колец — 30—33 мм. Высокая биологическая продуктивность некоторых древесных пород и древостоев в зоне субтропиков и тропиков невольно наводила на мысль о том, что в будущем основные центры промышленного лесоразведения могут быть перенесены во многих случаях в эту зону.

Значительное место в работе и документах конгресса заняли проблемы лесного образования. Это легко понять, если учесть, что новые проблемы развития современного лесного хозяйства, в частности, более широкого, организованного использования лесов в их физико-географическом и социально-культурном значении, а равно новые технические вопросы рационального использования лесных продуктов и пр. практически не могут быть решены без специалистов новой формации, без людей, вооруженных новейшими достижениями естественных наук, технической мысли, технологии, кибернетики и т. п.

Большое внимание участников конгресса привлекла идея подготовки лесных специалистов, предусматривающей сочетание университетского и специального технического образования. К этой же группе идей относится пожелание более широкого использования так называемого пост-градального, то есть последилового образования, как известно, получившего признание во многих странах мира, предложения о составе научных дисциплин, подлежащих изучению в этой системе.

Во многих докладах подчеркивалась особая важность укрепления повседневной двухсторонней связи высшей школы и научно-исследовательских институтов в национальных рамках, а также международных связей высших учебных заведений.

Значительный интерес участников конгресса вызвал опыт Швеции по подготовке младшего лесоводственного и лесотехнического персонала в двухгодичных лесных школах, включающих общеобразовательную программу двух последних классов гимназии. Много внимания было уделено налаживанию всех форм лесного образования в развивающихся странах, созданию специальной аспирантуры для этой цели, оказанию технической помощи и т. д.

На заключительном заседании конгресс принял декларацию, содержащую изложение современных принципов обращения с лесами, главнейших проблем дальнейшего развития мирового лесного хозяйства и лесной науки. Суть декларации хорошо выражена в словах старейшего лесовода Великобритании Сант Бакера, автора проекта облесения Сахары. Он сказал: «Сохранение лесов — синоним цивилизации. С уничтожением их исчезнет сама цивилизация. Важнейшая задача нашей цивилизации — сохранять и преумножать леса».

На конгрессе в Аргентине присутствовали делегаты и гости из 87 стран мира (1781 человек): из Аргентины, США, Швеции, Канады, Испании, Франции, Финляндии и др.

В состав делегации СССР входили Председатель Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР проф. Г. И. Воробьев (глава делегации), акад. АН Литовской ССР Л. А. Қайрюкштис, проф. П. В. Васильев, кандидаты наук А. И. Писаренко, Л. Е. Михайлов, А. Н. Обливин, В. Г. Атрохин, С. Г. Синицын, Г. К. Ступнев, инженер Б. А. Беликов.

Конгресс работал с 4 по 18 октября 1972 г. В последующие дни многие делегации знакомились с лесами страны. Советские ученые и специалисты приняли участие в турне по северному маршруту (в зоне городов Кордоба, Тукуман, Сальта, Жужуй и др.). Полученным впечатлениям и собранным материалам может быть посвящена самостоятельная статья. Здесь лишь заметим, что для советских ученых леса Аргентины оказались интересным и трудным для ознакомления предметом.

Поступила 23 февраля 1973 г.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 674.09(091)

ЛЕСОПИЛЬНОЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО
УКРАИНЫ XVI—XVII вв.

Н. М. СТРИШЕНЕЦ

Черновицкий государственный университет

Механизация лесопиления на Украине возникла давно. Уже в XVI в. в Галиции и на Волыни для распиливания бревен применяли механизированные пилы, с приводом от водяного колеса мельницы [7], [13]. Для постройки лесопилен (тартаков) необходимо было сочетание двух условий: наличие реки — источника водной энергии для механизации производственных процессов — и леса как источника сырья. Поэтому лесопильные мельницы размещались преимущественно в лесах и пуцах, которых на Украине в XVI—XVII вв. было достаточно.

Большие леса находились на левой стороне Днепра: по течению р. Десны до впадения в нее р. Сейм и в бассейне р. Сож. Массивы лесов размещались на левой стороне Сейма близ Батурина и Конотола, по верховьям рек Удай, Сула, Остер, Перевоз, Супой, Трубеж. Леса тянулись возле Лубен по Суле, между Пслем и Ворсклой, а оттуда — за Ахтырку, по обе стороны р. Северный Донец и его притоков, по речкам Харьков и Лопань.

На правой стороне Днепра леса занимали значительную территорию от Киева по р. Ирпень, возле Овруча, Житомира, Радомишля, в верховьях р. Тетерев и его притоков: Гуйвы, Гнилопяти, Здвижа, Каменки, Ирши. На юге от Канева находились леса между Росью и Тясмином, Горным Тижичем и Верхним Тясмином, а также на правой стороне последнего до верховьев Ингульца и Ингула. На р. Молочной, притоке Роси, размещались Лобачевские леса, по Роси от границ Брацлавского воеводства — большие Каневские леса, по р. Удиче — Уманский лес. Ниже Брацлава по правой и левой сторонам Южного Буга, в верховьях рек Горынь, Припять, Случь находилась «прибужская» пуца. Массивы лесов размещались в бассейнах рек Днестр, Збруч, Латорица, Прут, Сирет, Смотрич, Тиса, Уж, Черемош [2].

В лесах Украины на реках и болотах было построено значительное количество пильных мельниц. За 1565 г., например, имеются сведения об одной лесопильне на Днестре возле Самбора, нескольких — близ сел Дворецкая Воля, Лановцы, Титова Воля [4], [5]. Лесопильни имелись и на реках Горынь, Выжевка, Ломница, Луга, Стырь, Стоход, Стрый, Рика, Теремля, Черная Тиса, возле с. Ольки, местечка Ратно (Волянь), в селах Великий Березный, Воловец, Соль (Закарпатье) и т. д. [8], [11]. По нашим подсчетам, в XVI в. на Украине в различное время существовало около 20 пильных мельниц, к середине XVII в. их число возросло до 32. Районами наибольшего распространения лесопилен были территории Русского воеводства (Западная Украина) и Волянь [4], [5], [8], [13].

Как видно из документов, лесопильни, как правило, строили на плотинах. Сооружение плотин было самой сложной и трудной работой, поэтому к строительству их привлекали не только наемных рабочих (мастера плотностроения — «грабары»), но и крепостных окрестных сел, зависимых от владельцев земли, на которой сооружалась пильная мельница. Починку плотин, требовавшую большого количества пешей и конной силы, производили преимущественно крепостные.

Плотинами создавался напор воды, необходимый для работы мельничных колес. При помощи лотков вода подавалась на колеса, приводя их в движение силою удара.

По устройству пильные мельницы мало отличались от старомодных простых лесопилен нашего времени. Водяное колесо приводило в движение ось, на которой оно недвижимо закреплялось. Последняя, в свою очередь, при помощи храпового механизма и передач других видов приводила в движение рамы (сани) с пилами. На одной раме насчитывалось 2—4 пилы. Бревна для распиливания подавали при помощи двух цепей, которые наматывали на специальный вал (одну вправо, другую — влево). На концах цепей имелись крючки. Они захватывали бревна, подающиеся к пилам. Вал, на котором укреплялись цепи, в это время вращался в обратном направлении при помощи большого колеса со ступеньками. Цапфа на ободе маховика при каждом обороте ударяла по одной из ступеней колеса и продвигала

его на одно деление дальше. Цепи тем временем подтягивали бревно к пилам. Этим обеспечивалась равномерная подача бревен [6].

На пильных мельницах, наряду с крепостными крестьянами, работали и наемные рабочие. Это были, главным образом, мастера, руководившие производственными процессами. Под их руководством на лесопильнях распиливалось значительное количество бревен на брусья и доски. Так, пильная мельница в с. Новые Стрелища распиливала за рабочий период 70 бревен, лесопильни на реках Днестр, Сан — по 120—150, а в с. Суровица — по 200—400 [4], [5].

Бревна (юлоды) для распиливания привозили или сплавливали по рекам крестьяне ближайших сел. К лесопильне под местечком Ветлы на Припяти, например, лес сплавливали крестьяне сел Борки, Бузаки, Выдерта, Величме, Подсыновка.

Объем производства отдельных лесопилен был весьма значительным. Так, мастер Вавжинец на своих лесопильных предприятиях в Велюном лесе выработал (1563 г.) 12 тысяч брусев, на пильной мельнице Валентия (1565 г.) в Голонском, Нудневском лесах Любомльского староста (Вольнь) — шесть шестьдесятков, то есть 3600 шт. ванчеса (дубовых брусев) [1], [3]. Но были лесопильни и с незначительным объемом продукции, например, пильная мельница возле с. Пашков на Закарпатье, давшая в 1684 г. только 700 досок [8].

Продукция украинских пильных мельниц шла на сооружение замков, дворцов, мостов, церквей, монастырей, зданий, судов и реализовывалась не только на внутреннем, но и на внешнем рынке. Продукция лесопилен Украины, входившей в то время в состав Польши, по сухопутным и речным дорогам поступала к главному пункту привисленской водной артерии Бресту, сортировалась и затем сплавливалась в Гданск, где продавалась иностранным купцам. Они за ванчес, например, в 1561 г. платили 22 злотых [10]. Из Гданска украинские лесные товары поступали в Англию, Голландию, Испанию, Италию, Португалию и другие западноевропейские страны. Величина экспорта лесной продукции Украины колебалась в отдельные годы в зависимости от различных условий, но все же имела тенденция к его росту [9]. Вывоз лесных товаров из Украины и Польши получил такие размеры, что привел к массовому истреблению значительного количества лесов. Поэтому польскому правительству пришлось принимать меры для его ограничения. Украинским купцам и торговцам запрещено было вывозить лесные товары, а для шляхтычей на вальном сейме (1601 г.) принято специальное постановление: за спуск по рекам до Гданска ванчесов, за каждые 100 штук платить пошлин по 24 грошей [12]. Чтобы обойти эти постановления, украинские феодалы и купцы продавали лесные товары заграничным фирмам и их агентам — гданским купцам непосредственно на месте или лес на корню и разрешали на своих землях строить пильные мельницы. В 1635 г. фактор гданского купца В. Дока купил лес на корню в Бахмачском, Глуховском, Нежинском, Новгород-Северском, Черниговском поветах и после механической распиловки вывозил его на Королевец, а оттуда — в Гданск.

Из сказанного можно сделать вывод, что в XVI—XVII вв. механизированная распиловка леса на брусья и доски для продажи на внутреннем и внешнем рынке способствовала переходу от мелкого производства к крупному, а следовательно, к становлению и развитию деревообрабатывающей промышленности Украины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Архив Юго-Западной России, издаваемый Комиссией для разбора древних актов, состоящей при Киевском, Подольском и Вольнском генерал-губернаторствах. Ч. VII, т. 1, Киев, 1886. [2]. А. И. Баранович. Население предстепной Украины в XVI веке. «Исторические записки» № 32, М., 1950. [3]. І. Д. Бойко. Промисли на Україні в XVI—першій половині XVII століття. «Український Історичний журнал» № 1, 1962. [4]. «Жерела до Історії України-Руси». Видані Археографічною комісією Наукового товариства ім. Шевченка, т. 1, Львів, 1895. [5]. «Жерела до Історії України-Руси», т. 2, Львів, 1897. [6]. А. М. Лазаревский. Описание старой Малороссии. Т. 1, Киев, 1888. [7]. Б. І. Іваніцький. Ліси й лісове господарство на Україні. Праці українського наукового Інституту, т. XXVII, Варшава, 1936. [8]. О. М. Мицюк. Нариси з соціально-господарської Історії Підкарпатської Русі. Т. 2, Прага, 1938. [9]. В. И. Пичета. Польша на путях к колонизации Украины и Белоруссии. «Исторические записки», вып. 7, М., 1940. [10]. Центральный государственный исторический архив Украинской ССР, ф. 25, оп. 1, ед. хр. 3, л. 34. [11]. Центральная научная библиотека АН УССР, отдел рукописей (ЦНБ АН УССР), ф. 1, № 3909, л. 2. [12]. ЦНБ АН УССР, ф. 2, № 22485, л. 51. [13]. «Zródła dziejowe». Т. XIX, Warszawa, 1889.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 681.3:37

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Н. Н. БУТОРИН

Архангельский лесотехнический институт

Современные темпы научно-технического прогресса требуют постоянно корректировать учебные планы и программы подготовки инженеров. Изменения в технике и технологии производства подчас происходят настолько быстро, что знания, которые получает инженер в вузе, становятся устаревшими уже в первые годы его работы на производстве.

Примером может служить курс «Вычислительная техника и программирование», который был введен в программы технических вузов в 1961 г. в связи с широким проникновением современной электронной вычислительной техники во все отрасли науки, в проектные и конструкторские организации. За прошедшие двенадцать лет произошли существенные изменения как в конструкции ЭВМ, так и в области их применения. Сейчас выпускаются уже ЭВМ третьего поколения на интегральных пленочных логических элементах, отличающиеся высокой надежностью, быстродействием и емкостью запоминающих устройств, составляющей сотни миллионов слов. Круг задач, решаемых на ЭВМ, значительно расширился. Электронные машины все больше стали использоваться для управления сложными техническими и экономическими объектами.

В программах курса вычислительной техники и программирования следует учитывать эти изменения. Здесь надо иметь в виду ясную тенденцию механизации и автоматизации инженерного труда. В текущей и следующей пятилетках предстоит широкое и повсеместное внедрение ЭВМ в управление производством. Об этом имеются четкие указания в решениях XXIV съезда КПСС. Задачи внедрения автоматизированных систем управления производством (АСУ) на базе современных электронных вычислительных машин в лесной промышленности будут решаться, в основном, теми инженерами, которые сейчас еще учатся в аудиториях вузов. Уровень подготовки и объем знаний по вычислительной технике должен соответствовать этим задачам. Это отмечено в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 18 июля 1972 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию высшего образования в стране».

Программу курса вычислительной техники и программирования можно разделить на две разные по характеру части: приемы подготовки задач к решению и принципы устройства ЭВМ. Для будущего инженера-технолога, проектировщика, научного работника наиболее важна первая часть. Здесь нужно показать студентам элементарные приемы программирования на машинном языке и обязательно ввести в программу изучение алгоритмических языков, например, АЛГОЛ-60, а для экономических специальностей также КОБОЛ или АЛИГЭМ. Сейчас алгоритмические языки — основное средство общения человека с электронной вычислительной машиной. Можно надеяться, что при дальнейшем развитии автоматизации программирования эти знания помогут инженеру освоить новые, более совершенные способы управления ЭВМ.

Наш опыт преподавания этого курса в Архангельском лесотехническом институте свидетельствует о том, что навыки по программированию для малой ЭВМ «Проминь» помогают инженеру после окончания вуза сравнительно легко осваивать программирование для любых других ЭВМ средней и высокой производительности. А знакомство с языком АЛГОЛ-60 — хорошая основа для изучения, при необходимости, других алгоритмических языков.

Очевидно, эту — первую часть курса следует считать главной и ей надо уделить большую часть программы.

Грамотное использование ЭВМ предполагает овладение вычислительными методами математики. К сожалению, в действующих программах высшей математики численным методам уделяется недостаточно места. Элементы вычислительной математики, даваемые студентам, ориентированы на ручные вычисления или на использование настольных клавишных машин. Известно, что численные методы, используемые

в ЭВМ, имеют ряд существенных особенностей, связанных с высоким быстродействием машин. Задачи, решаемые на ЭВМ, имеют высокую сложность, требуют выполнения огромного количества вычислительных операций и не могут решаться ручным способом. Поэтому будущих инженеров, изучающих электронную вычислительную технику, необходимо более основательно знакомить с современными методами вычислительной математики.

Техническое состояние и возможности современных электронных вычислительных машин следует учитывать также при изучении других дисциплин вузовской программы. Например, в курсе экономики производства необходимо знакомить всех студентов (а не только экономистов) с современными математическими методами решения экономических задач с использованием ЭВМ.

Известно, что многие задачи расчета элементов машин, механизмов, проектируемых сооружений и технологических процессов гораздо быстрее, точнее и эффективнее решаются с помощью ЭВМ. При этом методы решения и сам подход к задаче становятся другими.

При создании новых теорий и способов решения технических и экономических задач конечный результат теперь оценивается по возможности и эффективности использования его при программировании задачи для ЭВМ. Например, большинство формул, используемых при различных ручных расчетах, получено в результате решения некоторых дифференциальных уравнений. Так как большая часть встречающихся на практике дифференциальных уравнений не имеет точного аналитического решения, формулы эти часто очень громоздки и приближенны. При их выводе обычно делают упрощающие допущения, которые вызывают погрешности в расчетах. Величину этих погрешностей не всегда удается оценить. В то же время при использовании ЭВМ можно получить численные решения исходных дифференциальных уравнений с высокой точностью без упрощающих допущений. Все эти соображения касаются практически всех технических дисциплин вуза и должны учитываться при составлении рабочих программ.

Вторая часть курса «Вычислительная техника и программирование» — принципы устройства ЭВМ — также важна, особенно для инженеров-механиков, конструкторов, а также научных работников. Здесь студенты знакомятся с основами алгебры логики, логическими электронными элементами и запоминающими устройствами, которые используются не только в электронных цифровых вычислительных машинах, но и в современных системах автоматического регулирования и управления станками, машинами, аппаратами. В современной автоматике ясно выражена тенденция к расширению области применения электронных методов усиления и преобразования сигналов с использованием ключевых логических электронных элементов.

Недостаток знаний в этой области иногда приводит к напрасным затратам инженерного труда и средств на конструирование новых автоматизированных производственных механизмов на базе устаревших (например, релейно-контактных) элементов, что отнюдь не способствует техническому прогрессу.

Эта вторая часть курса вычислительной техники и программирования по своему характеру сильно отличается от первой. Вопросы использования электронных приборов в ключевых режимах целесообразнее было бы изучать в курсе «Промышленная электроника», а алгебру логики и электронные логические элементы вместе с запоминающими устройствами — в курсе «Автоматизация производственных процессов». Тогда курс вычислительной техники и программирования без второй части стал бы более однородным, целенаправленным и законченным. Ему можно было бы присвоить название «Программирование для ЭЦВМ» и изучать его не на четвертом или пятом курсе, как теперь, а на третьем, сразу же после завершения курса высшей математики, как ее продолжение.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВАЯ КНИГА О КЕДРЕ СИБИРСКОМ*

В Биологическом институте СО АН СССР издана новая книга доктора сельскохозяйственных наук Т. П. Некрасовой, в которой изложены итоги ее многолетних исследований закономерностей семеношения кедра сибирского.

Перечень вопросов, затронутых в этой книге, показывает ее ценность. Здесь идет речь о биологических предпосылках семеношения кедра: строении кроны, морфофизиологических особенностях побегов, основных чертах эмбрионального развития; выяснены важные вопросы о неравномерности урожая и их прогнозировании; дан ряд обобщенных материалов о семенной продуктивности кедра.

В основу книги положены обширные исследовательские материалы. Особого внимания, на наш взгляд, заслуживают следующие вопросы: половые формы деревьев, развитие почек и семян, этапы развития урожая, корреляция вегетативных и генеративных процессов у кедра, вопросы прогнозирования урожая.

Посвящая основную часть книги сибирской кедровой сосне, Т. П. Некрасова неоднократно сопоставляет с ней другие породы наших хвойных лесов: сосну обыкновенную, ель, пихту, в ряде случаев отмечая интересные параллели в их развитии. Поэтому рецензируемая книга будет полезна не только специалистам по кедру, но и работающим с сосной и елью.

Приятно отметить, что в своих исследованиях Т. П. Некрасова опиралась, в частности, на программные указания Н. П. Кобранова о необходимости детального изучения всего цикла развития урожая, в том числе развития генеративных органов в связи с внешними факторами, влияющими на процесс семеношения.

Автором использована весьма обширная литература (333 работы на русском языке и 70 — на иностранных). Такая подробная библиография также может быть полезной для всех интересующихся вопросами семеношения и плодоношения лесных древесных растений.

П. И. Войчалъ.

Архангельск.

НАСТОЛЬНАЯ КНИГА
РАБОТНИКА ЛЕСА ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ**

В Советском Союзе последовательно осуществляются крупные государственные мероприятия, направленные на улучшение охраны природы и обеспечение рационального использования ее ресурсов. К сожалению, быстро растущее внимание к этой насущной проблеме современности нередко сталкивается с недостаточным знанием научных основ охраны природы не только широкими слоями населения, но и специалистами тех отраслей, которые непосредственно воздействуют на природные объекты.

Серьезной помощью в подготовке студентов лесных специальностей явился выход в свет учебного пособия А. И. Воронцова и Н. З. Харитоновой «Охрана природы». Книга предназначена для студентов лесотехнических вузов и факультетов. В ней на многочисленных примерах и фактах интересно и доходчиво рассмотрены по существу все основные направления в охране живой и неживой природы.

В главе I «Значение и задачи охраны природы в СССР» раскрыта многообразная роль природы для общества, дана историческая справка о природоохранительных актах в России, приведена природно-экономическая классификация природных ресурсов. В специальном разделе на конкретных примерах показана исключительная забота В. И. Ленина о сохранении и преумножении природных богатств.

Глава II посвящена охране атмосферного воздуха. В ней содержатся данные об источниках и характере загрязнения воздуха, приводятся убедительные факты отри-

* Т. П. Некрасова. Биологические основы семеношения кедра сибирского. Изд-во «Наука», Сибирское отделение, Новосибирск, 1972.

** А. И. Воронцов, Н. З. Харитоновна. Охрана природы. Изд-во «Высшая школа», тираж 21000 экз., 360 стр., цена 90 коп., М., 1971.

цательных последствий влияния вредных газов и пыли на организм человека и животных, лесные насаждения и сельскохозяйственные культуры. С исчерпывающей полнотой изображена большая роль зеленых насаждений в предотвращении загрязнения воздуха, ослаблении летней жары, уменьшении уровня городских шумов и др. Весьма лаконично охарактеризованы другие пути и средства охраны воздуха от загрязнения.

В главе III «Водные ресурсы и их охрана» сообщаются интересные сведения о запасах и потреблении воды. Авторы обстоятельно излагают конкретные мероприятия по очистке сточных вод и предохранению водоемов от загрязнения.

Глава IV отведена вопросу об охране рыбных ресурсов. В ней описываются причины снижения уловов во внутренних водоемах, излагаются меры по охране рыб.

Охрана земель, недр и неживой природы составляет предмет V главы. Здесь даны конкретные рекомендации по борьбе с эрозией почв, закреплению и освоению песков, осушению заболоченных земель, комплексному использованию земельных недр, рекультивации нарушенных земель, охране памятников неживой природы. Приведены основы земельного законодательства.

Ведущее положение в книге занимает глава VI «Охрана лесов и лесных ресурсов». В ней читатель найдет основные сведения о многообразном значении леса, о лесных ресурсах страны и союзных республик, использовании, воспроизводстве и повышении продуктивности лесов. Богатым конкретным содержанием отличаются разделы об охране лесов от пожаров, защите от вредителей и болезней. Эта глава может быть с успехом использована пропагандистами, выступающими с лекциями и беседами в лесах и их охране.

Глава VII «Охрана животных» имеет важное познавательное значение прежде всего для студентов лесотехнических и других специальностей лесных вузов, которые не изучают биологии лесных зверей и птиц.

С подкупающей глубиной, красочно и любовно рассматривают авторы культурно-воспитательное значение природы, приводят яркие зарисовки картин природы из произведений выдающихся деятелей литературы, изобразительного искусства, музыки.

Можно, однако, высказать ряд замечаний и пожеланий, которые следовало бы учесть при переиздании книги. На наш взгляд, чрезмерно кратко освещен вопрос о биосфере, ему отведено лишь пять страниц в последней главе. В настоящее время общепризнано, что учение о биосфере содержит научные основы охраны природы. Следовало бы характеристику биосферы поместить в самом начале книги и отвести для этого достаточно места.

Главе «Охрана лесов» уместно было бы предпослать небольшой раздел об общих проблемах и задачах охраны растительности. Совсем не нашла отражения в этой главе роль лесоустройства в организации природоохранительной деятельности. Здесь было бы желательным также поставить конкретные задачи в области охраны природы перед лесозаготовителями, лесохимиками и другими представителями лесного производства.

Вместе с тем, некоторые сведения, приведенные в книге, излишни, например, данные о среднемолекулярных скоростях движения и скоростях ускользания молекул газов планеты; они представляют узко специальный интерес (стр. 35, 36).

Отдельные положения в книге излагаются излишне подробно. Так, на стр. 61 описывается сущность фотосинтеза. В ряде мест встречаются опечатки, искажающие смысл приводимых данных (стр. 74).

Несмотря на отмеченные недостатки, книга весьма содержательна и полезна. Текст ее сопровождается достаточным количеством иллюстраций, изложен хорошим литературным языком, читается легко и с интересом.

Она стала настольной книгой не только для студентов лесных вузов, но и для студентов университетов, специалистов лесного дела, широкой общественности. Книга эта уже издана в Японии. В нашей стране тираж ее быстро разошелся, поэтому важно скорейшее переиздание этого полезного учебного пособия.

С. Ф. Негруцкий, Р. Г. Синельников.

Донецкий государственный университет.

О КНИГЕ «ВЕНТИЛЯЦИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»*

Вентиляция предприятий целлюлозно-бумажной промышленности — одно из необходимых санитарно-гигиенических условий нормальной работы в производственных помещениях. В связи с этим появление книги Б. М. Левитана надо признать весьма своевременным.

* Б. М. Левитан. Вентиляция на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1972.

В главе I в сжатой и ясной форме излагаются физические свойства влажного воздуха и расчетные формулы для них, а также показано построение основных процессов, встречающихся при расчетах вентиляции, в $I-d$ диаграмме влажного воздуха. Желательно было бы поместить краткое описание диаграммы и отметить, что она известна в советской технической литературе как диаграмма Л. К. Рамзина.

Глава II посвящена описанию технологического процесса и оборудования различных цехов. Приведены основные технические характеристики процессов и тепловые режимы, возникающие при работе оборудования, указаны источники тепло- и влаговыделений и запыления воздуха. Материал непосредственно увязан с основными путями совершенствования и интенсификации технологического процесса.

В главе III сообщаются формулы для расчета количества тепло- и влаговыделений в цехах. Автор совершенно правильно приводит наиболее простые и з то же время широко апробированные в практических условиях зависимости, указывает пределы их применения, помещает нужные материалы справочного характера. Однако название главы не отражает ее содержания. Правильнее был бы заголовок «Определение количества тепло- и влаговыделений». В формуле III—8 (стр. 26) в размерности $C_{пр}$ должен быть °К, на поверхности теплоизоляции температура составляет 45—50°C (но не 35—40°C, стр. 26); в формулах III—17 (стр. 29) и III—22 (стр. 31) не дано пояснений к вычислению или выбору скорости v , следовало бы привести эмпирическую зависимость для подсчета тепло- и влаговыделений при утечках пара через различные неплотности (во фланцевых соединениях, сальниках арматуры и т. д.).

В IV главе изложены расчеты необходимого воздухообмена для помещений с различными характеристиками тепло- и влаговыделений.

Глава V посвящена вентиляции залов современных бумагоделательных, картоноделательных, сушильных машин и наиболее интересна по широте привлеченных материалов. Изложены методы расчета влаговыделений от сеточной, прессовой и сушильной частей бумагоделательной машины, тепловыделений в зал, проанализирована последовательность развития конструкций бумагоделательных машин с санитарно-гигиенической точки зрения, приведены схемы и способы расчета местной вентиляции. Значительное внимание уделено организации общеобменной вентиляции с детальным анализом достоинств и недостатков существующих схем, описаны разнообразные конструкции теплорекуперационных агрегатов как отечественных, так и зарубежных фирм, приведены их компоновки и технические показатели. Весь материал очень удачно иллюстрируется графическими схемами и чертежами и окажет значительную помощь проектировщикам и конструкторам систем вентиляции.

К сожалению, изложенного материала по теплорекуперационным агрегатам совершенно недостаточно для теплового, конструктивного и аэродинамического расчетов теплоуловителей. Следовало бы отразить особенности расчета теплоуловителей, дать зависимости для коэффициентов теплоотдачи по сторонам воздуха и смеси, для вычисления потерь напора; продемонстрировать порядок подбора стандартных секций для комплектования системы вентиляции, привести конструкции применяемых скрубберов.

В главах VI—XI рассмотрены вопросы вентиляции древесномассных заводов; валяльных, промывных, очистных, кислотных цехов, цехов каустизации и регенерации извести, а также охлаждения электродвигателей привода ЦБК и автоматического регулирования систем вентиляции. В целом приводимого материала достаточно для расчета и организации надежной вентиляции. Но на рис. 39 и 40 изображены не колпаки, как указано в подписи, а оборудование, укрытое колпаками.

Нормативные параметры воздуха в цехе регенерации известны в летний период не будут обеспечиваться аэрацией через фрамуги (стр. 128). Здесь необходима принудительная приточная вентиляция с кондиционированием воздуха при больших тепловыделениях.

Глава XII посвящена изложению основ теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций. В ней приведены нормативные материалы по СНиПУ и необходимые для расчета справочные данные по характеристикам материалов ограждающих конструкций. На стр. 150 в примечании к табл. 17 имеется неточность в написании размерности объемного веса γ (должно быть kg/m^3). В пределах главы необходимо придерживаться одинакового написания размерностей (на стр. 147, 148 и т. д. встречается $kcal/m \cdot час \cdot град$ и $kcal/m \cdot час \cdot ^\circ C$).

В заключение в главе XIII автор приводит пример расчета вентиляции зала бумагоделательной машины, который конкретно демонстрирует применение изложенного материала.

Указанные замечания и неточности не умаляют значения данной монографии. Все главы книги написаны на высоком научно-техническом уровне. Несомненно, что книга будет полезна широкому кругу специалистов по вентиляции и студентам целлюлозно-бумажных специальностей.

Б. Б. Кунтыш, А. Э. Пиир, Л. Ф. Кулешов, Н. И. Мирмов.
Архангельский лесотехнический институт.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!

24 сентября 1973 г. исполняется 60 лет Виктору Николаевичу Петри — заведующему кафедрой древесиноведения и строительного дела Уральского лесотехнического института, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, одному из ведущих ученых Урала, отличному педагогу, человеку широкой эрудиции.

Поступив в 1931 г. на биологический факультет Московского государственного университета, он еще в студенческие годы проявил интерес к научно-исследовательской работе. После окончания вуза, вплоть до 1941 г. он занимает должность руководителя Лаборатории сохранения древесины ЦНИИПромсооружений Наркомстроя СССР. К этому времени В. Н. Петри уже кандидат биологических наук.

С первых дней Великой Отечественной войны Виктор Николаевич уходит добровольцем на фронт. После тяжелого ранения и излечения в госпитале занимает ответственные посты в г. Карпинске Свердловской области.

Старший научный сотрудник Института биологии УФ АН СССР, старший преподаватель фитопатологии и древесиноведения Уральского лесотехнического института, старший научный сотрудник Березовской научно-исследовательской станции «Нигризолото» — вехи трудовой деятельности В. Н. Петри в первые послевоенные годы. Одновременно много сил и энергии он отдает выполнению специальных исследований.

Принимая деятельное участие в решении производственных задач, В. Н. Петри участвует в составлении инструкций по антисептированию крепящего леса, вкладывает много труда в подготовку кадров мастеров по антисептированию древесины.

В 1951 г. В. Н. Петри защитил докторскую диссертацию на тему «Некоторые методы повышения антисептических свойств фунгицидов». С 1952 г. начи-

нается постоянная плодотворная работа ученого в Уральском лесотехническом институте сначала в должности доцента, а через два года — профессора на кафедре механической обработки древесины.

Результаты исследований стационарных режимов высокотемпературной сушки древесины в среде перегретого пара при атмосферном давлении и в гидрофобных жидкостях, а также низкотемпературных режимов сушки до транспортной влажности нашли отражение в книгах В. Н. Петри «Облагораживание древесины» (1960 г.), «Высокотемпературная сушка древесины» (1963 г.) и были внедрены в промышленность. Отмечая важность и актуальность разработок по сушке древесины в среде перегретого пара при атмосферном давлении, Главный Комитет ВДНХ СССР награждает в 1960 г. проф. В. Н. Петри серебряной медалью.

Виктором Николаевичем был предложен и обоснован оригинальный способ получения лигноуглеводных древесных пластиков. Много знаний, энергии, труда вложил В. Н. Петри в дело организации Проблемной лаборатории древесных пластиков, бесшумным руководителем которой он является с 1963 г. Доказательством актуальности исследований, проводимых Проблемной лабораторией, служит награждение Уральского лесотехнического института Дипломом первой степени ВДНХ СССР, а проф. В. Н. Петри — золотой медалью.

Научная деятельность Виктора Николаевича тесно переплетается с педагогической работой. Он пользуется заслуженным авторитетом и любовью студентов. Проф. В. Н. Петри подготовил 50 кандидатов и одного доктора наук, опубликовал 220 научных работ, 5 монографий, получил 9 авторских свидетельств. За успехи в научно-педагогической деятельности, безупречную работу и активное участие в общественной жизни института В. Н. Петри награжден юбилейной медалью «В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина» и орденом «Знак Почета», рядом почетных грамот.

Научные работники, многочисленные ученики, друзья желают Виктору Николаевичу неизменного здоровья, долголетней плодотворной научной и общественной деятельности, осуществления больших жизненных планов!

А. С. Аккерман, А. П. Берснев, И. А. Вахрушева, В. Д. Волкова,
Ю. М. Зельдин, А. Д. Лазарева, З. И. Подойникова, И. В. Перехожих.

Уральский лесотехнический институт.



СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н. М. Боховкин.</i> Готовить разносторонне образованных специалистов	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>П. Б. Раскатов, В. М. Еремин.</i> Влияние засухи 1972 г. на прирост древесины у некоторых древесных пород	5
<i>М. И. Бузверов.</i> Товарные таблицы для ели горных лесов Северного Урала (Свердловская область)	8
<i>Е. И. Цурик.</i> Ход роста и продуктивность условно разновозрастных еловых насаждений в Украинских Карпатах	10
<i>П. С. Нартов, П. И. Попиков.</i> Особенности работы предохранительных устройств лесных фрез с гидроприводом	16
<i>П. Ф. Совершаев.</i> Нуклеиновые кислоты и морфогенез вегетативных почек ели	20
<i>В. Д. Рощина.</i> Сезонная динамика внутренней углекислоты в побегах древесных пород	24
<i>С. О. Царегородцева, Ю. Е. Новицкая.</i> Влияние условий освещения на содержание и состояние пигментов в почках ели	31
<i>В. К. Попов, В. В. Успенский.</i> Особенности строения и товарной структуры искусственно созданных насаждений	35

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>И. П. Донской, Б. Я. Корехов.</i> К методике расчета запаней	38
<i>И. И. Слепко, И. Н. Береговой.</i> Геометрические параметры рифленого катка	41
<i>И. И. Леонович, Я. И. Дрозд, П. С. Бобарыко.</i> Исследование работы аглопорито-железобетонных дорожных плит	44
<i>В. Г. Кочегаров, В. В. Федоров.</i> К вопросу об определении веса манипулятора машин для бесчokerной трелевки леса	49
<i>К. А. Чекалкин.</i> О швартовке плота к тормозному устройству	54
<i>Б. П. Евдокимов, В. Г. Озеров.</i> Анализ работы лесопогрузчика ПЛ-1	60
<i>В. Е. Сергутин.</i> Об отмирании русел несплавных маловодных протоков, перекрытых дамбами	62

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. Я. Филькевич.</i> Коэффициент неравномерности движения механизма резания лесопильной рамы	68
<i>Н. И. Клеутин.</i> Формирование толщины стружки при поперечном резании древесины с обжимом	70
<i>З. И. Подойникова, А. Д. Лазарева, В. Н. Петри, Г. А. Повод.</i> Кондиционирование облицованных лигноуглеводных древесных пластиков	74
<i>П. М. Мазуркин.</i> Расчет зубчатого венца ножей для бесстружечного деления древесины	75
<i>В. А. Куликов, М. М. Леонтьева, М. А. Ясинская, Л. Н. Гриневиц.</i> Ускоренное определение трудоемкости изготовления клееных несущих конструкций	80
<i>Л. З. Лурье.</i> Использование древесины при агрегатных и поточных методах обработки	85
<i>В. Н. Глухих.</i> Аналитическое определение средней величины коэффициента усушки по ширине доски	89
<i>Э. Б. Щедрина.</i> Методика исследования влагопроводности древесины при отрицательной температуре и рекомендуемые диаграммы коэффициентов влагопроводности	91

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Н. К. Чернышева, Л. А. Александров, С. Д. Штейнбок, Ф. А. Медников.</i> Получение сухого препарата хлорофиллина натрия	98
<i>В. А. Амосов, В. И. Шарков.</i> О влиянии некоторых солей на набухание и растворение древесной целлюлозы в щелочной среде	101
<i>А. Е. Соснин, Л. А. Малютина.</i> Влияние окисленных смолистых веществ на процесс экстракции канифоли бензином	103
<i>В. В. Печковский, Ю. П. Клюев, Л. С. Ещенко, Л. Н. Щегров, В. М. Сычева, И. В. Петрашень.</i> Исследование превращений α -пинена в присутствии продуктов дегидратации трехзамещенных ортофосфатов железа (III)	107
<i>А. А. Леонович.</i> О механизме действия огнезащитного состава	112
<i>Н. Ф. Комшилов, М. Н. Летоняки, З. И. Шороп.</i> О растворении сульфатного мыла в черном щелоке	117
<i>Л. М. Чащина, Е. Е. Фломина.</i> Определение цинка в цинксодержащих препаратах XXII и MXXII	120

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

<i>В. Н. Смирнов.</i> Исследование статики и динамики процесса прессования экструзионных древесностружечных плит	123
<i>М. П. Кудинова, А. А. Кудинов.</i> Исследование процесса сталкивания бревен сбрасывателями	129
<i>Д. Д. Репринцев, Ю. И. Меремьянин.</i> Тросо-блочная система грузоподъемных кранов как потенциальный источник производственного травматизма	132

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Б. Д. Жилкин, Т. С. Берегова.</i> Опыт определения экономической эффективности биологической мелиорации сосняка верескового культурой многолетнего люпина	136
<i>В. И. Дубровин.</i> Экономическая эффективность химической защиты древесины	140
<i>Ю. П. Кононов.</i> Применение теории обновления основных фондов к расчету потребности в некоторых видах лесозаготовительного оборудования	146

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>Н. А. Коновалов, М. Н. Соколов.</i> Некоторые итоги применения удобрений в средневозрастных сосняках южной тайги Среднего Урала	151
<i>А. А. Подкопаев.</i> Зеленые зонты и микроклимат	152
<i>Н. Ф. Изотов.</i> О разделении подроста сосны и ели на группы по росту и форме кроны	153
<i>Б. И. Косников, Р. П. Косникова.</i> Некоторые вопросы выращивания сеянцев березы в степных условиях Алтайского края	155
<i>А. Д. Вакуров.</i> Рост послепожарных сосняков в условиях Севера	157
<i>И. И. Бардышев, А. Н. Булгаков, Б. Г. Ударов.</i> Состав смесей монотерпенов, продуцируемых некоторыми климатическими экотипами подвидов вида сосна обыкновенная (<i>Pinus silvestris</i> L.)	159

ЗА РУБЕЖОМ

<i>А. Д. Букштынов, Б. И. Грошев.</i> Леса Новой Зеландии	161
<i>П. В. Васильев.</i> Проблемы леса на VII Мировом лесном конгрессе	163

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

<i>Н. М. Стриженец.</i> Лесопильное механизированное производство Украины XVI—XVII вв.	167
--	-----

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

<i>Н. Н. Буторин.</i> Вычислительная техника и программирование в инженерном образовании	169
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- П. И. Войчалъ. Новая книга о кедре сибирском 171
С. Ф. Негруцкий, Р. Г. Синельщиков. Настольная книга работника леса по охране природы —
В. Б. Кунтыш, А. Э. Пиир, Л. Ф. Кулешов, Н. И. Мирмов. О книге «Вентиляция на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности» 172

ЮБИЛЕИ

- А. С. Аккерман, А. П. Берсенев, И. А. Вахрушева, В. Д. Волкова, Ю. М. Зельдин, А. Д. Лазарева, З. И. Подойникова, И. В. Перехожих. Поздравляем юбиляра 174
-

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

С 1 сентября открывается подписка на «Лесной журнал» на 1974 год.

Во избежание перерыва в получении журнала в новом году просим Вас своевременно оформить подписку на него.

Условия подписки приведены на обложке. Подписка принимается всеми отделениями «Союзпечати», а также конторами, отделениями и агентствами связи.

Индекс по подписному каталогу 70368.

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
СРОКОВ ВОЗВРАТА

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. пред. выдач _____

АТЕИ

рафии следует выпол-
й фотобумаге, сдавать
ном виде и только

ны быть вписаны в
и разборчиво, обяза-
чернилами или тушью
чкой). Особенно четко
жны быть обозначены
чные буквы, а также
и знаков для формул
ледующие: прописные
7—8 мм, строчные —
степени, индексы —

ранных языках может
ан, или целиком напи-
месь частично напеча-
ей машинке отдельных
допускается).

кописи, рисунки, фото-
быть без пометок, кар-
ривильных исправлений,
агибов. Набивки букв
эка букв чернилами не
разрешается. Если допущена ошибка,
слово должно быть перепечатано и
вклеено.

При оформлении реферата следует
руководствоваться правилами, приня-
тыми для подготовки рукописей, изда-
ваемых наборной печатью. Объем не
должен превышать 2 страниц машино-
писного текста, в отдельных случаях
можно включать рисунок, таблицу, ос-
новные формулы. Объем аннотации —
не более одной страницы, напечатанной
через два интервала. Аннотации должно
предшествовать библиографическое опи-
сание материала статьи по следующему
образцу:

УДК (указать).

Некоторые вопросы развития тепло-
вых электрических станций. Ива-
нов И. И. «Изв. вузов — Энергетика»,
1972, № .

В целях информации научных уч-
реждений и отдельных лиц о поступив-
ших на депонирование и размножение
рукописях по точным, естественным и
техническим наукам ВИНТИ выпускает
аннотированный каталог, в котором
сообщается номер, под которым хра-
нится рукопись в ВИНТИ, фамилия
автора, название труда, наименование
учреждения, представившего труд, объ-
ем и другие библиографические данные.

Заказы на изготовление копий с де-
понированных рукописей по точным,
естественным и техническим наукам на-
правляются в Отдел справочной инфор-
мации ВИНТИ, Москва, А-219, Бал-
тийская ул., 14.

П

Депонирование ста-
ся по решению реда-
журнала. Статья нап-
пирование с согласия

Депонированные ст-
учными публикациям
при защите диссеру
объеме.

Для депонирования
цию должны быть
дующие материалы:

- рукопись статьи
- краткий реферат
тором (2 экз.);
- аннотация, под
(2 экз.).

При оформлении с
блюдать следующие

Статья представля-
журнала в мягкой п-
отработанная автор-
немедленного разми-
безнаборной печати.

Текст рукописи печ-
ке (не портативной)
лентой через полтора
на одной стороне стандартного листа
бумаги формата 21×30 см односортовой
писчей.

Рукопись должна включать:

- титульный лист (4 первых экзем-
пляра, один из них должен быть под-
писан автором); б) основной текст;
- иллюстрации; г) приложения; д) биб-
лиографию.

В рукописи все страницы (включая
приложения) должны быть пронумеро-
ваны (первой страницей считается ти-
тульный лист, на ней цифра «1» не ста-
вится, на следующей странице представ-
ляется цифра «2» и т. д.). Порядковый
номер печатается на машинке в сере-
дине верхнего поля страницы.

Страницы рукописи должны иметь
четыре поля; верхнее и оба боковых

Воскр. типогр. Т 20 З. 4464—71

в)
ти
и-
т-
о-
ва

и,
ны
ры
и

ва
на-
и-
ой
ке

Возраст, лет	Оставляемая часть насаждения											Выбираемая часть насаждения			Общая продуктивность			
	средние		количество стволов, шт.	сумма площадей сечений, м ²	видовая высота, м	видовое число, 0,001	запас стволовой древесины			ежегодный прирост без коры		количество стволов, шт.	запас, м ³	сумма запасов, м ³	запас, м ³	прирост		
	высота, м	диаметр, см					в коре, м ³	кора, %	без коры, м ³	средний, м ³	текущий, м ³					текущий, м ³	текущий, %	

Нижнегорный пояс

Ib класс бонитета, высота над уровнем моря 800—1100 м,

D₃ — влажная карпатская буково-пихтовая рамень, ельник кислично-широкотравный

20	7,2	6,1	5784	16,9	4,2	580	71	12,6	62	3,1	—	—	—	—	—	71	3,6	—	—
30	13,9	12,3	2736	32,5	7,1	507	229	9,8	207	6,9	14,5	7,0	3018	33	33	262	8,7	19,1	7,3
40	19,5	17,7	1755	43,2	9,5	488	411	8,5	376	9,4	16,9	4,5	981	44	77	488	12,2	22,6	4,6
50	24,2	22,4	1279	50,4	11,6	481	587	7,9	540	10,8	16,4	3,0	476	51	128	715	14,3	22,7	3,2
60	28,1	26,5	1003	55,3	13,4	477	741	7,6	685	11,4	14,5	2,1	276	55	183	924	15,4	20,9	2,3
70	31,3	30,1	822	58,5	14,8	474	868	7,4	804	11,5	11,9	1,5	181	57	240	1108	15,8	18,4	1,7
80	33,8	33,3	696	60,6	16,0	472	967	7,3	896	11,2	9,2	1,1	126	57	297	1264	15,8	15,6	1,2
90	35,8	36,2	601	61,8	16,9	471	1042	7,2	967	10,7	7,1	0,7	95	56	353	1395	15,5	13,1	0,9
100	37,3	38,8	530	62,7	17,5	470	1098	7,1	1020	10,2	5,3	0,5	71	53	406	1504	15,0	10,9	0,7
110	38,4	41,2	474	63,2	18,0	469	1138	7,1	1057	9,6	3,7	0,3	56	49	455	1593	14,5	8,9	0,6
120	39,1	43,4	429	63,4	18,3	468	1160	7,0	1078	9,0	2,1	0,2	45	45	500	1660	13,8	6,7	0,4

Ia класс бонитета, высота над уровнем моря 850 — 1150 м,

C₃ (D₃) — влажная карпатская буково-пихтовая сурамень, (рамень), ельник-кисличник

20	6,0	5,1	6755	13,8	3,7	618	51	12,7	45	2,3	—	—	—	—	—	51	2,6	—	—
30	11,8	10,7	3114	28,0	6,1	518	171	10,0	154	5,1	10,9	7,1	3641	27	27	198	6,6	14,7	7,4
40	16,7	15,7	1968	38,1	8,3	495	315	8,9	287	7,2	13,3	4,6	1146	34	61	376	9,4	17,8	4,7
50	20,9	20,0	1448	45,5	10,1	485	461	8,3	423	8,5	13,6	3,2	520	38	99	560	11,2	18,4	3,3
60	24,5	23,8	1142	50,8	11,8	481	599	8,0	552	9,2	12,9	2,3	306	41	110	739	12,3	17,9	2,4
70	27,5	27,2	940	54,6	13,2	478	717	7,8	661	9,4	10,9	1,6	202	43	183	900	12,9	16,1	1,8
80	29,9	30,2	799	57,2	14,2	476	812	7,7	750	9,4	8,9	1,2	141	44	227	1039	13,0	13,9	1,3
90	31,7	32,9	693	58,9	15,0	474	885	7,6	818	9,1	6,8	0,8	106	44	271	1156	12,8	11,7	1,0
100	33,1	35,4	611	60,1	15,6	472	940	7,5	869	8,7	5,1	0,6	82	43	314	1254	12,5	9,8	0,8
110	34,1	37,7	545	60,8	16,1	471	978	7,4	905	8,2	3,6	0,4	66	41	355	1333	12,1	7,9	0,6
120	34,7	39,8	492	61,2	16,3	470	998	7,4	924	7,7	1,9	0,2	53	39	394	1392	11,6	5,9	0,4

I класс бонитета, высота над уровнем моря 900 — 1200 м

C₃ (C₂) — влажная (свежая) карпатская пихтовая сурамень, ельник кислично-зеленомошниковый

20	4,8	4,1	8030	10,6	3,3	681	35	12,8	31	1,6	—	—	—	—	—	35	1,8	—	—
30	9,6	9,1	3506	22,8	5,2	540	118	10,2	106	3,5	7,5	7,1	4524	21	21	139	4,6	10,4	7,5
40	13,9	13,7	2205	32,5	7,0	507	229	9,2	208	5,2	10,2	4,9	1301	24	45	274	6,9	13,5	4,9
50	17,7	17,7	1621	39,9	8,7	492	347	8,7	317	6,3	10,9	3,4	584	27	72	419	8,4	14,5	3,5
60	21,0	21,2	1292	45,6	10,2	485	464	8,4	425	7,1	10,8	2,5	329	30	102	566	9,4	14,7	2,6
70	23,8	24,4	1067	49,9	10,4	481	572	8,2	525	7,5	10,0	1,9	225	32	134	706	10,1	14,0	2,0
80	26,1	27,2	912	53,0	12,5	479	663	8,1	609	7,6	8,4	1,4	155	33	167	830	10,4	12,4	1,5
90	27,9	29,7	795	55,1	13,3	477	734	8,0	675	7,5	6,6	1,0	117	34	201	935	10,1	10,5	1,1
100	29,2	32,0	704	56,6	13,9	476	787	7,9	724	7,2	4,9	0,7	91	34	235	1022	10,2	8,7	0,8
110	30,2	34,1	628	57,4	14,4	475	823	7,8	759	6,9	3,5	0,5	76	33	268	1091	9,9	6,9	0,6
120	30,7	36,1	566	57,9	14,5	474	843	7,8	777	6,5	1,8	0,2	62	32	300	1143	9,5	5,2	0,5

Верхнегорный пояс

II класс бонитета, высота над уровнем моря 1150—1300 м,

C₃ (C₂) — влажная (свежая) карпатская чистая сурамень, ельник-черничник

20	3,6	3,2	9328	7,5	2,9	812	22	12,9	19	1,0	—	—	—	—	—	22	1,1	—	—
30	7,5	7,6	3880	17,6	4,6	610	81	10,4	72	2,4	5,3	7,4	5448	15	15	96	3,2	7,4	7,7
40	11,2	11,8	2377	26,0	6,1	542	158	9,5	143	3,6	7,1	5,0	1503	18	33	191	4,8	9,5	5,0
50	14,6	15,5	1728	32,6	7,4	508	242	9,1	220	4,4	7,7	3,5	649	20	53	295	5,9	0,4	3,5
60	17,7	18,8	1365	37,9	8,6	488	327	8,8	298	5,0	7,8	2,6	363	22	75	402	6,7	0,7	2,7
70	20,4	21,8	1120	41,8	9,7	474	405	8,6	369	5,3	7,1	1,9	245	24	99	504	7,2	0,2	2,0
80	22,7	24,5	946	44,6	10,6	465	471	8,5	431	5,4	6,2	1,4	174	25	124	595	7,4	9,1	1,5
90	24,6	26,9	818	46,5	11,3	458	524	8,4	480	5,3	4,9	1,0	128	26	150	674	7,5	7,9	1,2
100	25,9	29,1	719	47,8	11,8	455	563	8,3	517	5,2	3,7	0,7	99	26	176	739	7,4	6,5	0,9
110	26,8	31,1	640	48,6	12,1	453	590	8,2	542	4,9	2,5	0,5	79	25	201	791	7,2	5,2	0,7
120	27,4	33,0	573	49,0	12,4	451	606	8,2	556	4,6	1,4	0,3	67	24	225	831	6,9	4,0	0,5

III класс бонитета, высота над уровнем моря 1250—1400 м,

B₃ (B₂) — влажная (свежая) карпатская еловя суборь, ельник чернично-зеленомошниковый

20	2,4	2,2	11053	4,2	2,6	1100	11	13,0	10	0,5	—	—	—	—	—	11	0,6	—	—
30	5,4	5,9	4462	12,2	3,7	683	45	10,6	40	1,3	3,0	7,5	6591	8	8	53	1,8	4,2	7,9
40	8,5	9,4	2867	19,9	5,0	586	99	9,9	89	2,2	4,9	5,5	1595	10	18	117	2,9	6,4	5,5
50	11,5	12,8	2067	26,6	6,2	539	165	9,4	149	3,0	5,9	4,0	800	13	31	196	3,9	7,9	4,0
60	14,3	15,8	1637	32,1	7,3	511	235	9,2	213	3,6	6,4	3,0	430	15	46	281	4,7	8,5	3,0
70	16,9	18,6	1347	36,6	8,3	492	304	9,0	277	4,0	6,4	2,3	290	17	63	367	5,2	8,6	2,3
80	19,1	21,1	1141	39,9	9,2	480	366	8,9	333	4,2	5,6	1,7	206	18	81	447	5,6	8,0	1,8
90	20,8	23,4	984	42,3	9,8	472	415	8,8	378	4,2	4,5	1,2	157	19	100	515	5,7	6,8	1,3
100	22,0	25,5	858	43,8	10,3	468	451	8,7	412	4,1	3,4	0,8	126	20	120	571	5,7	5,6	1,0
110	22,8	27,4	760	44,8	10,6	465	475	8,6	434	3,9	2,2	0,5	98	20	140	615	5,5	4,4	0,7
120	23,3	29,2	675	45,2	10,8	463	488	8,6	446	3,7	1,2	0,2	85	19	159	647	5,4	3,2	0,5

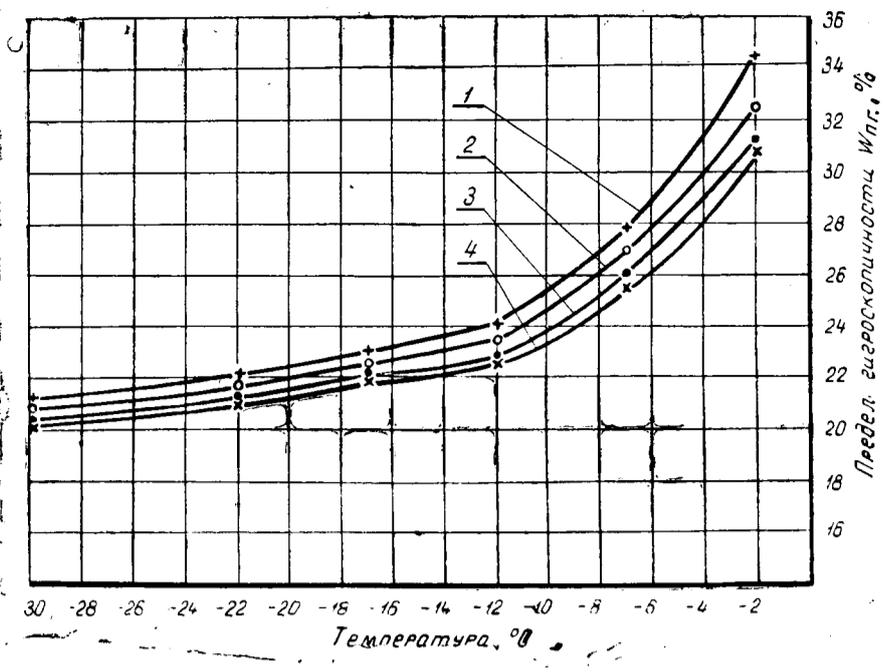


Рис. 1.
1 — береза; 2 — сосна; 3 — ель; 4 — осина.

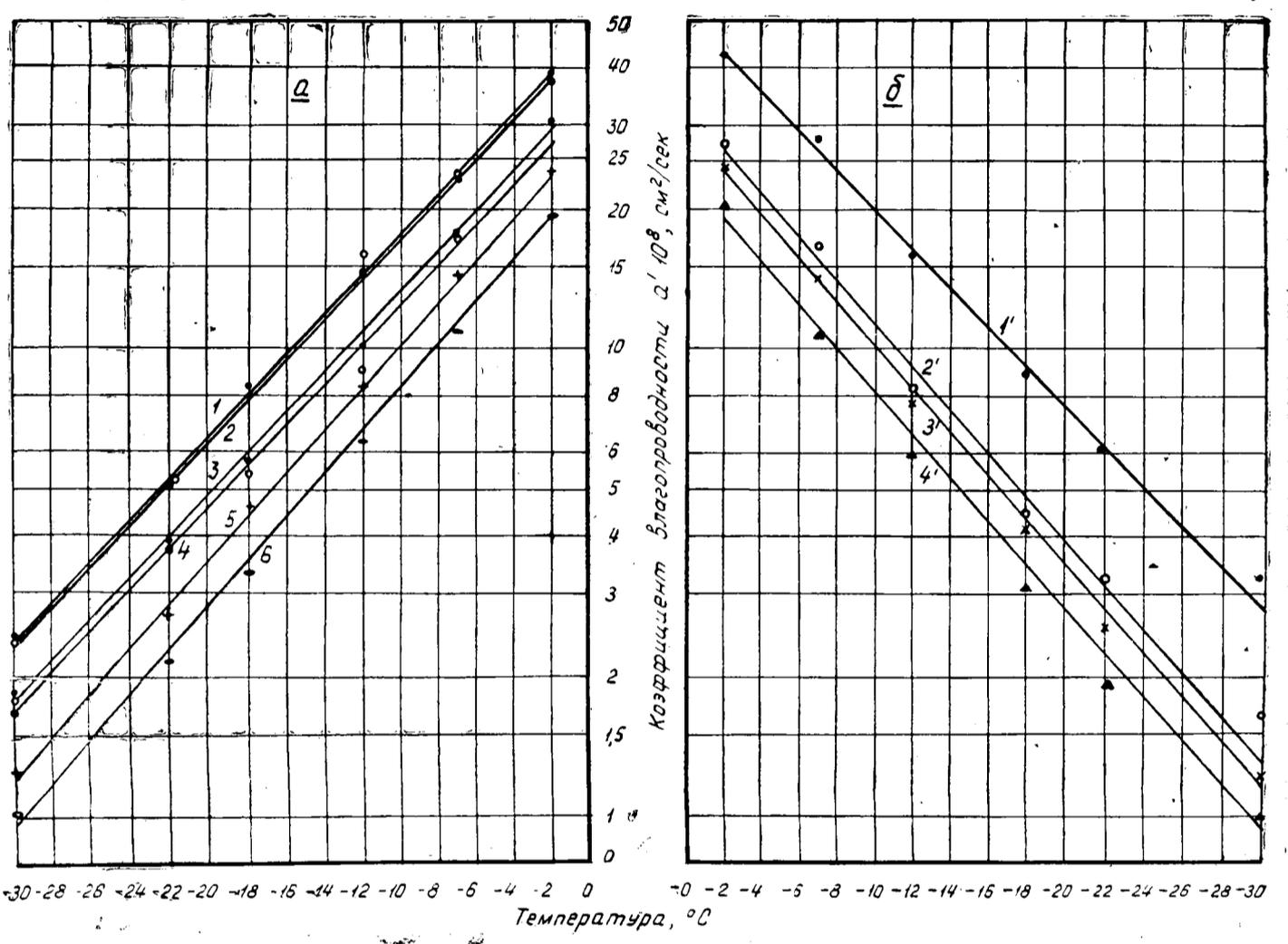


Рис. 2.
а — для заболони; б — для ядра и спелой древесины.
1 — ель, танг. ток влаги, $\rho_{\text{уд}} = 660 \text{ кг/м}^3$; 2 — сосна, рад. — 364; 3 — сосна, танг. — 364; 4 — ель, рад. — 425; 5 — береза, рад. — 480; 6 — береза, танг. — 480; 1' — ель, рад. — 315; 2' — сосна, танг. — 350; 3' — осина, рад. — 360; 4' — осина, танг. — 360.

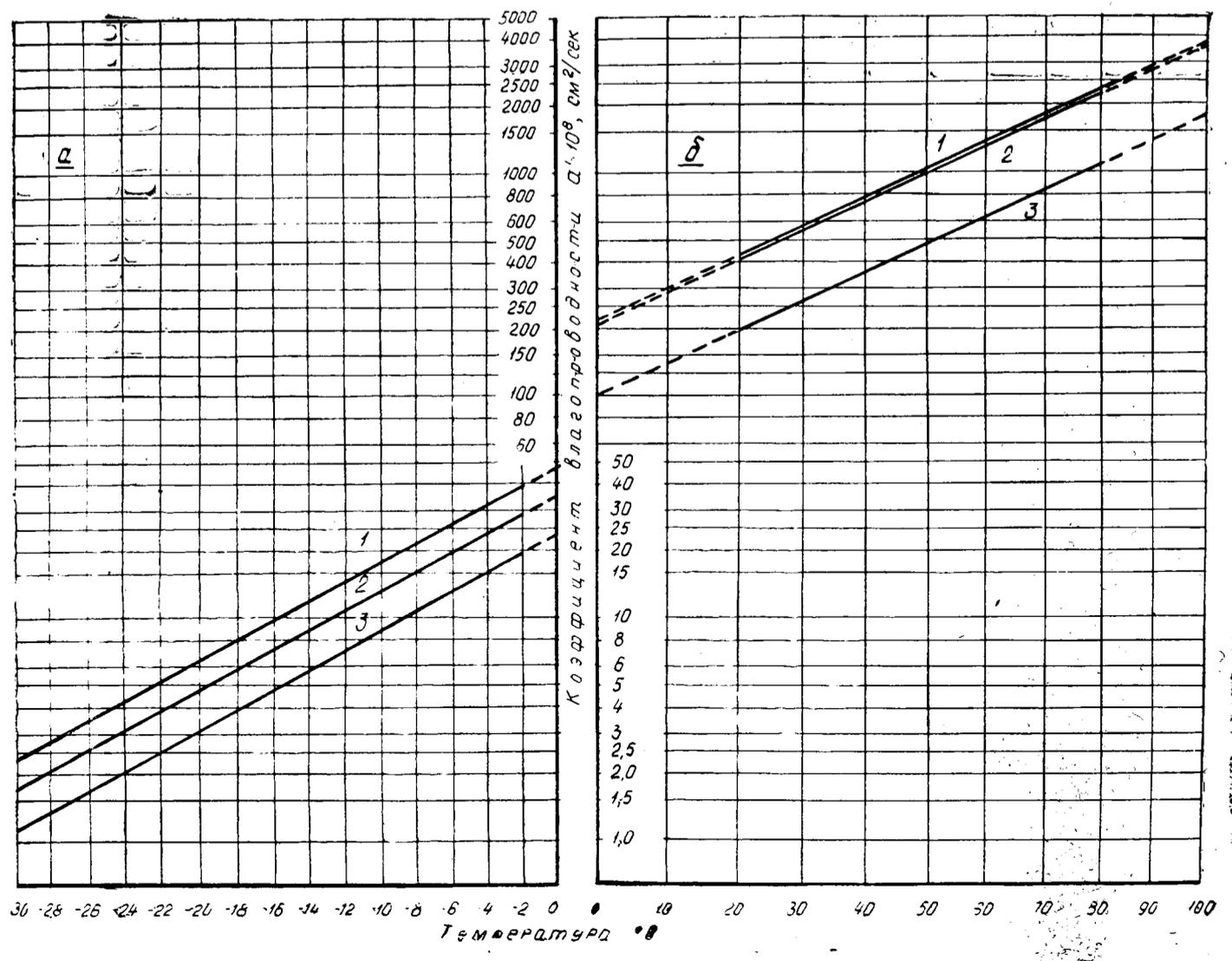


Рис. 3.
1 и 1' — ель, $\rho_{\text{уд}} = 360 \text{ кг/м}^3$; 2 и 2' — сосна, $\rho_{\text{уд}} = 400 \text{ кг/м}^3$; 3 и 3' — береза, $\rho_{\text{уд}} = 500 \text{ кг/м}^3$.

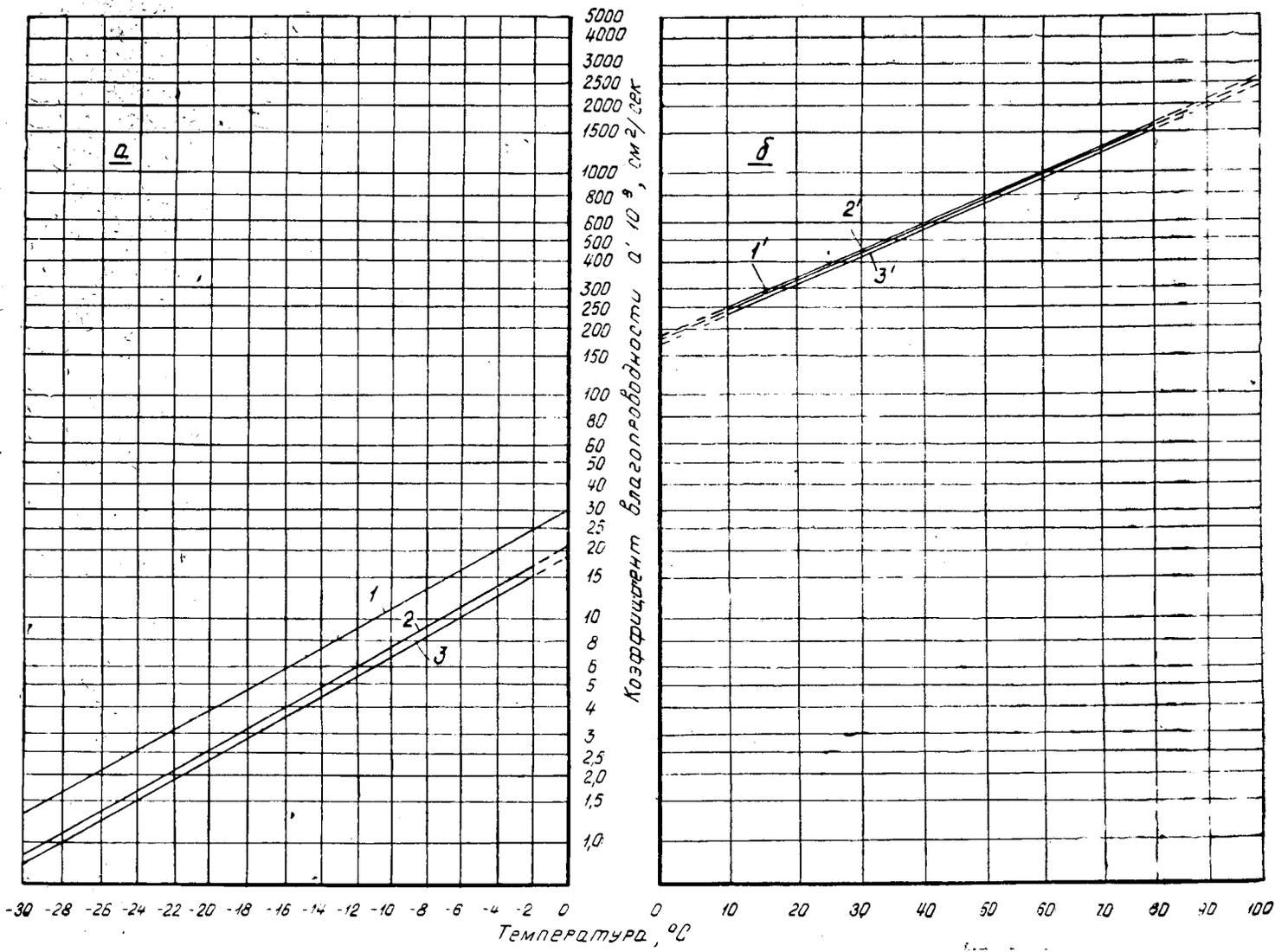


Рис. 4.

1 и 2' — ель, $\rho_{\text{уд}} = 360 \text{ кг/м}^3$; 2 и 1' — сосна, $\rho_{\text{уд}} = 360 \text{ кг/м}^3$ 3 и 3' — сосна, $\rho_{\text{уд}} = 400 \text{ кг/м}^3$.

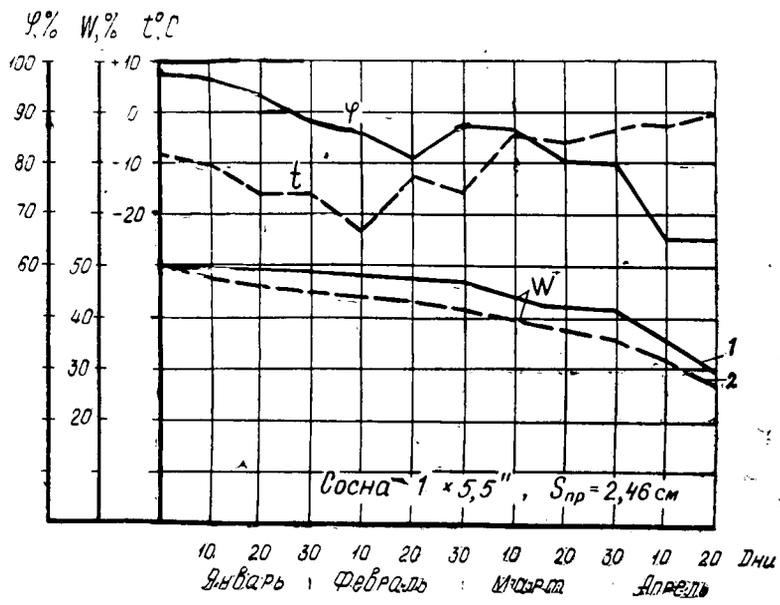


Рис. 5.

1 — фактическая кривая сушки досок в штабеле; 2 — расчетная кривая сушки единичного образца.

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1974 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная
В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ

