

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

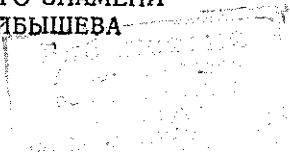
ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

5

1988

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



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5

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

Сдано в набор 28.06.88. Подписано в печать 26.09.88. Сл. 00185.
Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 13,075. Уч.-изд. л. 15,63. Тираж 1620 экз. Заказ 5293. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева.

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

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

КУРСОМ XIX ПАРТИЙНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

28 июня — 1 июля 1988 г. в Москве работала XIX Всесоюзная конференция КПСС. Ей предшествовало широкое обсуждение тезисов ЦК КПСС, опубликованных в печати.

На конференции с докладом «О ходе реализации решений XXVII съезда КПСС и задачах по углублению перестройки» выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев. По докладу конференция приняла резолюции: «О ходе реализации решений XXVII съезда КПСС и задачах по углублению перестройки», «О демократизации советского общества и реформе политической системы», «О борьбе с бюрократизмом», «О межнациональных отношениях», «О гласности», «О правовой реформе», наконец резолюция «О некоторых неотложных мерах по практическому осуществлению реформы политической системы страны», которая как бы тотчас включает «пусковой механизм» реализации намеченных преобразований.

В резолюции «О ходе реализации решений XXVII съезда КПСС и задачах по углублению перестройки» сказано, что «стратегический курс на всестороннее и революционное обновление его советского общества и ускорение социально-экономического развития неуклонно претворяется в жизнь. Приостановлено сползание страны к экономическому и социально-политическому кризису». В идейно-политическую и общественную обстановку прочно вошли демократизация и гласность. Начался процесс оздоровления экономики страны, набирают силу новые методы хозяйствования, возобновился рост реальных доходов трудящихся. На конференции дана очень жесткая оценка первых трех лет перестройки. И хотя налицо позитивные тенденции, коренного перелома в экономическом, социальном и культурном развитии не произошло. Процессы перестройки идут сложно, противоречиво. Механизм торможения полностью еще не демонтирован и не заменен механизмом ускорения. С большой озабоченностью говорилось на конференции о медленных темпах развертывания научно-технического прогресса, о невыполнении планов по увеличению национального дохода и ресурсосбережению. Нет заметного улучшения качества продукции. Остается сложным финансовое положение страны. С большой силой прозвучал на конференции вопрос о том, что прежде всего нужно добиться существенного улучшения продовольственного снабжения страны. Продовольственную проблему конференция назвала крупнейшим социально-политическим вопросом.

Конференция одобрила принятые меры по резкому увеличению объемов, темпов и улучшению качества жилищного строительства, обратила внимание на неукоснительное выполнение программ по здравоохранению и охране окружающей среды, улучшению экологической обстановки в стране.

В полный голос было заявлено на конференции о решимости продолжать и углублять радикальную экономическую реформу.

Революционная перестройка невозможна без включения интеллектуального, духовного потенциала общества, прогресса науки и техники, без увеличения научно-технического вклада научных и инженерных кадров, без современного уровня всей системы образования и роста общей и политической культуры народа. Конференция подчеркивает важное значение интенсивного развития фундаментальных и приклад-

ных наук, решения острой проблемы своевременного внедрения перспективных открытий и изобретений. Вслед за XXVII съездом партии, конференция признала насущно необходимой глубокую перестройку и в общественных науках, которым предстоит до конца преодолеть догматизм и отрыв от жизни, творчески разрабатывать актуальные и перспективные вопросы развития социализма, проблемы мирового развития, повысить реальную отдачу для политики, для общества. Принципиальное значение придано усилению теоретического арсенала перестройки, обновлению идеологической работы, освобождению ее от рутинны, пустословия и шаблонов.

Значительное место в обсуждении доклада М. С. Горбачева заняли вопросы воспитания и образования молодежи. Партия видит в молодежи активную и инициативную силу перестройки, считает необходимым иметь целостную государственную политику в отношении подрастающего поколения, выступает за полное восстановление ленинских традиций партийного руководства комсомолом, соблюдение его организационной самостоятельности, права участвовать в политической деятельности и выработке политики, отстаивать интересы молодежи в партийных, советских и хозяйственных органах.

Конференция подчеркивает, что решение всех экономических и социальных задач может быть обеспечено только на основе добросовестного и высокопроизводительного труда советских людей.

На протяжении всей работы конференции в центре внимания делегатов были проблемы демократизации общества и радикальной реформы политической системы. «Теперь,— говорится в резолюции конференции «О демократизации советского общества и реформе политической системы»,— задача состоит в том, чтобы советская государственность в полном объеме соответствовала этому понятию, чтобы все дела в стране решались народом и его полномочными представителями, находились под его полным и действенным контролем». Ключевое значение имеет разграничение функций партийных и государственных органов и возрождение полновластия Советов снизу доверху, которое означает, что без Советов не вправе решаться ни один вопрос государственной, хозяйственной и социально-культурной жизни. Предусмотрен ряд важных демократических установлений, в том числе при формировании исполкомов, состава руководителей отделов и служб должны стать правилом выдвижение нескольких кандидатур, тайное голосование, ограничение на занятие выборных, а также утверждаемых Советами должностей двумя сроками подряд. Решено существенно перестроить избирательную систему. Конференция высказалась за избрание в местных, кроме сельских и поселковых, органах власти постоянно действующих президиумов и во всех без исключения Советах тайным голосованием — их председателей. Делегаты посчитали нужным провести реконструкцию высших органов государственной власти.

Предусмотрены периодический созыв съездов народных депутатов, деятельность на регулярной основе двухпалатного Верховного Совета, учреждение поста Председателя Верховного Совета СССР. Конференция наметила обновление в духе перестройки деятельности общественных организаций и объединений — профсоюзных, комсомольских, женских, ветеранских и др. Демократизация общества предполагает систематическую работу по упрощению структуры и совершенствованию методов функционирования всего государственного аппарата. Необходимо иметь аппарат нового типа. Конференция высказалась за ускорение его создания, за то, чтобы ни одно звено системы управления не осталось вне перестройки. В выступлениях делегатов конференции, наряду с острой критикой работников аппарата, звучали и справедливые призывы беречь и укреплять авторитет руководителя.

Поставлена задача широко развернуть подготовку и переподготовку кадров, существенно повысить их управленческую культуру, обеспечить, чтобы их подбор и расстановка велись открыто, на конкурсной, состязательной основе. И одновременно повысить требовательность к руководителям, решительно освобождаться от тех, кто проявляет формальное отношение к делу, черствость, безразличие к нуждам людей, пресекать попытки перемещения их на другие руководящие должности.

Конференция твердо сформулировала положение о примате закона во всех областях жизни, о развитии социалистического правового государства, утверждении безусловного равенства всех перед законом.

Конференция — это, в сущности, новый рывок в развитии политического мышления, демократической практики, гласности. В резолюции «О гласности» заявлено: «Гласность во всех сферах жизни — одно из важнейших условий дальнейшего углубления процессов перестройки, ее необратимости». Конференция видит в гласности необходимое условие реализации социалистического самоуправления народа, конституционных прав, свобод, обязанностей граждан, способ сопоставления и аккумуляции всего многообразия существующих в советском обществе интересов, социалистического плюрализма мнений, действенный путь утверждения гуманистического облика социализма, укрепления интернационализма и воспитания социалистического патриотизма. Гласность, открытость для контроля и критики масс — непременное условие эффективного функционирования государственной власти. На международной арене гласность помогает делу мира и сотрудничества, формированию цивилизованных международных отношений. На конференции было заявлено, что гласность полностью оправдала себя, ее нужно всемерно развивать, а для этого создать правовые гарантии гласности.

Подавляющее большинство советских людей с удовлетворением встретило резолюцию «О борьбе с бюрократизмом». Конференция заклеила бюрократизм, призвала развернуть против него последовательную, бескомпромиссную борьбу, и, главное, выработала всеобъемлющую систему мер для его полного искоренения. В частности, в духовно-нравственном наступлении на бюрократизм — это возрождение ленинских традиций и критериев духовной жизни, творческое использование и развитие идеологии марксизма-ленинизма, утверждение нового политического мышления, нетерпимость к проявлениям догматизма, мещанской морали, социального иждивенчества и служебных злоупотреблений. Это — создание обстановки свободного сопоставления мнений и взглядов, преодоление мелочной опеки, рецидивов командного стиля в руководстве наукой и культурой. Решающим фактором искоренения бюрократизма конференция считает полновластие народа, широкое вовлечение трудящихся в управление государственными и общественными делами.

Партийная конференция наметила комплекс мер по дальнейшему развитию и укреплению Советской федерации на основе демократических принципов, поставила как задачу исторической важности настойчиво утверждать и творчески развивать ленинские нормы и принципы национальной политики, решительно очищать их от искусственных наслоений и деформаций.

Судьбоносным вопросом в работе конференции был вопрос о новой роли партии как политического авангарда общества. Ведь успех реформы политической системы, судьба всего процесса перестройки в определяющей мере зависят от работы партии. Конференция призвала к тому, чтобы не только по содержанию, но и по методам деятельности наша партия была в полной мере народной, ленинского типа.

А это требует отказа от подмены партийными комитетами государственных и хозяйственных органов, от командно-приказных методов работы. Политика партии, подчеркивается в резолюции «О демократизации советского общества и реформе политической системы», должна осуществляться исключительно через организаторскую, кадровую, идеологическую работу, при строжайшем соблюдении законов и демократических принципов общественной жизни. Предстоит в полной мере восстановить ленинское понимание принципа демократического централизма, предусматривающего свободу дискуссий на стадии обсуждения и единство действий, когда решения приняты, чтобы все звенья партии действовали в атмосфере партийного товарищества, открытости, критики и самокритики, коллективизма и сознательной дисциплины. Принципиально решение конференции о совмещении в одном лице должностей первого секретаря партийного комитета и председателя совета народных депутатов на всех уровнях.

Большое значение конференция придала демократизации первичных партийных организаций, повышению их самостоятельности, преодолению пассивности известной части коммунистов. В демократизации нуждается и прием в КПСС новых членов.

Одно из ключевых направлений демократизации партии — это восстановление в полном объеме ленинского принципа коллегиального обсуждения и принятия решений, максимальная открытость в работе всех организаций партии, их руководящих звеньев. Обращено внимание на регулярное заслушивание отчетов и информации Политбюро на Пленумах Центрального Комитета, бюро ЦК компартий союзных республик, крайкомов, обкомов, горкомов, райкомов перед своими комитетами, а парткомов и партбюро — перед первичными и цеховыми парторганизациями. При этом коммунистам дано право досрочно отзываться из выборных органов тех, кто не справляется с доверенными обязанностями или скомпрометировал себя.

Первостепенное значение имеет демократизация избирательного процесса в партии, вопрос о сроках пребывания на выборных должностях. Делегаты конференции, взвесив все «за» и «против», сочли целесообразным ввести в действие правило: все члены бюро и секретари партийных комитетов, включая членов Политбюро и Генерального секретаря ЦК КПСС, могут избираться на тот же пост не более чем на два срока подряд. Это важнейшая гарантия от застоя в кадровой политике. Намечено существенно усовершенствовать контрольно-ревизионную работу в партии. Словом, без глубокой демократизации внутренней жизни партии невозможна авангардная роль КПСС в перестройке.

Доклад М. С. Горбачева, решения XIX Всесоюзной партийной конференции имеют историческое значение для судеб страны. Они расширяют и углубляют фронт перестройки, выводят наше общество на качественно более высокий уровень социалистического обновления во всех сферах жизни.

Партийная конференция стала для партии, всего народа великолепной политической школой, продемонстрировала здоровую идейно-нравственную обстановку.

Долг всех советских людей еще активнее включиться в процессы обновления общества, браться за дело без промедления!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*187 : 630*385.1

РОСТ СОСНЫ В ГОРОДСКИХ ЛЕСАХ

А. С. ТИХОНОВ, Х. Х. РОМЕРО МАРТИНЕС

Брянский технологический институт

Продолжая исследование динамики городских лесов [3], мы поставили задачу изучить в лесах, прилегающих к жилищно-промышленной зоне города, влияние степени рекреации и близости осушительных канав, созданных более 20 лет назад глубиной 1,5 м через 150...200 м, на рост 65—75-летних сосновых насаждений. При планировании эксперимента было предусмотрено исследовать с помощью двухфакторного дисперсионного анализа первую (A_1), вторую (A_2), третью (A_3) фазы дигрессии (по 5-балльной классификации) и три степени осушения. При слабой степени осушения (B_1) пробные площади находились далее 50 м от осушительной канавы (с противоположной стороны от кавальера), при средней степени (B_2) — на расстоянии 30...50 м, при сильной (B_3) — ближе 30 м. Таким образом, при двух повторностях было заложено 18 пробных площадей по 0,21...0,47 га. В пределах пробы у 25 деревьев сосны (каждой пятой) на высоте 130 см брали с помощью приростного бурава керны для определения прироста за последние 10 лет.

Таксационная характеристика древостоя представлена в табл. 1. Как видно, при средней и слабой степенях осушения рост древостоя в высоту примерно одинаков. На этих пробных площадках тип леса сосняк черничный слабоосушенный (в прошлом, вероятно, сосняк долгомошниковый IV класса бонитета), древостои II—III классов бонитета, на относительно однородной торфянисто-перегнойной подзолисто-глеевой супеси, подстилаемой двучленными отложениями. Уровень грунтовых вод в июле 1984 г. находился на глубине 50...110 см. При сильной степени осушения торф минерализован, сфагнум встречается редко, тип леса — сосняк кислично-папоротниковый осушенный с древостоями I—II классов бонитета.

Таким образом, осушение сказывалось длительное время положительно на росте сосны, что выразилось в повышении класса бонитета. Но в течение последних 10 лет лучшая дренированность почв при сильной степени осушения не отражалась на приросте стволов. Три максимальных значения прироста по площади сечений имеют предел 4,5...5,4 м² на 1 га, тогда как в типе леса сосняк черничный слабоосушенный — 5,3...8,2 м². Но эти данные не вполне убедительны, так как не исключают действия других факторов, например степени рекреации.

Соответственно по фазам дигрессии в древостоях полнотой 0,52...0,79 прирост составил на сильно осушенной почве 5,4; 4,5 и 3,7 м², а при некотором избытке влаги 3,2; 3,8 и 3,4 м². Некоторое уменьшение прироста во втором случае можно объяснить не избытком влаги, а более низкими полнотами древостоев. Если перейти к относительным величинам — к проценту прироста по площади сечений, вычисленному по формуле Пресслера [1], то последовательный ряд цифр будет 2,3; 1,8; 1,5 и 1,8; 2,0; 1,6 %. Видимые различия отсутствуют.

Сравнивая данные второй фазы дигрессии в двух одинаковых по полноте (0,78) древостоях, почвы одного из которых осушены слабо,

Таблица 1

Степень осушения	Фаза дигрессии	Состав древостоя	Диаметр, см Высота, м	Класс бонитета	Полнота Запас, м ³	Прирост по площади сечений за последние 10 лет	
						м ²	%

Тип леса — сосняк черничный слабоосушенный

1	1	8С2Б+Е	$\frac{20,0}{17,5}$	III	$\frac{0,55}{147}$	3,2	1,8
			$\frac{18,3}{17,2}$		$\frac{0,97}{308}$		
1	2	8С1Е1Б	$\frac{22,0}{18,5}$	II—III	$\frac{0,55}{158}$	4,0	1,8
			$\frac{20,8}{16,2}$		$\frac{0,78}{190}$		
1	3	10С+Б, Е	$\frac{21,3}{20,2}$	II	$\frac{0,47}{191}$	3,8	1,6
			$\frac{20,5}{20,3}$		$\frac{0,49}{164}$		
2	1	8С1Е1Б	$\frac{18,2}{17,1}$	II	$\frac{0,84}{245}$	5,3	2,0
			$\frac{16,5}{17,3}$		$\frac{0,86}{214}$		
2	2	10С+Ос	$\frac{19,9}{18,3}$	II	$\frac{0,67}{222}$	3,9	1,8
			$\frac{21,1}{18,1}$		$\frac{0,76}{232}$		
2	3	10С+Б, Е	$\frac{21,9}{20,5}$	II	$\frac{0,52}{205}$	3,8	1,4
			$\frac{18,5}{17,4}$		$\frac{0,52}{172}$		

Тип леса — сосняк кислично-папоротниковый осушенный

3	1	7С3Е+Б	$\frac{22,0}{20,5}$	I	$\frac{0,64}{248}$	3,9	1,8
			$\frac{16,8}{17,5}$		$\frac{0,79}{220}$		
3	2	10С+Е, Б	$\frac{19,6}{19,0}$	II	$\frac{0,83}{256}$	5,3	1,9
			$\frac{23,8}{22,6}$		$\frac{0,78}{329}$		
3	3	10С+Б, Е	$\frac{24,4}{23,0}$	I	$\frac{0,60}{208}$	3,6	1,4
			$\frac{22,6}{21,5}$		$\frac{0,73}{259}$		

а второго сильно, получаем, что различие средних приростов по диаметру ствола (соответственно $21,12 \pm 1,05$ и $22,32 \pm 1,51$ мм) статистически недостоверно. Фактический критерий Стьюдента составил 0,62, тогда как табличный имеет значение 2,49 при доверительной вероятности 0,99 и 1,31 при доверительной вероятности 0,90.

Результаты дисперсионного анализа (табл. 2) показали существенное влияние на рост соснового древостоя рекреационной нагрузки

Таблица 2

Изменчивость по фактору	Сумма квадратов	Критерий Фишера			
		вычисленный	табличный при величине P		
			0,05	0,01	0,005
А	0,57	28	6,94	18,00	26,28
В	0,05	2			

(фактор А) с высокой степенью значимости ($P = 0,005$) или с доверительной вероятностью 99,5 %, так как при этом табличный критерий Фишера ниже вычисленного. Влияние осушения в последнее десятилетие (фактор В) несущественно, критерий Фишера очень мал. В то же время и остаточная

изменчивость низка, т. е. причину надо искать в действии фактора, который тормозит рост сосны по мере осушенности почвы и в результате сводит на нет эффект от улучшения условий дыхания корней, освоения ими более глубоких слоев почвы, от повышения интенсивности круговорота питательных веществ, их валового содержания в корнеобитаемом слое и др.

Можно предположить, что таким фактором является возрастание концентрации в почвенном растворе (по мере осушения, т. е. уменьшения его массы) атмосферных поллютантов, как результат близости промышленной зоны города. Вероятно, этот фактор вызвал настолько сильное торможение роста сосны на дренированных местообитаниях, что ранее выявленные различия в географических культурах теперь не проявляются (по словам главного лесничего Охтинского учебно-опытного лесхоза А. Е. Егорова). Как отмечает американский исследователь У. Х. Смит [2], атмосферные поллютанты, ослабляя прирост деревьев, не действуют отрицательно при этом уровне концентрации на другие ярусы растительности. Упрощение лесного биогеоценоза, тенденции к однообразию его морфологии при средней и сильной степени осушения нами также не замечены.

При слабой степени осушения в первой фазе дигрессии характерно доминирование сосново-сфагновых парцелл с единичными стволами березы, с небольшим числом дополняющих парцелл. При среднем осушении их количество значительно увеличивается. Появляются, например, сосново-малиновая парцелла с групповым подростом ели. При сильной степени осушения встречаются еловые парцеллы и ведущую роль выполняет сосново-березовая с еловым подростом. Во второй фазе дигрессии при слабой степени осушения характерны сосново-березово-сфагновые парцеллы. При сильном осушении возрастает разнообразие парцелл и преобладает уже сосново-еловая парцелла с березовым подростом. В третьей фазе дигрессии при слабой степени осушения доминирующая сосново-березовая с еловым подростом парцелла разрыхляется всевозможными «окнами», например, парцелла «окно с мертвой древесиной» или «осоко-сфагновое окно». На местах сильного осушения доминирует сосново-кисличная парцелла со вторым ярусом из березы и ели и появляется елово-щитовниковая парцелла.

Как видно, осушение вносит разнообразие в лесные ландшафты, но рост по диаметру ствола и площади сечения их на 1 га за последние годы достоверно не различается. Под влиянием рекреационной нагрузки прирост уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис М. А., Загреев В. В. Прирост леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 198 с. [2]. Смит У. Х. Лес и атмосфера / Пер. с англ. Н. Н. Наумовой.— М.: Прогресс, 1985.— 429 с. [3]. Тихонов А. С., Попалин С. А. Особенности развития рекреационных сосняков-черничников // Лесн. журн.— 1985.— № 4.— С. 19—23.— (Изв. высш. учеб. заведений).

УДК 634.574

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ФИСТАШКИ НАСТОЯЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЦЫ

С. М. АБЛАЕВ, С. В. ДРУЖИНИН, С. И. ПУГАЧЕВ

Ташкентский сельскохозяйственный институт

Важное место в решении Продовольственной программы нашей страны отводится задаче создания высокопродуктивных насаждений из орехоплодных пород, включая фисташку настоящую.

Насаждения этой породы занимают в республиках Средней Азии более 150 тыс. га, выполняя огромную лесомелиоративную, водоохранную и почвозащитную роль в суровых климатических условиях аридной зоны. Кроме того, высококачественные орехи фисташки настоящей широко используются в пищу местным населением и в кондитерской промышленности [1].

Культуры фисташки до настоящего времени создаются исключительно посевом стратифицированных семян на постоянное место произрастания. Как двудомное растение эта порода требует дополнительных затрат на проведение в культурах 3—4-летнего возраста окулировочных работ в целях создания оптимального соотношения мужских и женских экземпляров на лесокультурной площади [5].

Качественную окулировку фисташки настоящей можно получить лишь на подвоях диаметром более 7 мм. Диаметр побегов на срезах 3-летних культур в первый год после срезки не достигает 7 мм даже при оставлении одной порослевины. Следовательно, в условиях богары срезку на пень следует начинать в 5-летних культурах, способных образовывать порослевые побеги диаметром 7 мм и более [3].

Опыты по получению сеянцев фисташки настоящей в поливных условиях питомника с применением стимуляторов роста гиббереллина (ГАЗ), индолил-уксусной (ИУК) и индолил-масляной (ИМК) кислот не в полной мере решают задачу по получению сеянцев диаметром 7 мм. Так, в питомнике средние высоты однолетних сеянцев в вариантах колеблются от 26,47 до 32,97 см, средние диаметры — от 0,53 до 0,66 см [2]. Окулировка и зимняя прививка у таких сеянцев затруднены, вследствие недостаточного диаметра растений.

Ученые кафедры лесомелиорации Ташкентского сельскохозяйственного института проводят исследования по изучению новых путей создания и выращивания высокоурожайных фисташников на богарных землях Советабадского орехоплодового лесхоза Самаркандской области и поливных землях массива Урта-Чуль Навоинской области. Впервые в массиве Урта-Чуль создаются лесосады фисташки в поливных условиях и одновременно ставится задача получения посадочного материала в питомнике с предварительно проведенной окулировкой или зимней прививкой.

Цель наших исследований — получить за один вегетационный период сеянцы фисташки настоящей, пригодные для проведения окулировки и зимней прививки. При решении этой задачи мы использовали условия стационарной теплицы — искусственно увеличили период вегетации. В работе приведены результаты вегетации в условиях теплицы опытной станции ТашСХИ. Изучали влияние стимуляторов роста на проростки семян, их грунтовую всхожесть и развитие сеянцев.

Таблица 1

Средние показатели высоты и диаметра у корневой шейки сеянцев

№ ва-ри-ан-та	Концентрация стимулятора	Дата посева	Грун-то-вая вла-жность, %	Высота, см				Диаметр, см		
				2,03; 6,03	6,04; 10,04	7,05; 11,05	1,06; 9,06	8,09; 12,09	28,11; 4,12	
1	Контроль	13.02.81	78,9	6,15	19,21	21,08	33,38	52,76	56,45	0,70
2	ИУК-10 мг/л, «клинки» подрезаны	13.02.81	87,4	6,01	13,24	20,66	31,62	47,84	50,76	0,68
3	ИУК-10 мг/л, «клинки» целые	13.02.81	92,3	6,65	13,19	20,16	32,8	50,8	52,3	0,66
4	ИУК-40 мг/л	17.02.81	96,2	2,17	9,17	17,34	24,62	52,03	53,75	0,83
5	ГАЗ-40 мг/л	17.02.81	80,7	2,11	9,58	19,05	28,58	52,53	55,4	0,74
6	ИУК-100 мг/л	24.02.81	33,0	—	7,7	15,9	22,46	51,23	52,5	0,76
7	ИУК-150 мг/л	21.02.81	39,0	—	8,6	20,69	28,97	65,11	66,99	0,84
8	ГАЗ-200 мг/л, «клинки» подрезаны	10.03.81	80,4	—	13,2	23,39	35,36	70,54	70,93	0,92
9	ГАЗ-200 мг/л, «клинки» целые	10.03.81	88,3	—	10,67	21,88	31,24	57,98	59,69	0,79

Таблица 2

Средние статистические показатели высоты и диаметра у корневой шейки однолетних сеянцев

№ ва-ри-ан-та	Чис-ло рас-те-ний	Высота, см				Диаметр, см					
		x_{min}	\bar{x}	x_{max}	$S_{\bar{x}}$, %	V , %	$S_{\bar{x}}$	x_{min}	\bar{x}	x_{max}	$S_{\bar{x}}$, %
1	315	10,1	57,0	96,4	2,67	35,0	19,79	0,3	0,70	1,1	2,85
2	350	21,3	50,8	81,6	1,94	34,0	17,16	0,4	0,68	1,2	3,66
3	369	4,9	52,3	101,8	1,93	31,72	16,59	0,5	0,66	1,3	3,05
4	385	14,8	53,8	91,3	2,85	43	16,26	0,5	0,83	1,7	3,89
5	323	16,0	55,4	116,4	5,05	46,48	25,75	0,2	0,74	1,6	2,6
6	132	21,3	93,9	93,9	1,06	48,48	25,5	0,3	0,76	1,4	3,2
7	156	22,4	67,0	109,1	1,05	44,96	30,12	0,3	0,84	1,4	1,3
8	322	30,1	71,3	106,3	1,27	27,05	19,29	0,7	0,92	1,2	2,18
9	353	19,6	58,9	97,2	2,09	34,45	20,39	0,2	0,82	1,3	1,22

Для проведения опытов использовали смесь семян из форм № 4—С, 8—С, 10—С, 12—С, 40, 49, 52, 56, 57 и 63—1, выделенных в лесосеменных участках фисташки в Советабдском лесхозе.

Смесь семян перед стратификацией в речном песке (соотношение 1:3) замачивали в теплой воде при температуре +22...25 °С в течение 24 ч, а затем перемешивали с песком и в ящиках ставили на стратификацию при комнатной температуре +20...22 °С. Стратификация была начата в первых числах февраля, и уже через 10 дн была получена первая партия проростков. Вследствие неодновременности прорастания семян применяли разные сроки посева в теплице. Проросшие семена по вариантам замачивали на 12 ч в растворах гиббереллина (ГАЗ) (содержание 78 %) и индолил-уксусной кислоты (ИУК) различных концентраций. Всего было заложено 9 вариантов, каждый в 4-кратной повторности. В каждой повторности высевали по 100 семян.

В течение вегетационного периода проводили систематические уходы за посевами путем прополки сорняков и последующих поливов.

Средние высоты и диаметры у корневой шейки сеянцев в течение вегетационного периода (табл. 1) и средние статистические показатели роста сеянцев на 28 ноября — 4 декабря (табл. 2) показывают, что лучший рост как по высоте, так и по диаметру у корневой шейки имеют сеянцы фисташки настоящей в варианте № 8, когда проростки семян замачивали в растворе гиббереллина (ГАЗ) концентрации 200 мг/л и у них перед посевом острой бритвой подрезали «ключики». Сеянцы к концу вегетационного периода достигли средней высоты 71,3 см, среднего диаметра у корневой шейки 0,92 см, что превышает сеянцы в контроле по высоте на 20,9 %, по диаметру на 23,9 %, хотя посев в контроле проводили на 25 дн раньше, чем в варианте № 8. Здесь, наряду со стимулятором указанной концентрации, существенную роль на развитие сеянцев оказала предпосевная подрезка «ключиков» у проростков. Это мероприятие вызвало образование хорошо развитой корневой системы у молодых растений и обеспечило лучший рост надземной части. Подтверждением является отставание в росте как по высоте, так и по диаметру сеянцев в варианте № 9, где проростки семян замачивали в растворе гиббереллина (ГАЗ) концентрации 200 мг/л, но высевали без подрезки «ключиков». Грунтовая всхожесть стратифицированных семян в вариантах № 8 и 9 достаточно высокая и превышает цифры в контроле на 1,5 и 9,4 %.

Обработка проростков семян раствором гиббереллина концентрацией 40 мг/л не дала положительных результатов, средняя высота и диаметр сеянцев близки к показателям в контроле. Обработка проростков семян растворами индоллил-уксусной кислоты (ИУК) различной концентрации дала разные результаты. Так, при концентрации растворов 10, 40 и 100 мг/л рост сеянцев в высоту ниже, чем в контроле, по диаметру — выше контроля при концентрации растворов 40 и 100 мг/л.

Грунтовая всхожесть стратифицированных семян при обработке их растворами индоллил-уксусной кислоты при концентрации 10 и 40 мг/л значительно повысилась по сравнению с контролем. Однако при концентрации раствора 100 мг/л она резко снижается. Заметно уменьшилась грунтовая всхожесть и у проростков, обработанных раствором индоллил-уксусной кислоты концентрации 150 мг/л. Рост же сеянцев в этом варианте лучше, чем в контроле: по высоте — на 15,8 %, по диаметру — на 16,7 %. Исследованиями М. Г. Рафиевой и К. Н. Нимаджановой [4] установлено, что во всех частях семени (косточка, семенная кожура с эндоспермальной пленкой, семядоли и зародышевая ось) присутствуют в определенном соотношении ингибиторы и стимуляторы. В них выявлены ингибиторы в зоне с R_f 0,5...0,8, что соответствует β -ингибиторному комплексу (АБК). Эта же зона ингибции обнаружена и в незрелых семенах в фазах преимущественного роста семени и зародышевой оси. Помимо этого, выделяется стимулирующая зона с R_f 0,4...0,5 в семенной кожуре и зародышевой осях, соответствующая ИУК [5].

Возможно, повышение концентрации раствора ИУК до 100 и 150 мг/л вызвало ингибирующее действие у проростков семян некоторых форм, а у других способствовало увеличению их диаметров. Решение этого вопроса требует дополнительных исследований и всестороннего изучения.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы.

1. Используя стимуляторы роста при посеве фисташки настоящей в теплице, можно в течение одного вегетационного периода получать подвойный материал для окулировки и зимних прививок.

2. Подрезка «ключиков» у проростков семян перед посадкой в сочетании с обработкой раствором гиббереллина концентрации 200 мг/л дает наилучшие результаты развития растений в теплице.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гузеев Г. Ф. Применение димилина при защите фисташников от листогрызущих вредителей // Лесн. хоз-во.—1983.—№ 2.—С. 55—56. [2]. Дружинин С. В. Влияние стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и развитие сеянцев фисташки настоящей // Вопросы повышения продуктивности лесов Средней Азии: Науч. тр. / ТашСХИ.—1986.—Вып. 120.—С. 79—81. [3]. Комаров В. П. Повышение производительности лесомелиоративных насаждений фисташки настоящей: Автореф. дис...канд. с.-х. наук.—Ташкент, 1975.—7 с. [4]. Рафиева М. Г., Нимаджанова К. Н. Ростовые вещества в семенах фисташки настоящей // Регуляторы роста и развитие растений: Тез. и докл. I Всесоюз. конф.—М., 1981.—С. 121. [5]. Ровский В. М., Тростько И. К., Гершун М. С. Культура орехоплодных пород // Науч. тр. / СредАзНИИЛХ.—М.; Л., 1951.—Вып. 1—2.—С. 146—147.

Поступила 1 июля 1987 г.

УДК 581.1 : 631.542.25

ВЛИЯНИЕ ДЕФОЛИАНТОВ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В. С. ТЕОДОРОНСКИЙ

Московский лесотехнический институт

Одним из эффективных средств регулирования жизнедеятельности растений являются дефолианты. Свойства дефолиантов вызывать быстрое искусственное опадение листьев с растений могут быть использованы при пересадке сеянцев и саженцев древесных растений и их своевременной реализации в питомниках [2, 4, 5].

В Московском лесотехническом институте на протяжении ряда лет шел поиск эффективных средств регулирующего воздействия на растения в связи с расширением сроков посадочных работ. Испытывали различные синтетические регуляторы роста и развития растений, вызывающие ускорение процесса старения организма и введение его в период покоя.

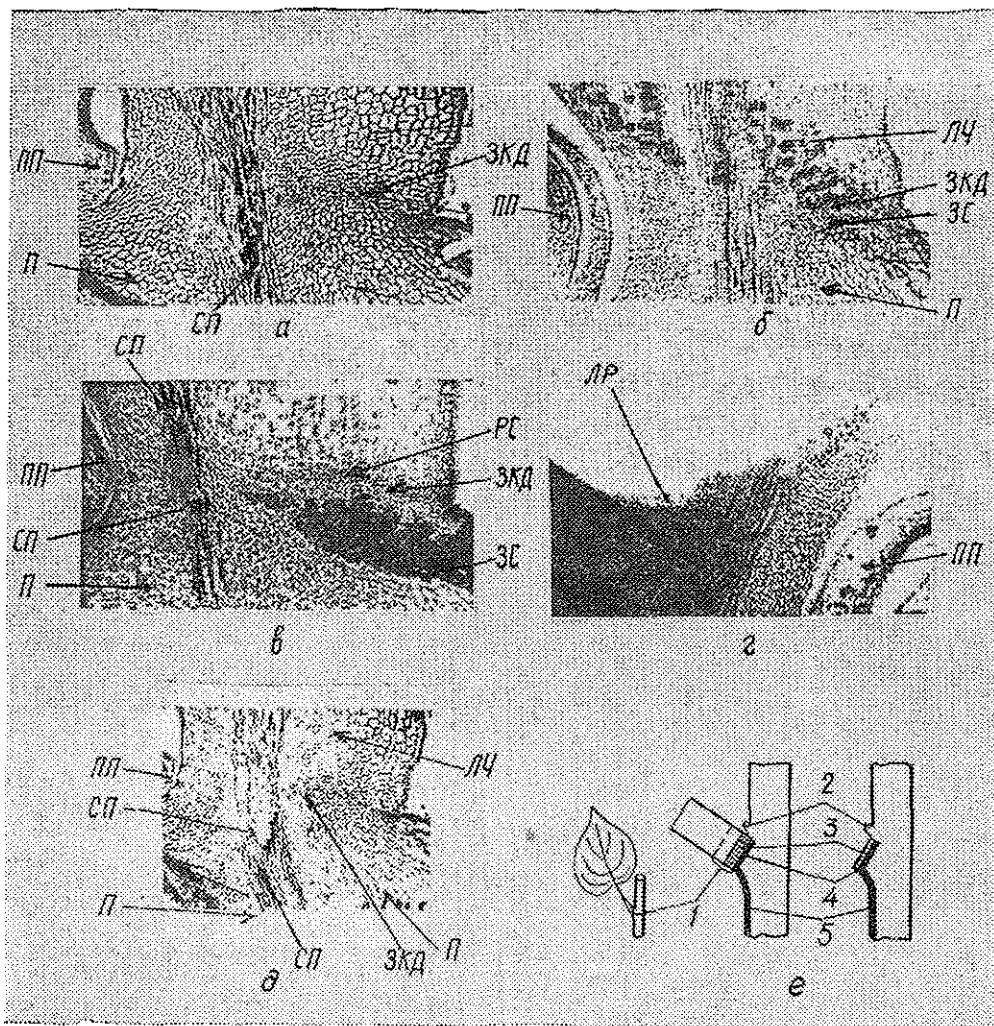
В настоящей статье рассмотрены некоторые результаты изучения влияния дефолиантов на древесные растения боярышника сибирского (*Crataegus sanguinea* Pall.) и сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.).

Объектами исследований послужили двухлетние саженцы, выращиваемые в однородных условиях питомника (Ивантеевский лесопитомник ВНИИЛМ). В качестве дефолиантов использовали: хлорат-магниевый препарат ($Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$) и этиленсодержащий препарат Д-2 ($HCOCH_2CH_2HgNO_3$), синтезированный Ю. В. Ракитиным. Саженцы опрыскивали водными растворами дефолиантов с помощью гидропульта (давление 2 ат). Концентрация водного раствора хлората магния 0,25 и 0,50 % (для сирени и боярышника соответственно), препарата Д-2 — 0,25 % по д. в. Для улучшения смачиваемости поверхности листьев и ускорения проникновения растворов в ткань в растворы добавляли эмульгатор ОП-7 в концентрации 0,1 %. Указанные концентрации водных растворов препаратов были оптимальны для данных видов и вызвали интенсивный листопад через 7...12 дн после опрыскивания.

Анатомические изменения в органах растений под влиянием дефолиантов изучали общепринятыми гистохимическими методами. Пробы для анализов брали в месте крепления черешка и побега, всего с десяти побегов обработанных и контрольных растений (средняя часть второго междоузлия) за день до обработки, через 1, 3, 5, 7, 10 дн после обработки, а также у контрольных растений в период естественного листопада. Из отобранных образцов готовили продольные срезы — вдоль оси черешка листа и побега. Материал фиксировали (спиртом, формалином), обезвоживали и парафинировали. Для приготовления срезов использовали санный микротом МС-2. Готовые срезы окрашивали гематоксилином (по Гейденгейну) для выделения митоти-

чески активных клеточных зон, а также хризондином и лихтгрюпом для выявления дифференциации тканей, клеточных оболочек, ядер; срезы помещали в канадский бальзам.

Содержание воды в листьях и других органах определяли высушиванием навески до постоянной массы при температуре 105 °С, потери влаги через транспирацию учитывали методом быстрого взвешивания листьев и веток на весах «Квадрант» (по Иванову). Содержание пигментов в листьях устанавливали спектрофотометрически (на СФ-4), а концентрацию хлорофилла «а» и «б» — по оптической плотности раствора при определенной длине волны и коэффициентам отклонения; получив количество пигментов на 1 л раствора, проводили перерасчет на 1 г сухого вещества листьев. Содержание элементов питания в листьях и побегах обработанных и контрольных растений находили после мокрого озоления по методу Инсбург — Щегловой; азот опре-



Анатомические изменения у растений сирени под влиянием дефолиантов: а—д — продольные срезы вдоль оси черешка и побега (увелич. в 366 раз; а — через 1 сут после обработки Д-2; б — через 3 дн; в — через 5 дн после обработки; г — состояние после отделения черешка (линия разрыва); д — контрольный образец, через 10 дн после начала эксперимента; П — побег; ПП — пазушная почка; СП — сосудистый пучок; ЛЧ — листовой черешок; ЗКД — зона клеточного деления; РС — зона разделения, отделительный слой; ЗС — защитный слой; ЛР — линия разрыва ткани вдоль отделительного слоя; е — схема процесса отделения листа от побега: 1 — зона разделения (опадения); 2 — пазушная почка; 3 — отделительный слой; 4 — слой защитной ткани; 5 — побег

деляли по Кьельдалю, фосфор — по Дениже в модификации Труога — Мейера, калий — на пламенном фотометре. Пробы брали за сутки до обработки, а также через 3, 5, 7, 10, 12 дн после обработки растений; у контрольных растений пробы брали в эти же дни, а также в период естественного листопада (т. е. через 40...45 дн после начала эксперимента). Повторность всех экспериментов 15—20-кратная; элементы питания определяли отдельно по повторностям для листьев и побегов. В каждом варианте опыта участвовало в среднем по 30...50 саженцев каждого вида. Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики.

Результаты исследований. На рисунке приведены данные анатомических наблюдений, в таблице — данные о физиологических изменениях у растений под влиянием дефолиантов.

Влияние дефолиантов
на некоторые физиологические изменения в листьях растений

Вид растения	Вариант опыта	Интенсивность транспирации, г/(дм ² · ч)			Содержание общей воды в листьях, % к сухой массе			Содержание хлорофилла в листьях, мг/г сухой массы*		
		Дни после обработки								
		1	2	4	1	2	4	4	7	
Сирень обыкновенная	Контроль	2,02	1,91	1,32	175	169	195	$\frac{4,17}{2,08}$	$\frac{3,12}{2,45}$	
	Хлорат магния	2,11	2,01	0,22	168	75	59	$\frac{2,97}{0,98}$	$\frac{2,54}{1,21}$	
	Препарат Д-2	2,01	1,95	0,52	187	108	—	$\frac{3,71}{1,52}$	$\frac{3,20}{1,46}$	
Боярышник сибирский	Контроль	1,35	1,22	0,79	127	131	124	$\frac{3,59}{1,62}$	$\frac{5,32}{1,80}$	
	Хлорат магния	1,37	1,27	0,19	110	87	54	$\frac{2,23}{1,08}$	$\frac{3,02}{0,99}$	
	Препарат Д-2	1,43	1,01	0,49	135	127	102	$\frac{3,02}{1,22}$	$\frac{3,25}{1,15}$	

* В числителе — данные о содержании хлорофилла «а»; в знаменателе — хлорофилла «б».

Анатомические наблюдения в зонах опадения листьев показали, что уже через 3 дн после опрыскивания растений растворами препаратов в основании черешка листа сирени обнаруживается активное клеточное деление, формируется разделительный слой из 5-6 рядов клеток. Через 5...7 дн наблюдается взаимное обособление клеток в связи с растворением срединных пластинок. Одновременно с формированием отделительного слоя со стороны побега образуется защитная ткань, состоящая из рядов клеток, пропитанных лигнином и суберином. Взаимное обособление клеток приводит к разрыву клеточной ткани и отделению листа от побега. Под влиянием хлората магния деление клеток выражено слабо; препарат Д-2 вызывает интенсивное клеточное деление (реакция на гематоксилин), отделение листа от побега под влиянием Д-2 происходит в более сжатые сроки. Под влиянием обоих дефолиантов в основании черешков листьев клеточное деление в зонах опадения наблюдается через 3 дн после обработки (микротофо б). Клеточные оболочки и сами клетки распадаются, разрывается клеточная ткань по всей зоне. Само отделение листа от побега происходит под углом к оси черешка (микротофо в, г). Со стороны побега наблюдается усиленное отложение лигнина и образование защитной ткани (микротофо б—г), а оболочки клеток значительно утолщаются.

Препарат Д-2, содержащий этилен, вызывает более усиленное деление клеток и стремительное обособление клеточных оболочек, чем хлорат магния, что приводит к более быстрому опадению листьев. Наблюдения показали, что примерно те же анатомические изменения происходят в результате естественного листопада, однако протекают они в растянутые сроки.

Образование отделительного слоя в основании черешков листьев обоих видов растений как под влиянием дефолиантов, так и при естественном листопаде идет в одной последовательности и складывается в два этапа: 1 — клеточное деление, 2 — обособление клеток, разрыв ткани и отделение листа от побега.

Анатомические изменения в зонах отделения листьев от несущих побегов сопровождаются нарушениями физиологического характера. Наблюдения показали, что в первые 2 дня после обработки у растений сирени и боярышника под влиянием хлората магния появляются внешние признаки повреждения листовой пластинки. Измерения показали, что через сутки после обработки интенсивность транспирации листьев обработанных растений возрастает в сравнении с контролем. На высоком уровне держится и оводненность листовой пластинки. Это обусловлено реакцией растительного организма на воздействие химических препаратов. Увеличение потерь влаги в первые 2 сут приводит к необратимому увеличению водного дефицита в листьях. Листовые пластинки через 3, 4 и 6 дней начинают подсыхать и скручиваться. Менее интенсивны эти процессы в листьях растений, обработанных препаратом Д-2. Через 4 дня после обработки зарегистрировано снижение оводненности листьев. Под влиянием хлората магния наблюдается сильное обоживание листовой пластинки (содержание общей воды падает в 2 раза по сравнению с контролем — см. таблицу). Процесс транспирации в значительной степени ингибируется на 4-й день после обработки; интенсивность транспирации снижается с 1,43 до 0,49 г/(дм² · ч) листьев боярышника под влиянием Д-2 и с 1,27 до 0,19 г/(дм² · ч) — под влиянием хлората магния (см. таблицу). Через 4-5 дней после обработки ввиду интенсивного формирования отделительного слоя в зонах опадения и образования защитной ткани со стороны побега приостанавливается подача воды в листья, чем и объясняются нарушения водного режима. Физическое испарение влаги еще более иссушает листовую ткань.

Как следует из данных таблицы, дефолианты существенно снижают концентрацию хлорофилла «а» и «б» в листьях растений; при этом под влиянием хлората магния такое снижение более интенсивно, чем под влиянием Д-2 в листьях сирени. На 8-й день после обработки в опадающих листьях сирени и боярышника отмечается наиболее низкое содержание хлорофилла.

Исследования показали, что дефолианты способствуют оттоку веществ из листьев в побеги. Так, под влиянием препарата Д-2 заметно снижается содержание общего азота в листьях как сирени, так и боярышника. На 3-й день после обработки содержание азота в листьях сирени в варианте Д-2 составляет 1,03 % на 1 г сухой массы, в контроле — 1,64 %. На 7-й день (перед опадением листьев) содержание азота у обработанных составляет 0,79 %, в контроле — 1,51 %. Содержание фосфора особенно заметно снижается в листьях растений, обработанных дефолиантами, на 7-й день после обработки. Так, в листьях сирени под влиянием хлората магния оно равно 0,17 % на 1 г сухой массы, а в контроле — 0,19 %, в то время как в листьях под влиянием Д-2 — 0,17 %. Изменения в содержании калия незначительны. Установлено, что, наряду с уменьшением веществ, содержащих элементы питания, в листьях, происходит накопление таких веществ в годичных

побегах, особенно под влиянием препарата Д-2. У контрольных растений в момент естественного листопада содержание элементов питания в побегах такое же, как в побегах обработанных растений. Дефолианты, способствуя оттоку питательных веществ из листьев в побеги, предотвращают потери энергетических ресурсов организма и повышают его устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов среды.

Полученные данные согласуются с современными представлениями о природе опадения органов растений и ускорении этого процесса с помощью дефолиантов [1, 3—5]. В процессе естественного листопада и под воздействием дефолиантов в зонах отделения черешка от побега сначала активизируются синтетические процессы, что проявляется в усиленном клеточном делении и формировании отделительного слоя. Затем усиливаются процессы распада в связи с уменьшением уровня ауксинов и увеличением биосинтеза этилена; в результате разрушаются клеточные стенки и лист отделяется от побега [1, 4]. Показано, что хлорат магния более «жестко» действует на растения, вызывая резкие изменения в водном режиме и хлоропласте листа. Этиленсодержащий препарат Д-2 ускоряет физиолого-биохимические изменения, свойственные стареющим органам и проявляющиеся при естественном листопаде.

Регулирующее действие дефолиантов на растения связано с подготовкой растительного организма к перенесению неблагоприятных внешних факторов среды, ускорением развития органов, искусственным введением его в состояние покоя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лихолат Т. В. Регуляторы роста древесных растений.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 238 с. [2]. Никел Л. Дж. Регуляторы роста растений; применение в сельском хозяйстве.— М.: Колос, 1984.— 190 с. [3]. Полевой В. В. Фитогормоны.— Л.: ЛГУ, 1982.— 247 с. [4]. Ракитин Ю. В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений.— М.: Наука, 1983.— 260 с. [5]. Теодоронский В. С. О регулировании жизнедеятельности древесных растений при пересадках // Науч. тр. / МЛТИ.— 1987.— Вып. 188.— С. 89—94.

Поступила 7 декабря 1987 г.

УДК 630*907

ХАРАКТЕР ВЕРШИНЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ И ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ ЕЛИ

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Определение степени устойчивости и решение судьбы деревьев во время отбора в рубку в лесах I группы — важная задача лесоводства и защиты леса [2, 3]. При этом в практике лесного хозяйства используют главным образом внешнепатографические признаки, к числу которых относится характер вершины дерева. Характер вершины ели (внешний вид) — легко доступный признак, сопряженный с физиологическим состоянием и жизнеспособностью растения [1, 4—6, 10, 11, 14, 19, 20]. В цитируемых источниках отмечается актуальность рассматриваемой проблемы и необходимость дальнейшего изучения взаимосвязи состояния и жизнестойкости ели с характером вершины дерева.

Исследования проводили в 1978—1981 гг. на территории Учинского леспаркхоза Московской области. Нами было обследовано около 10 тыс. га еловых и елово-лиственных древостоев и заложено 17 безразмерных пробных площадей, из них 9 — в высокобонитетных, среднеполнотных ельниках кисличных, V класса возраста, подверженных различной рекреационной нагрузке. Пробные площади закладывали в наиболее типичных участках леса, соответствующих функциональным зонам лесопарков:

лесная (посещаемость незначительная), лесопарковая (посещаемость умеренная), парковая (посещаемость повышенная). Степень рекреационной нагрузки устанавливали по процентам тропиночной сети и площади с нарушенным напочвенным покровом, проективному покрытию его лесными видами и благонадежности подроста. Количественные характеристики перечисленных показателей приведены в нашей предыдущей работе [9]. На каждой пробной площади проводили сплошной пересчет 100 деревьев ели по 4-сантиметровым ступеням толщины. Одновременно регистрировали характер вершины каждого дерева по следующей шкале: 1) вегетирующие (остроконечная, притупленная, полукруглая); 2) невегетирующие (поврежденная, усыхающая, сухая). У каждого дерева через сутки после ранения определяли интенсивность смоловыделения по 5-балльной шкале [15]: 0 — живица не выделялась, место ранения сухое; 1 — живица выделялась в виде разрозненных точек или пленки; 2 — живица выделялась в виде крупных капель; 3 — живица выделялась обильно, но не вытекает; 4 — живица из ранки вытекает или капает.

Восемь пробных площадей было заложено в высокобонитетных, среднеполнотных ельниках кисличных, IV класса возраста, в различной степени зараженных корневой губкой. Пробные площади закладывали в наиболее типичных участках леса, соответствующих классам устойчивости насаждений [12]: I — устойчивые насаждения (степень усыхания древостоя до 5 % по запасу, отпад происходит в основном за счет деревьев нижних классов роста, зараженность корневой губкой до 10 %); II — насаждения с нарушенной устойчивостью (степень усыхания древостоя до 10 % по запасу, отпад за счет деревьев основного полога, зараженность корневой губкой до 30 %). Зараженность ельников корневой губкой определяли с помощью возрастного бурава Пресслера, подвергая анализу 20 % деревьев по диагонали каждого опытного участка, без выбора, через равные расстояния [16]. На каждой пробной площади проводили сплошной пересчет 100 деревьев ели по 4-сантиметровым ступеням толщины и регистрировали характер вершины каждого дерева.

Анализ результатов исследований позволил выявить ряд интересных зависимостей. В условиях незначительной и умеренной рекреационной нагрузки преобладают деревья с остроконечными вершинами (табл. 1), что свидетельствует об их высоком жизненном потенциале.

Таблица 1

Рекреационная нагрузка	Встречаемость типов вершин, %			
	Остроконечная	Притупленная	Полукруглая	Сухая
Незначительная	45,3	28,0	24,7	2,0
Умеренная	36,3	32,7	27,7	3,3
Повышенная	14,0	17,7	63,0	5,3

В зоне повышенной посещаемости доминируют ели с полукруглыми вершинами, иллюстрирующими физиологическое старение деревьев. Сравнительно малая встречаемость суховершинных деревьев, вероятно, объясняется среднеполнотностью насаждений, обеспечивающей достаточное световое довольствие верхним частям крон. Кроме того, отмеченный факт может быть объяснен отсутствием воздействия основных факторов, вызывающих усыхание вершин у деревьев ели, — насекомых-дефолиантов и промышленных поллюантов [7, 17].

В связи с усилением рекреационного воздействия доля участия островершинных деревьев уменьшается, а процент экземпляров с полукруглыми вершинами увеличивается. В свою очередь, встречаемость деревьев ели с притупленными вершинами в зоне умеренной посещаемости возрастает, а в зоне повышенной рекреационной нагрузки снижается. Выявленные зависимости объясняются нарушением взаимоотношений в системе ризосфера — вершина в результате уплотнения почвы и частичного отмирания наиболее физиологически активных корней.

Анализ результатов наших наблюдений в течение ряда лет позволяет констатировать отсутствие успешных поселений короедов на деревьях с остроконечными вершинами. Нами также установлено, что

экземпляры ели с притупленными вершинами не всегда оказываются резистентными к короедам. Деревья с полукруглыми вершинами гораздо чаще служат кормовой базой для хозяйственно важныхксилофагов. Из числа учтенных ослабленных рекреацией и заселенныхксилофагами деревьев ели полукруглую вершину имели 58 %, притупленную — 42 %, остроконечную — 0 %. Установленная взаимосвязь объясняется уменьшением энергии обмена веществ, функцией которого является смолывыделительная реакция.

Результаты изучения взаимосвязей преобладающих типов вершин с интенсивностью смолывыделения у деревьев ели в различных зонах рекреации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Рекреационная нагрузка	Интенсивность смолывыделения, баллы, у деревьев разных типов вершин		
	Остроконечная	Притупленная	Полукруглая
Незначительная	2,52 ± 0,03	2,43 ± 0,03	2,34 ± 0,04
Умеренная	2,54 ± 0,03	2,56 ± 0,05	2,46 ± 0,04
Повышенная	2,63 ± 0,04	2,94 ± 0,04	2,71 ± 0,05

В условиях незначительной посещаемости прослеживается явная тенденция к постепенному уменьшению среднего балла смолывыделения в связи со снижением линейного прироста деревьев. Это убедительное доказательство хорошей согласованности реакции верхушечного побега ели с общим ослаблением жизненного состояния растения. В зоне умеренной рекреационной нагрузки деревья ели с остроконечными и притупленными вершинами обнаруживают весьма близкие средние значения энергии смолывыделения, минимальный средний балл также присущ экземплярам с полукруглыми вершинами. В условиях повышенной посещаемости максимальная скорость выделения живицы характерна для растений с притупленными вершинами и далее в нисходящем порядке — для деревьев с полукруглыми и остроконечными вершинами. Это объясняется очевидной способностью ели, тормозя процессы роста, усиливать смолообразование и защитные реакции в комлевой части ствола. Однако активизация защитных реакций в зоне толстой коры ели может стать причиной снижения устойчивости других участков ствола. Об этом свидетельствует более частое заселение короедами по стволловому (45 %) и вершинному (26 %) типам [8] ослабленных рекреацией деревьев.

Таблица 3

Класс устойчивости	Встречаемость типов вершин, %			
	Остроконечная	Притупленная	Полукруглая	Сухая
I	40,5	30,0	28,0	1,5
II	24,5	31,0	40,5	4,0

Из табл. 3 видно, что в условиях I класса устойчивости доминируют деревья с остроконечными вершинами, свидетельствующими о высокой физиологической активности растений. Далее в нисходящем порядке следуют экземпляры с притупленными и полукруглыми вершинами, сигнализирующими о снижении жизненного потенциала деревьев.

В посадках с нарушенной устойчивостью преобладают ели с полукруглыми вершинами, иллюстрирующими физиологическое старение деревьев. Далее в убывающей последовательности идут экземпляры

ры с притупленными и остроконечными вершинами, а растения с сухими вершинами сравнительно редки.

В связи со снижением класса устойчивости насаждений доля участка островершинных елей уменьшается в 1,7 раза. Процент экземпляров с притупленными и сухими вершинами возрастает незначительно, а число физиологически старых деревьев увеличивается в 1,4 раза. Отмеченное явление вызвано как эндогенными причинами, так и поражением деревьев корневой губкой, что может иметь следующее объяснение. Ослабление хвойных корневой губкой приводит к снижению интенсивности фотосинтеза [13] — основного поставщика ростовых веществ вершинной зоне потребления [10]. Кроме того, пораженные части толстых корней ели обладают свойством накапливать калий [18], также необходимый для роста деревьев в высоту.

Между тем, в связи с длительным разрушением гнилью в основном ложнодровой древесины скелетных корней и ствола ели, в течение многих лет может не обнаруживаться резкое уменьшение прироста по высоте [16]. По нашим данным, деревья ели, больные корневой губкой, имеют следующие комбинации признаков: притупленность вершины (78 %), наличие смолотечений (45 %), ажурность кроны (37 %), наклон ствола (29 %), наличие эпифитных лишайников (29 %), наружные признаки гнили (17 %), смоляные желваки и язвы (11 %), плодовые тела (6 %). Таким образом, характер вершины является основным, хотя и неспецифичным, внешним признаком ослабления деревьев ели корневой губкой. Из числа учтенных ослабленных корневой губкой и заселенных ксилофагами деревьев имели полукруглую вершину — 69 %; притупленную — 31 %; остроконечную — 0 %. Это позволяет утверждать, что активные ростовые процессы у деревьев ели тесно взаимосвязаны с их защитными реакциями и при патологическом, и при энтомологическом воздействиях.

Таким образом, характер вершины отражает весь комплекс процессов, происходящих в организме растения, и может считаться одним из критериев состояния и жизнестойкости ели.

Полученные нами данные могут быть использованы при организации мониторинга состояния лесопарковых ельников и при отборе деревьев в санитарную рубку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев В. А., Рак Л. Д. Признаки ослабления деревьев ели под влиянием атмосферного загрязнения // *Лесоведение*.— 1985.— № 5.— С. 37—43. [2]. Атрохин В. Г., Иевинь И. К. Рубки ухода и промежуточное лесопользование.— М.: Агропромиздат, 1985.— 255 с. [3]. Воронцов А. И. Патология леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 270 с. [4]. Журавлев И. И. Диагностика болезней леса.— М.: Сельхозиздат, 1962.— 192 с. [5]. Ильинский А. И. Вторичные вредители сосны и ели и меры борьбы с ними // *Сб. работ по лесному хозяйству*.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1958.— Вып. 36.— С. 178—228. [6]. Катаев О. А. Лесэнтомологическое обоснование отбора деревьев при постепенных рубках // *Защита леса*.— Л.: ЛТА, 1968.— С. 156—161. [7]. Катаев О. А. Особенности размножения стволовых насекомых в ельниках // *Лесная энтомология: Тр. ВЭО*.— Л.: Наука, 1983.— Т. 65.— С. 54—108. [8]. Лебедев А. В. Энтомоустойчивость ели европейской в рекреационных лесах Московской области: Автореф. дис... канд. биол. наук.— Воронеж, 1983.— 22 с. [9]. Лебедев А. В. Состояние деревьев ели при различном рекреационном воздействии // *Лесн. журн.*— 1986.— № 5.— С. 26—29.— (Изв. высш. учеб. заведений). [10]. Липр Х., Польстер Г., Фидлер Г. И. Физниология древесных растений / Пер. с нем.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 420 с. [11]. Маслов А. Д., Кутеев Ф. С., Прибылова И. В. Стволовые вредители леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 144 с. [12]. Мозолевская Е. Г. Усовершенствование методики обследования санитарного состояния насаждений // *Вопросы защиты леса*.— М.: МЛТИ, 1973.— С. 47—56. [13]. Негруцкий С. Ф. Корневая губка.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 199 с. [14]. Нестеров В. Г. Вопросы современного лесоводства.— М.: Сельхозиздат, 1961.— 384 с. [15]. Положенцев П. А. Жизнь ели и ее энтомотоксичность // *Науч. тр. / Башкир. СХИ*.— Уфа: БСХИ, 1947.— Т. 5, вып. 2.— С. 169—184. [16]. Семенкова И. Г. К методике опреде-

ления зараженности ельников корневой губкой // Применение новых химических и биологических методов борьбы с вредителями и болезнями леса.— М.: МЛТИ, 1971.— Т. 2.— С. 164—168. [17]. Bach W. Forest dieback; extent of damages and control strategies // *Experientia*.— 1985.— Vol. 41, N 9.— P. 1095—1104. [18]. Johnson M., Theander O. Changes in sapwood of roots of Norway spruce attacked by *Fomes annosus* P. L. // *Physiology Plantarum*.— 1974.— Vol. 30, N 3.— P. 218—225. [19]. Schimitschek E. Grundzüge der Waldhygiene.— Hamburg; Berlin: Verlag Paul Parey, 1969.— 167 S. [20]. Schmidt-Vogt H. Die Fichte.— Hamburg; Berlin: Verlag Paul Parey, 1977.— Bd 1.— 647 S.

Поступила 23 февраля 1987 г.

УДК 630*43

РАСЧЕТ МАРШРУТОВ АВИАПОЖАРНОГО ПАТРУЛИРОВАНИЯ ЛЕСОВ КАК ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В. А. ГЕРАСИМОВ, Г. А. ДОРРЕР

Вычислительный центр СО АН СССР в г. Красноярске
Сибирский технологический институт

При охране лесов с помощью летательных аппаратов (самолетов и вертолетов) совершается периодический облет охраняемой территории по установленным маршрутам, осмотр возникающих и действующих пожаров и в случае необходимости — высадка оперативных групп. Затраты на авиатрулирование составляют значительную часть расходов службы авиалесоохраны, и проблема оптимизации маршрутов достаточно актуальна. При разработке маршрутов летательных аппаратов (ЛА) возникает, во-первых, необходимость выбора наиболее эффективных базовых маршрутов, во-вторых, задача их оперативной корректировки в соответствии с изменением пожароопасной ситуации на охраняемой территории.

Критерии эффективности маршрутов могут быть различными: максимум осматриваемой площади территории (или ее наиболее пожароопасной части); максимальный коэффициент полезности маршрута [3]; максимальная вероятность обнаружения пожара при ограниченной длине маршрута; минимальная длина маршрута при заданном уровне контроля охраняемой территории и др. Ввиду большого числа факторов, учитываемых при выборе маршрутов, окончательное решение принимает лицо, ответственное за планирование полетов, а математическое и программное обеспечение этой задачи должно быть достаточно гибким и допускать диалог.

Настоящая работа посвящена расчету оптимальных маршрутов ЛА при авиатрулировании лесов. Рассматриваются математическая постановка и варианты технологической схемы решения задачи по выбору оптимальных маршрутов. Такая задача может быть включена в состав подсистемы оперативного управления АСУ территориальными базами и оперативными отделениями авиалесоохраны.

Исходная информация для решения задач оперативной корректировки маршрутов ЛА должна задаваться в виде функции риска возникновения пожаров для каждого участка охраняемой территории. Эта функция определяется тремя факторами: характеристиками лесных горючих материалов, состоянием погоды и вероятностью появления источников огня в лесу. Возможны различные подходы к определению этой функции [6—8, 10]. Так, в качестве функции риска может использоваться пространственная плотность распределения вероятности возникновения пожаров. Возможна экспертная оценка этой функции, определяющая относительную пожароопасность и влажность различных

участков. В случае, когда функция риска неизвестна, ее можно принять постоянной для всей территории, и тогда маршрут ЛА выбирается из условия осмотра максимальной части территории. Для дальнейшего изложения выбор конкретного подхода несуществен, однако при рассмотрении численного примера мы исходим из методики, изложенной в [7, 8].

Постановка задачи. Имеется карта-схема охраняемой территории D , для которой на расчетный период задана функция риска возникновения пожаров $\rho(x, y)$, где $(x, y) \in D$ — координаты точки на карте. Карта разбита на J участков. Это могут быть кварталы, группы смежных и близких по характеристикам кварталов или иным способом выделенные участки. Для произвольного j -го участка, занимающего область $S_j \subset D$ с площадью $A(S_j)$, может быть вычислена средняя величина риска:

$$R_j = \iint_{S_j} \rho(x, y) dx dy / A(S_j), \quad j = 1, \dots, J. \quad (1)$$

В дальнейшем величина R_j считается сосредоточенной в точке с координатами (x_j, y_j) , которая является геометрическим центром области S_j . Если $R_j > \rho_{кр}$, где $\rho_{кр}$ — значение риска, принятое за критическое, то j -й участок называется критическим.

Обозначим Γ линию маршрута ЛА, а длину этого маршрута — $L(\Gamma)$. Если l — радиус обзора местности с ЛА, то область, осматриваемую с маршрута Γ , обозначим $S(\Gamma, l)$.

Требуется найти такой маршрут Γ , который начинается и заканчивается в данной точке (аэродроме) и представляет собой замкнутую ломаную, содержащую не более N звеньев ($N \ll J$), узлы которой совпадают с центрами выделенных участков, и ограниченную по общей длине величиной L^0 (т. е. $L(\Gamma) \leq L^0$). Маршрут оценивается следующими безразмерными критериями:

$$F_1 = 1 - \prod_{j=1}^J \left\{ 1 - R_j \frac{A(S_j \cap S(\Gamma, l))}{A(S_j)} \right\} \rightarrow \max; \quad (2)$$

$$F_2 = \frac{\iint_{S(\Gamma, l)} \max\{0, \rho(x, y) - \rho_{кр}\} dx dy}{\iint_D \rho(x, y) dx dy} \rightarrow \max; \quad (3)$$

$$F_3 = F_2 / (L(\Gamma) / L^0) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Критерий F_1 используют в том случае, когда $\rho(x, y)$ имеет смысл пространственной плотности распределения вероятности возникновения пожаров. Он оценивает вероятность того, что на осмотренной территории будет обнаружен хотя бы один пожар.

Второй критерий оценивает относительную долю участков со значением риска не меньше критического, осмотренных с маршрута Γ . При $\rho = \text{const}$ и $\rho_{кр} = 0$ этот критерий обеспечивает осмотр максимальной площади лесной территории.

Критерий F_3 оценивает эффективность использования маршрута ЛА, т. е. значение второго критерия, приходящееся на единицу длины маршрута.

В ряде случаев представляет интерес решение двойственной задачи: найти минимальную по длине ломаную Γ , содержащую не более N звеньев и обеспечивающую требуемый уровень контроля, т. е. значение критерия $F_2 \geq F^0$, где F^0 — заданное число. Могут учитываться также дополнительные ограничения: наличие точек, над которыми обязан пройти маршрут ЛА (например, действующие пожары), а также участки территории, над которыми полеты запрещены.

Решение задачи. Для решения многокритериальной задачи (2) — (4) вводим обобщенный критерий

$$F_k = \alpha_1 F_1 + \alpha_2 F_2 + \alpha_3 F_3 \rightarrow \max, \quad (5)$$

где коэффициенты α_i определяют относительную значимость каждого из критериев ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$). Выбирая эти коэффициенты, руководитель формирует требования к маршруту.

Сформулированную задачу по выбору N -звенной ломаной, оцениваемой критериями (2) — (4), рассматриваем как задачу дискретного оптимального управления с дискретными множествами управляющих воздействий, в которой оценка качества проводится в конце фазовой траектории, т. е. в задачу терминального типа [9]. В работе [4] подробно изложена модификация алгоритма [2], разработанная для рассматриваемой задачи. Основные моменты этого алгоритма состоят в следующем. На первом этапе с помощью схемы селекции [2, 5] формируется опорное решение, которое затем оптимизируется методом покомпонентного варьирования [2, 9].

Процесс решения задачи в производственных условиях может быть следующим. Получив вечерний прогноз о погоде, рассчитывают опорные варианты. Затем оптимизируют наиболее перспективное решение по критерию (5) или по минимуму длины маршрута в случае решения двойственной задачи. Реализация всего расчета требует значительных затрат машинного времени (десятки минут на ЭВМ средней производительности). Все найденные варианты маршрутов вместе со стандартными хранятся на магнитных носителях. После поступления утренних сведений о погоде время для выработки решения жестко ограничено. В том случае, когда прогноз оправдывается, используют маршрут, найденный по вечерним данным, в противном случае из множества вариантов маршрутов, хранимых после вечернего расчета, выбирают лучший по соответствующему критерию. Предусмотрен учет влияния ветра на вектор скорости ЛА.

Программная реализация. Программное обеспечение задачи написано на языке PL/1 для ЭВМ типа ЕС. Максимальное количество узлов J составляет 5 000. В процессе реализации алгоритмов для сокращения времени счета предусмотрена структуризация множества участков. При этом участки объединяют в непересекающиеся области. Расчет критериев (2) — (5) вдоль маршрута Γ осуществляют в два этапа. На первом этапе определяют области, прилегающие к ломаной и находящиеся в пределах обзора. На втором этапе для точек, лежащих в найденных областях, вычисляют значения критериев. Время счета в процессе решения задачи на ЭВМ ЕС-1022 при количестве областей, равном 200, и для 5 000 исходных точек составляет 20...25 мин (расчет опорных вариантов и оптимизация по заданному критерию). При этом собственно оптимизация опорного решения занимает 5...6 мин.

Поступающие в настоящее время в авиалесоохрану ЭВМ типа СМ-1600 по вычислительным возможностям незначительно уступают ЭВМ ЕС-1022, таким образом, появляется техническая возможность для оперативного решения рассматриваемой задачи.

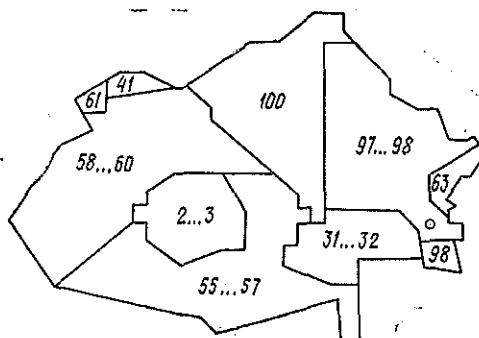


Рис. 1

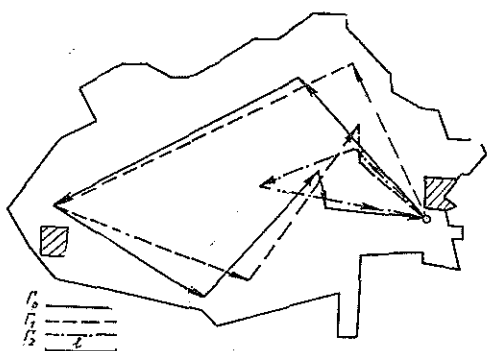


Рис. 2

Ограничение на длину маршрута принято равным 100 относительным единицам, тогда длина исходного маршрута Γ_0 составила 82 единицы, Γ_1 —97, Γ_2 —32 единицы.

Для расчета взвешенного критерия (5) использовали коэффициенты $\alpha_1 = 0,2$; $\alpha_2 = 0,4$; $\alpha_3 = 0,4$. Значение этого критерия на исходном маршруте Γ_0 равно 154, а на оптимальном по критерию F_4 (т. е. на Γ_1)—251. Ограничение на уровень контроля критической зоны при решении двойственной задачи было задано равным 35 %. При этом исходный маршрут Γ_0 обеспечивал уровень контроля 40 %, оптимальный по длине Γ_2 —36 %.

Проведенные расчеты показывают, что при оптимизации критерия (5) происходит его увеличение на 50...60 % по сравнению со стандартными маршрутами. Уменьшение длины маршрута при решении двойственной задачи составляло 40...50 % по отношению к длине стандартного маршрута.

Таким образом, использование методов оптимизации при разработке маршрутов авиапожарного патрулирования леса открывает возможности для повышения эффективности контроля и снижения затрат на авиапатрулирование. Особенно значительного снижения затрат можно ожидать при совместной оптимизации маршрутов нескольких оперативных отделений. Однако эти расчеты требуют специальных организационных мер для получения результатов в приемлемые сроки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бокач М. Н., Василевский В. В., Доррер Г. А. Система оперативного прогноза пожарной опасности в лесах // Горение и проблемы тушения пожаров: Матер. 7 Всесоюз. конф.—М.: ВНИИПО, 1981.—С. 44—46. [2]. Герасимов В. А. Оптимизация управления на дискретных множествах / ВЦ СО АН СССР.—Красноярск, 1982.—17 с.—Деп. в ВИНТИ 22.01.82, № 316—82. [3]. Головин В. И. Пути повышения эффективности авиационной охраны лесов от пожаров // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними.—М.: Лесн. пром-сть, 1965.—С. 226—271. [4]. Доррер Г. А., Герасимов В. А., Демченко С. А. Расчет оптимальных маршрутов летательных аппаратов при пожарном патрулировании лесов // Методы и средства борьбы с лесными пожарами: Сб. науч. тр.—М.: ВНИИЛМ, 1985.—С. 47—58. [5]. Ивахненко А. Г., Зайченко Ю. П., Дмитров В. Д. Принятие решений на основе самоорганизации.—М.: Сов. радио, 1976.—280 с. [6]. Коровин Г. Н., Покрывайло В. Д., Солодовников Н. И. Анализ и моделирование статистической структуры поля горимости лесов.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1984.—64 с. [7]. Курбатский Н. П., Дорогов В. И., Доррер Г. А. Прогнозирование лесных пожаров с помощью ЭВМ // Лесн. хоз-во.—1976.—№ 7.—С. 51—55. [8]. Курбатский Н. П., Доррер Г. А., Дорогов В. И. Расчет распределения источников пожаров в лесу // Лесн. хоз-во.—1978.—№ 7.—С. 76—78. [9]. Моисеев Н. Н. Элементы теории оптимальных систем.—М.: Наука, 1975.—526 с. [10]. Deeming J. E. et al. National Fire-Danger-Rating System.—USDA Forest Serv. Res. Paper RM-84.—Fort Collins, 1972.—165 p.

УДК 630*232.315.4

**О НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕСНЫХ СЕМЯН**

Л. Т. СВИРИДОВ

Воронежский лесотехнический институт

Физико-механические свойства лесных семян являются исходными данными для выбора и обоснования эффективной технологической схемы процесса их обработки и для определения ряда конструктивно-технологических параметров семеочистительных машин. Большинство исследований [1, 3, 5, 6] относится к изучению показателей обескрыленных семян и лишь в отдельных работах [4] имеются некоторые данные о свойствах лесных семян с крылатками.

Мы изучали объемные массы, размеры и углы естественного откося семян сосны и ели обыкновенной, лиственницы сибирской, кленов остролистного и ясенелистного, ясеней зеленого и обыкновенного, вяза мелколистного.

Для изучения физико-механических свойств использовали семена: сосны обыкновенной урожая 1977—1978 гг., полученные из Сомовского мехлесхоза Воронежской области, ели обыкновенной урожая 1980—1981 гг. — из Гатчинского лесхоза Ленинградской области, лиственницы урожая 1979—1980 гг. — из Краснодарского края и лиственных пород урожая 1978—1980 гг., собранные в естественных насаждениях Воронежской области. Изучали свойства семян в естественном их состоянии и после обработки на семеочистительной машине МОС-1.

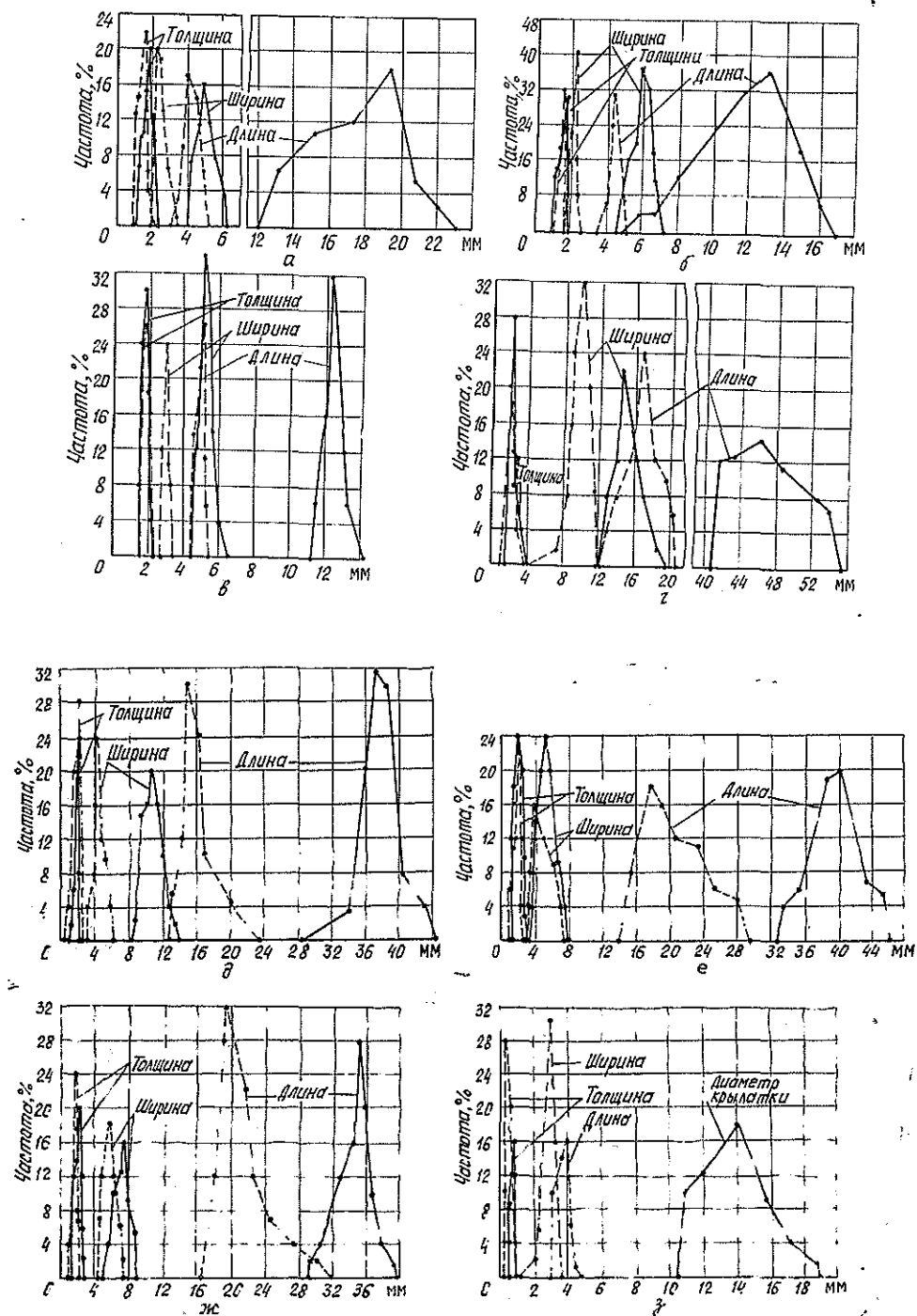
По каждой породе отбирали средние образцы, т. е. выделяли навески и составляли исходные образцы. Эти образцы хранили в стеклянных сосудах с герметическими крышками. Влажность семян соответствовала складской (7...9 %) и определялась высушиванием в сушильном шкафу, в соответствии с условиями, установленными ГОСТ 13056.3—86 [2].

Объемную массу семян, т. е. массу семян в единице объема, определяли при помощи литровой пурки с падающим грузом, состоящей из мерки, наполнителя, цилиндра с воронкой, ножа и весов с разновесами. Повторность замеров для каждой породы 40—50-кратная.

Таблица 1

Порода	\bar{x}	σ	$\sigma_{\bar{x}}$	C	P
	г/дм ³			%	
Семена с крылатками					
Сосна обыкновенная	123,2	3,80	0,537	3,08	0,43
Ель обыкновенная	175,5	1,32	0,242	0,75	0,14
Лиственница сибирская	314,5	3,93	0,72	1,25	0,23
Клен остролистный	98,56	1,56	0,22	1,58	0,23
» ясенелистный	88,3	1,82	0,29	2,06	0,33
Ясень зеленый	90,83	2,31	0,33	2,54	0,36
» обыкновенный	133,42	2,95	0,417	2,21	0,31
Вяз мелколистный	28,72	0,998	0,141	3,48	0,49
Обескрыленные семена					
Сосна обыкновенная	483,7	1,23	0,194	0,25	0,03
Ель обыкновенная	469,8	5,25	0,96	1,11	0,2
Лиственница сибирская	419,7	8,87	1,62	2,11	0,39
Клен остролистный	296,5	2,13	0,34	0,73	0,11
» ясенелистный	249,4	1,50	0,237	0,6	0,09
Ясень зеленый	226,2	1,38	0,218	0,61	0,09
» обыкновенный	305,1	3,73	0,59	1,22	0,19
Вяз мелколистный	510,7	1,68	0,266	0,32	0,05

Линейные размеры семян (длину, ширину и толщину) измеряли оптическим методом с помощью эпиднаскопа ЭПД-455. Семена фиксировали в соответствующем



Кривые распределения размеров семян: а — сосны обыкновенной; б — ели обыкновенной; в — лиственницы сибирской; г — клена остролистного; д — клена ясенелистного; е — ясеня зеленого; ж — ясеня обыкновенного; з — вяза мелколистного; сплошная линия — семена с крылатками; штриховая — обескрыленные

положении с помощью специального приспособления. Для получения высокой достоверности результатов по каждому варианту опыта измеряли 100...150 семян.

Угол естественного откоса, характеризующий сыпучесть семян и зависящий от внутреннего трения частиц и сцепления их между собой, определяли следующим

Таблица 2

Порода	Размерный признак	\bar{x}	σ	$\sigma_{\bar{x}}$	C	P
		мм			%	
Семена с крылатками						
Сосна обыкновенная	Длина	17,70	2,86	0,4	16,60	2,28
	Ширина	4,99	0,49	0,07	9,96	1,41
	Толщина	1,66	0,24	0,03	14,40	2,05
Ель »	Длина	12,47	1,34	0,19	10,70	1,52
	Ширина	5,92	0,33	0,047	5,92	0,79
	Толщина	1,53	0,06	0,008	3,85	0,54
Лиственница сибирская	Длина	12,65	0,31	0,043	2,41	0,34
	Ширина	5,24	0,24	0,033	4,48	0,64
	Толщина	1,86	0,05	0,006	2,43	0,34
Клен остролистный	Длина	47,25	4,39	0,62	9,29	1,31
	Ширина	14,88	1,56	0,22	10,46	1,48
	Толщина	2,44	0,44	0,06	18,19	2,46
» яснелистный	Длина	37,93	2,65	0,37	6,99	0,99
	Ширина	11,02	1,11	0,16	10,05	1,43
	Толщина	2,13	0,23	0,03	12,01	1,70
Ясень зеленый	Длина	39,20	3,32	0,47	8,48	1,20
	Ширина	5,11	0,83	0,12	16,29	2,31
	Толщина	1,88	0,33	0,05	17,53	2,48
» обыкновенный	Длина	34,65	2,22	0,31	6,41	0,91
	Ширина	6,67	0,90	0,13	13,55	1,92
	Толщина	1,54	0,25	0,04	16,04	2,27
Вяз мелколистный	Диаметр	13,93	1,98	0,28	14,20	2,01
	Толщина	0,78	0,10	0,014	12,56	1,78
Обескрыленные семена						
Сосна обыкновенная	Длина	3,87	0,48	0,048	12,51	1,25
	Ширина	2,38	0,31	0,031	13,07	1,30
	Толщина	1,36	0,22	0,022	16,33	1,63
Ель »	Длина	4,3	0,12	0,169	2,77	0,39
	Ширина	2,19	0,09	0,013	4,24	0,59
	Толщина	1,49	0,07	0,009	4,39	0,62
Лиственница сибирская	Длина	4,95	0,11	0,016	2,26	0,32
	Ширина	2,93	0,08	0,011	2,66	0,37
	Толщина	1,77	0,05	0,007	2,94	0,41
Клен остролистный	Длина	16,32	2,40	0,024	14,73	1,25
	Ширина	9,42	1,38	0,138	14,68	1,46
	Толщина	2,16	0,53	0,052	14,50	1,45
» яснелистный	Длина	16,31	1,96	0,19	12,04	1,20
	Ширина	4,55	0,51	0,05	11,26	1,12
	Толщина	2,12	0,45	0,04	21,20	2,12
Ясень зеленый	Длина	20,73	3,95	0,39	19,06	1,91
	Ширина	4,13	0,86	0,08	20,70	2,07
	Толщина	1,88	0,38	0,04	19,90	1,99
» обыкновенный	Длина	21,57	3,79	0,38	17,56	1,75
	Ширина	5,38	0,68	0,07	12,62	1,26
	Толщина	1,48	0,22	0,02	14,86	1,48
Вяз мелколистный	Длина	3,70	0,37	0,037	10,00	1,00
	Ширина	2,95	0,41	0,04	14,10	1,41
	Толщина	0,70	0,15	0,015	21,25	2,12

образом. Семена через воронку насыпали на ровную горизонтальную площадку, где они располагались произвольно в виде конуса. Затем, прикладывая линейку с универсальным угломером, измеряли угол наклона образующей конуса к горизонту, который является углом естественного откоса (ската) семян. Повторность замеров 50-кратная.

Вычисляли среднее значение (\bar{x}), среднее квадратичное отклонение (σ), ошибку среднего ($\sigma_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (C) и точность опыта (P). Данные об объемных массах семян представлены в табл. 1.

Анализ данных таблицы свидетельствует, что обескрыливание ведет к резкому увеличению объемной массы семян: для хвойных пород — в 4 раза, для лиственных — в 3 раза. Такое возрастание объемной массы вызвано уменьшением объема пустот между семенами или более плотной их укладкой.

Данные о размерах семян сведены в табл. 2 и представлены в виде кривых распределения (см. рисунок).

Общая оценка данных табл. 2 показывает, что размеры обескрыленных семян значительно меньше, чем у крылатых, особенно длина и ширина. В результате удаления крылатки длина семени уменьшается в 3,5—5 раз, ширина в 2,5—3 раза. Наблюдается незначительное уменьшение толщины обескрыленных семян (на 11... 19%), обусловленное снятием рыхлого поверхностного слоя в процессе обработки. Кривые распределения размеров (ширины и толщины) семян (см. рисунок) по внешнему виду близки к кривым нормального распределения. Оценка при помощи λ -критерия А. Н. Колмогорова показала их несущественное отклонение от нормального закона распределения. Для длин семян наблюдается асимметрия кривых.

Значения углов естественного откоса приведены в табл. 3.

Таблица 3

Порода	\bar{x}	σ	$\sigma_{\bar{x}}$	C		P
				%		
Семена с крылатками						
Сосна обыкновенная	41°43'	3°35'	0°30'	8,57		1,21
Ель »	45 30	1 15	0 225	2,70		0,49
Лиственница сибирская	35 12	0 99	0 182	2,82		0,52
Клен остролистный	40 16	1 35	0 13	3,92		0,56
» ясенелистный	44 2	1 40	0 14	3,78		0,53
Ясень зеленый	34 34	2 14	0 19	6,45		0,91
» обыкновенный	36 52	2 47	0 24	4,56		1,07
Вяз мелколистный	50 23	3 04	0 26	6,03		0,86
Обескрыленные семена						
Сосна обыкновенная	25°43'	3°29'	0°37'	13,49		2,13
Ель »	32 30	1 23	0 225	3,78		0,69
Лиственница сибирская	30 12	0 99	0 182	3,29		0,61
Клен остролистный	26 15	2 12	0 15	8,31		0,99
» ясенелистный	31 57	3 16	0 24	10,25		1,22
Ясень зеленый	26 36	2 2	0 15	7,83		0,91
» обыкновенный	27 59	2 21	0 17	8,43		1,00
Вяз мелколистный	31 56	3 15	0 15	10,25		1,22

Углы естественного откоса семян с крылатками значительно выше, чем у обескрыленных. Обескрыленные семена более сыпучи, так как значения углов естественного откоса не превышают 32°.

Данные об объемной массе семян могут служить исходными при обосновании объемов загрузочных устройств и рабочих камер семеочистительных машин. Размерные характеристики необходимы для выбора отверстий рабочих поверхностей обескрыливателей и решет сорти-

ровальных устройств, а углы естественного откоса — при обосновании наклонных и направляющих лотков различных лесных машин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Войчалъ П. И. Физико-механические свойства семян хвойных пород // Сб. работ АЛТИ.— Архангельск, 1940.— С. 18—23. [2]. ГОСТ 13056.3—86. Семена деревьев и кустарников. Методы определения влажности.— Взамен ГОСТ 13056.3—67; Введ. 01.07.87 до 01.07.92.— М.: Изд-во стандартов, 1986.— 15 с. [3]. Ларюхин Г. А. Свойства лесных семян как посевного материала // Исследование рабочих процессов новых машин на лесокультурных работах: Тр. / ВНИИЛМ.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— С. 5—30. [4]. Полупарнев Ю. И., Щеренко П. М. О перспективах применения обескрыленных семян лиственных пород в посевных машинах // Машины и орудия лесного хозяйства.— Воронеж, 1977.— С. 76—80. [5]. Пономаренко П. В., Петровский В. С. Некоторые физико-механические свойства семян сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы сибирской // Лесн. журн.— 1977.— № 1.— С. 31—34.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Соболева Т. М. Физико-механические свойства лесных семян как основа рационального технологического процесса их очистки и сортировки // Лесониж. дело.— 1958.— Вып. 1.— С. 52—56.

Поступила 29 июня 1987 г.

УДК 634.54 : 546.22.002.68

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ФУНДУКА НА ОТВАЛАХ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ СЕРЫ

М. Т. ГОНЧАР, Б. А. САБАН

Львовский сельскохозяйственный институт

• Фундук (культурные формы лещины) — ценный орехоплодный кустарник, обладающий мелиоративными свойствами. Ядра орехов фундука, благодаря высокому содержанию жира (60...70%), белка (18...20%), углеводов (5...8%), минеральных солей, витаминов (А, В, С, Е и др.), являются ценным продуктом питания. В отличие от сочных плодов фруктовых насаждений, орехи практически не подвергаются гнилостным процессам, поэтому их сбережение и складирование менее трудоемко и капиталоемко, чем других видов садовой продукции.

Орехи широко используются как сырье для пищевой промышленности, а получаемое из них масло — в фармацевтической. Древесина, скорлупа плодов, ветви также применяются в различных отраслях народного хозяйства.

Наша промышленность, особенно кондитерская, постоянно испытывает дефицит орехового сырья, который восполняется в основном за счет импорта. Поэтому очевидна необходимость резкого увеличения производства орехов фундука. В связи с этим только по Минлесхозу Украинской ССР отраслевой комплексной научно-технической программой по ореховодству на период до 2005 г. предусмотрено заложить 2,49 тыс. га, а по Госкомлесу СССР 6,3 тыс. га промышленных плантаций фундука.

Учитывая актуальность вопроса, кафедра биологии, лесоводства и защиты растений Львовского сельскохозяйственного института изучает возможности использования для этих целей земель, вышедших из-под промышленных разработок, в частности при добыче серы на территории Львовской области. Опыты по выращиванию фундука проводятся с 1976 г. на отвалах Яворовского месторождения серы.

Климат района исследования умеренно континентальный. По многолетним данным, средняя температура июля 18,6...20,0 °С, января и февраля не ниже 4,0...4,5 °С. Осадков за вегетационный период выпадает 380...450 мм, за год — 580...840 мм. Средняя относительная

влажность воздуха 70...80 %. Устойчивый снежный покров устанавливается обычно во второй половине декабря. В зимний период наблюдается частичное, а иногда и полное таяние снега. Для климата района характерны поздние весенние и ранние осенние заморозки. Температура ниже 0 °С осенью устанавливается в среднем 25 октября, весной — 10 марта. Сумма температур выше 10 °С составляет 2300...2600°.

Отвалы, образовавшиеся при открытой разработке серы, состоят из смеси пород третичного периода и четвертичных отложений. Их анализ в слое 0...100 см показал, что по механическому составу это тяжелые суглинки и глины. Содержание гумуса в смеси отвалов колеблется в пределах 0,18...0,75 %, общего азота 1,40...1,70 мг на 100 г абс. сухой смеси. Фосфора и калия в отвалах очень мало, рН водной вытяжки 7,3...7,6, т. е. реакция среды близка к нейтральной.

Вопросы выращивания фундука на землях, вышедших из-под добычи полезных ископаемых, в литературе не освещены. Поэтому изучение возможности культивирования этой породы на отвалах открытой разработки серы нам представляется вопросом актуальным и в теоретическом, и в практическом планах.

Агротехника посадки заключалась в следующем: после выравнивания валов готовили посадочные ямы глубиной 60 см, шириной 100 см, которые в целях создания условий для приживания, роста и развития кустов засыпали гумусированной почвой. В каждую посадочную яму вносили 200 г азота, 350 г фосфора и 200 г калия. В контрольном варианте ямы засыпали вынутыми породами — смесью мергеля с преобладанием лёссовидного суглинка. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности — 16 кустов.

Посадку проводили 2-летними сеянцами, выращенными из семян сорта «Чудо Больвиллера», весной до распускания почек. Схема посадки 5 × 5 м. Перед посадкой корневую систему сеянцев обмакивали в болтушку из почвы и коровьего навоза. Сеянцы помещали на такую глубину, чтобы корневая шейка была на 5...6 см ниже уровня поверхности почвы. После посадки стволы обрезали, оставляя 25...30 см над поверхностью почвы. Уход за посадками заключался в рыхлении цапками приствольных кругов на глубину 8 см. Дополнения культур не было.

В конце вегетации производили биометрические замеры культивируемых растений. Определяли высоту кустов, диаметр кроны, диаметр стволиков у корневой шейки, годичный прирост в высоту.

Важное значение для разработки агротехники имеет характер корневой системы, корненаселенность. Учитывая это, в специфических условиях опытов мы определяли корненаселенность четырех средних кустов фундука в возрасте 8 лет. Раскопки корней проводили секторным методом по методике Колесникова*. Сектор в четверть круга разбивали на однометровые круговые полосы. Почву из каждой такой полосы вынимали слоями по 10 см до глубины проникновения корней. Из каждого слоя корни отделяли от земли, промывали и сортировали на фракции по толщине: всасывающие — до 2 мм, проводящие — 2,1...5 мм, скелетные — более 5 мм. Определяли массу корней в воздушно-сухом состоянии и измеряли их длину.

Таблица 1
Приживаемость и рост фундука (возраст 8 лет)

Вариант опыта	Приживаемость, %	Диаметр у корневой шейки, см	Высота растений, м			Средний годичный прирост, см
			средняя	максимальная	минимальная	
Контроль	85,3	3,20	2,60	3,70	1,85	26
Гумусированная почва + NPK	92,7	4,26	3,16	4,80	2,00	32

Как показали наблюдения (табл. 1), приживаемость фундука на отвалах более высокая в варианте с внесением в посадочные ямы почвы

* Колесников В. А. Методы изучения корневой системы древесных растений. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Лесп. пром-сть, 1972. — 152 с.

Таблица 2

Масса и длина корней 1/4 части куста фундука
(в числителе — масса, г; в знаменателе — длина, см)

Горизонт, см	В секторе 0...1 м от стволиков при толщине корней, мм		В полосе сектора 1,1...2 м от стволиков при толщине корней, мм		Всего	%		
	0...2	2,1...5	0...2	2,1...5				
	5 и более		5 и более					
0...10	27,4 8964,0	39,6 587,4	182,3 432,5	3,1 1321,3	5,4 300,1	19,3 69,7	277,1 11675,0	12,4 12,9
10...20	69,2 28365,4	132,6 1631,5	632,7 906,2	9,3 3648,5	8,6 34,5	29,6 142,1	882,0 34728,2	39,5 38,3
20...30	46,2 14121,0	96,3 1471,7	232,0 510,1	15,1 3021,4	27,6 453,1	37,5 130,2	454,7 19707,5	20,4 21,7
30...40	20,4 9894,5	40,4 823,0	243,2 440,1	9,7 1610,3	8,9 232,4	67,5 193,6	390,1 13193,9	17,5 14,5
40...50	15,3 5132,0	34,1 527,4	100,2 357,4	3,4 1147,3	3,7 57,2	4,2 42,1	160,9 7263,4	7,2 8,0
50...60	8,4 3146,5	12,1 301,2	40,3 97,8	2,9 534,1	4,5 62,1	—	68,2 4141,7	3,0 4,6
Итого	186,9 69623,4	355,1 5342,2	1430,7 2744,1	43,5 11282,9	58,7 1139,4	158,1 577,7	2233,0 90709,7	100,0 100,0

и минеральных удобрений. Это относится и к росту растений. Растения достаточно успешно растут на отвалах и без внесения в посадочные ямы почвы и удобрений, но их внесение заметно улучшает показатели приживаемости и роста. На 6—7-й год началось плодоношение. Среди выращенных сеянцев имеются высокоурожайные с хорошим качеством орехов формы, представляющие интерес для селекционной работы. Урожай орехов в зависимости от клона колеблется от 0,5 до 2 кг с куста. Состоящие плантации хорошие.

Результаты исследований корневенаселенности приведены в табл. 2.

На выравненном отвале из смеси третичных мергельных глин и четвертичных лёссовидных суглинков с внесением в посадочные ямы гумусированной почвы и удобрений, корневая система фундука в воз-

расте 8 лет достигает глубины 60 см. Основное количество корней (89,7 % по массе, 87,4 % по длине) сосредоточено в верхних (0... 40 см) горизонтах почвы. Но и в этом слое корни размещены неравномерно: больше всего их в горизонте 0... 20 см (51,9 % по массе и 51,2 % по длине). Горизонтальные корни достигают длины 2 м. По мере удаления от куста корненонаселенность значительно снижается. Таким образом, с целью снижения конкуренции за элементы питания и учитываемая возможное удлинение корней и после 8-летнего возраста, расстояние между рядами кустов и между кустами в рядах должно быть на создаваемых плантациях фундука не менее 4—5 м. Такое размещение позволяет применять почвообрабатывающие орудия на механической тяге.

Наблюдения за фазами развития фундука в условиях опыта показали, что цветение мужских и женских цветков начинается при среднесуточной температуре +3 °С (в среднем 22 марта), но сроки цветения в разные годы меняются в зависимости от особенностей погоды. Так, самое раннее цветение отмечено в 1982 г.— 12 марта, а самое позднее в 1985 г.— 26 марта. Средняя продолжительность цветения женских цветков— 23 дн, мужских 8 дн. Разница между началом цветения женских и мужских цветков незначительна, она колеблется у различных клонов от 2 до 5 дн. Массовое цветение мужских и женских цветков проходит одновременно. Набухание листовых почек у сорта «Чудо Бильвиллера» начинается в этих условиях в среднем 29 марта при среднесуточной температуре воздуха +5 °С. Набухшие почки распускаются через 12... 20 дн. Рост побегов совпадает с фазой массового раскрытия почек. Он продолжается в среднем до 25 августа. Листопад начинается в первой половине октября и заканчивается в начале ноября. Вегетационный период длится 200... 205 дн. Одревеснение побегов заканчивается до наступления дней с устойчивой отрицательной температурой воздуха. Подмерзания ветвей у названного сорта фундука не установлено. Завезенные с Северного Кавказа на запад Украины сорта фундука переносят температуру воздуха —29 °С без существенного снижения роста и плодоношения.

Поступила 6 января 1986 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 539.4 : 630*36

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИН
НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А. В. ПИТУХИН

Петрозаводский государственный университет

Возрастающая сложность, стоимость и производительность современной лесозаготовительной техники делают насущной задачу распознавания ее состояния в условиях эксплуатации и ремонта. В последнее время все более широкое распространение получают методы токовихревой, ультразвуковой и рентгенографической дефектоскопии, которые позволяют обнаружить макроскопические трещины. С развитием методов механики разрушения стало возможным обоснованно выбрать способ действия при обнаружении трещин в элементах конструкций лесозаготовительных машин.

Допустим, что при дефектоскопии в детали или металлоконструкции лесозаготовительной машины обнаружена трещина определенной длины l_T . Возможны при этом три способа действия: оставить объект без ремонта, провести восстановление, заменить новым. В решении этой проблемы существенную помощь может оказать теория статистических решений [2].

Обозначим пространство состояний природы вектором ν : ν_1 — повреждение ниже допустимого; ν_2 — повреждение выше допустимого и требуется восстановление; ν_3 — повреждение настолько велико, что требуется замена. Из прошлого опыта известно, что ξ_1 процентов случаев объект может находиться в состоянии ν_1 , ξ_2 — в состоянии ν_2 и ξ_3 — в состоянии ν_3 . Вектор $\xi \{ \xi(\nu_1), \xi(\nu_2), \xi(\nu_3) \}$ называется смешанной стратегией природы и определяет вероятность состояния объекта. Пространство чистых стратегий статистика $\{a_1, a_2, a_3\}$ определяет возможные его действия: a_1 — оставить объект без ремонта; a_2 — провести восстановление; a_3 — заменить новым.

Обозначим $C(\nu, a)$ — функция потерь, определяемая действиями статистика и состоянием природы. Потери при различных способах действия можно представить матрицей [2].

ν	$\xi(\nu)$	a_1	a_2	a_3
ν_1	ξ_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}
ν_2	ξ_2	C_{21}	C_{22}	C_{23}
ν_3	ξ_3	C_{31}	C_{32}	C_{33}

Функции C_{ji} будут определяться сферой применения данного метода (лесосека, РММ, РМЗ), т. е. теми условиями, в которых проводится диагностика. Средние потери $L(\xi, a_i)$, которые несет статистик (в нашем случае это лесозаготовительное предприятие), выполняя стратегию a_i , определим по формуле:

$$L(\xi, a_i) = \sum_{j=1}^3 C_{ji} \xi(v_j).$$

Наилучшим действием будет так называемое байесовское действие, при котором потери минимальны. Обозначим:

- t_T — текущая наработка, при которой обнаружена трещина длиной l_T ;
- t_n — предельная нормативная наработка, после которой эксплуатация прекращается (до капитального ремонта, например);
- C_n — производительность лесозаготовительной машины, р./ч;
- $C_{он}$ — стоимость нового объекта (детали, металлоконструкции);
- $C_{рс}$ — стоимостные потери на разборку, установку детали и сборку. Учитывают стоимость работ и связанные с ними потери простоя;
- $C_в$ — стоимость работ по устранению дефекта, р.;
- $T_{пр}$ — среднее время ожидания (простоя) устранения отказа, возникшего в условиях эксплуатации;
- $T_{вд}$ — среднее время устранения дефекта при восстановлении.

Определим потери при различных стратегиях для случая проведения диагностики в условиях РММ: C_{11} — повреждение ниже допустимого, и объект не ремонтируется; C_{12} — то же, но объект восстанавливается; C_{13} — то же, но объект заменяется новым;

$$C_{11} = 0; C_{12} = C_{рс} + T_{вд}C_n; C_{13} = C_{рс} + C_{он};$$

C_{21} — повреждение выше допустимого и требуется восстановление, но объект оставлен без ремонта; C_{22} — то же, требуется восстановление и объект восстановлен; C_{23} — то же и возможно восстановление, но объект заменен новым;

$$C_{21} = C_{рс} + C_{он} + T_{пр}C_n; C_{22} = C_{рс} + T_{вд}C_n + C_в; C_{23} = C_{рс} + C_{он};$$

C_{31} — повреждения велики и требуется замена, но объект оставлен без ремонта; C_{32} — то же, но объект восстановлен; C_{33} — то же и объект заменен новым;

$$C_{31} = C_{рс} + C_{он} + T_{пр}C_n; C_{32} = C_{рс} + C_{он} + T_{пр}C_n + C_{рс} + T_{вд}C_n + C_в; C_{33} = C_{рс} + C_{он}.$$

При длине трещины l_T и предстоящем периоде эксплуатации $t_n - t_T$ по данным наблюдений определяем вероятность нахождения объекта в одном из трех состояний: $\xi(v_1)$, $\xi(v_2)$, $\xi(v_3)$. Если опытных данных нет, то предложенными в данной работе методами с использованием механики разрушения можно определить ξ_1 — вероятность безотказной работы за период $t_n - t_T$. Действительно, вероятность безотказной работы и есть вероятность того, что объект исправен, ремонт не требуется и он будет функционировать в соответствии с техническими условиями до прекращения эксплуатации. ξ_2 и ξ_3 определяются из дополнительных соображений на основании производственного опыта. Очевидно, что должно выполняться условие $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 1$.

Средние потери при первом способе действия

$$L(\xi, a_1) = C_{11}\xi_1 + C_{21}\xi_2 + C_{31}\xi_3 = (1 - \xi_1)(C_{рс} + C_{он} + T_{пр}C_n);$$

при втором

$$L(\xi, a_2) = C_{рс} + T_{вд}C_n + \xi_2C_в + \xi_3(C_{рс} + C_{он} + T_{пр}C_n + C_в);$$

при третьем

$$L(\xi, a_3) = C_{рс} + C_{он}.$$

Минимальные потери определяют наилучший способ действия при наличии в объекте трещины длиной l_T .

Для практических целей удобно определить в зависимости от наработки допустимую длину трещины l_d , при которой восстановление не требуется, и предельную длину трещины l_n , при которой целесообразна замена объекта новым. Для этого необходимо при наработке t_T для различных трещин l_T определять вероятности ξ_1, ξ_2, ξ_3 и средние потери при трех способах действия. Допустимая длина трещины определится из условий

$$L(\xi, a_1) \leq L(\xi, a_2) \wedge L(\xi, a_1) \leq L(\xi, a_3);$$

предельная — по условиям

$$L(\xi, a_3) \leq L(\xi, a_1) \wedge L(\xi, a_3) \leq L(\xi, a_2).$$

При $l_d \leq l_T \leq l_n$ необходимо восстанавливать объект. Рис. 1 иллюстрирует предложенный способ определения l_d и l_n для произвольной наработки t_T . Делая расчет при различных значениях t_T , получим зависимость допустимой и предельной длины трещины от наработки (рис. 2).

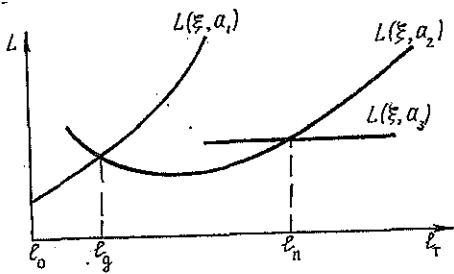


Рис. 1. К определению допустимой и предельной длины трещины при наработке t_T

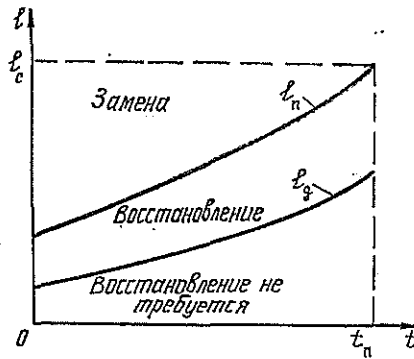


Рис. 2. Зависимость допустимой и предельной длины трещины от наработки

Рассмотрим метод определения вероятности безотказной работы ξ_1 за оставшийся ресурс $t_n - t_T$ при наличии трещины длиной l_T . Полагаем известной функцию распределения амплитуд напряжений. Обозначим: σ_{ai} — амплитуда i -го уровня; n_i — число циклов повторения амплитуд σ_{ai} в блоке нагружения; N_b, T_b — объем блока нагружения.

Скорость роста усталостной трещины описываем уравнением Пэриса [1]. Проведя его интегрирование, получим рекуррентную формулу:

$$l_i = [0,5(2 - n)CY_1(l_{i-1})\pi^{n/2}n_i\sigma_{ai}^n + l_{i-1}^2]^{2/n}, \quad (1)$$

где $Y_1(l)$ — коэффициент, учитывающий геометрическую форму детали и длину трещины l ;

n, C — константы уравнения Пэриса.

Усталостная трещина развивается от размера l_T до критического l_c . При достижении l_i значения l_c происходит квазихрупкийлом.

Пусть блок нагружения имеет m уровней. По формуле (1) легко определить l_1, \dots, l_m . Если $l_m < l_c$, то принимаем $l_0 = l_m$ и повторяем вычисление. Так поступаем до тех пор, пока не выполнится условие $l_i \geq l_c$. При этом остаточный ресурс определится

$$T_c = T_0 k_0 + \frac{T_0}{N_0} \sum_{j=1}^i n_j, \quad (2)$$

где k_0 — число полных блоков, предшествующих появлению трещины критической длины.

Для оценки среднего значения, дисперсии и закона распределения остаточного ресурса $F(T_c)$ (или ξ_1) необходимо привлечь метод статистических испытаний (Монте-Карло). Полагаем случайными величинами l_c , C , n и r геометрических параметров объекта $\{XP\} = \{XP_1, \dots, XP_r\}$. Все эти случайные величины имеют соответствующие законы распределения.

Рекомендуем такую последовательность расчета.

1. Задаем число испытаний N_1 и другие необходимые данные.
2. Разыгрываем на ЭВМ по соответствующим законам распределения случайную реализацию вектора начальных параметров.
3. Располагаем уровни нагрузки в блоке нагружения в случайном порядке.
4. Подсчитываем по рекуррентной формуле (1) текущие значения длины трещины, сравнивая с предельным значением l_c .
5. При условии $l_i \geq l_c$ определяем по формуле (2) значение наработки до отказа при наличии трещиноподобного дефекта (или остаточный ресурс) T_c .
6. Повторяем вычисления по пунктам 2—5 N_1 раз. В результате получаем выборку $T_c^{(1)}, \dots, T_c^{(N_1)}$.
7. Обрабатываем выборку методами математической статистики для получения необходимых статистических оценок: среднего остаточного ресурса \bar{T}_c , среднего квадратичного отклонения σ_{T_c} , функции распределения, вероятности безотказной работы ξ_1 .

По приведенному алгоритму была составлена программа на языке FORTRAN для оценки распределения остаточного ресурса элементов конструкций лесозаготовительных машин. Время счета на ЭВМ ЕС-1035 около 40 мин.

В качестве примера рассмотрим диагностику в условиях РММ невозстановливаемого объекта-балансира подвески перспективного лесопромышленного трактора ТБ-1М. Согласно данным ОТЗ и КарНИИЛП, полагаем $C_{оп} = 42,50$ р.; $C_{рс} = 25,47$ р.; $C_{п} = 15,37$ р./ч; $T_{пр} = 5$ ч. Предположим, что в сечении балансира около оси катка обнаружена полуэллиптическая поверхностная трещина (литейная раковина) длиной 9 мм и глубиной 6 мм. Методами статистической механики разрушения определяем $\xi_1 = 0,70$. При этом имеем $L(\xi, a_1) = 43,45$ р., а $L(\xi, a_3) = 67,97$ р., следовательно, замена балансира нецелесообразна. Аналогично для дефекта длиной 12 мм и глубиной 8 мм получаем $\xi_1 = 0,25$; $L(\xi, a_1) = 108,62$ р.; $L(\xi, a_3) = 67,97$ р., что говорит о целесообразности замены. Предельные длина и глубина дефекта составляют соответственно 10 и 7 мм и определены из условия $L(\xi, a_1) = L(\xi, a_3)$. Как показали исследования отказавших балансиров, средняя длина максимального дефекта в изломе равна 9,1 мм, что достаточно хорошо соответствует расчетным данным. Согласно ОСТ 23.2470—77, допустимая длина одиночных раковин при изготовлении балансира составляет 6 мм, глубина — 3 мм. Соответствие этим требованиям, как показали расчеты, гарантирует безотказную работу с вероятностью 0,95.

Анализируя результаты, можно сделать вывод, что теория статистических решений и методы механики разрушения позволяют оценить допустимую и предельную длину трещин и принимать обоснованные решения при диагностике лесозаготовительной техники.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Брок Д. Основы механики разрушения.— М.: Высш. школа, 1980.— 368 с. [2]. Коршунов Ю. М. Математические основы кибернетики.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Энергия, 1980.— 424 с.

Поступила 2 июня 1987 г.

УДК 630*375.4

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ МАНИПУЛЯТОРА МТТ-10

Э. А. ДВАРАНАУСКАС, А. В. ЖУКОВ, И. К. ИЕВИНЬ,
Р. П. РАМАНАУСКАС, Б. К. АНДРИКАЙТИС, Р. И. ЗЕМЛИС

ЛитНИИЛХ, Белорусский технологический институт
НПО «Силава»

Рубки ухода за лесом — важное лесохозяйственное мероприятие по формированию оптимального породного состава и повышению качества древостоев. Они дают значительный объем ликвидной древесины, что имеет особое значение в малолесных районах страны. Одна из основных причин, сдерживающих их дальнейшее развитие, — недостаток специального оборудования для механизации работ, отвечающего лесоводственным требованиям. Уровень механизации труда на прореживаниях, проходных и санитарных рубках составляет лишь 34,3 %.

В лаборатории механизации ЛитНИИЛХа разработан трелевочный манипулятор МТТ-10 на базе трактора «Беларусь» (рис. 1). Он имеет трехсекционную телескопическую стрелу, установленную на несущей защитной раме над кабиной. Зона обслуживания ограничена радиусом 10 м и углом в плане 2,62 рад (150°).

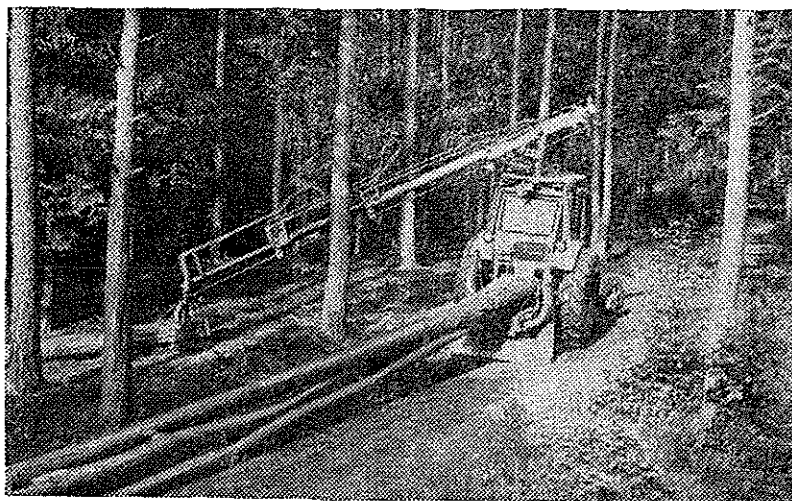


Рис. 1. Манипулятор с телескопической стрелой МТТ-10 (подтаскивание хлыста за комель)

Основное назначение манипулятора — подтаскивание предварительно поваленных и очищенных от сучьев деревьев, а также сортиментов к технологическому коридору и сбор пакета для его последующей трелевки до погрузочной площадки. В этом технологическом процессе основной операцией является подтаскивание хлыстов (подтрелевка), которая сопровождается возникновением динамических нагрузок, влияющих на нагруженность отдельных элементов манипулятора и устойчивость трактора.

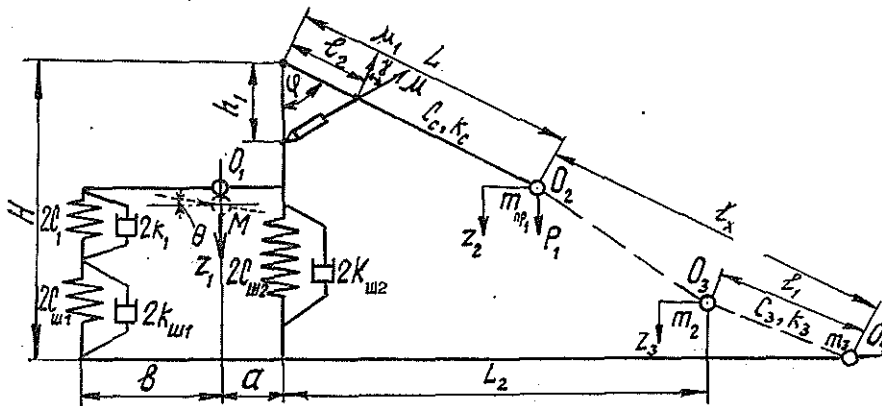


Рис. 2. Расчетная схема, эквивалентная колебаниям трактора с манипулятором при подъеме (опускании) хлыста

Расчетная схема для оценки продольной динамической устойчивости трактора с манипулятором приведена на рис. 2. При расчете допускается, что продольная ось трактора совпадает с вертикальной плоскостью колебаний манипулятора и хлыста. В точке O_1 навешивают гидроманипулятор, который поднимает вершинную часть хлыста O_2O_4 . Вследствие наличия возмущений упругая система совершает колебания.

Для упрощения расчетов введем обоснованное допущение [1—3]: трактор совершает только вертикальные и продольно-угловые (относительно поперечной оси) колебания. Передняя часть корпуса трактора опирается на пружину (рессору) и шину с приведенным коэффициентом жесткости $C_{пр1}$, а задняя — на шину с коэффициентом жесткости $C_{ш2}$, соответствующие коэффициенты сопротивления — $K_{пр1}$ и $K_{ш2}$. Вертикальные жесткости рессоры и шины передней оси обозначены C_1 и $C_{ш1}$, коэффициенты сопротивления — K_1 и $K_{ш1}$ (рис. 2). Вертикальную жесткость стрелы C_c и коэффициент сопротивления ее изгибным колебаниям K_c с известным допущением [3] считаем линейными. Распределенную массу хлыста заменяем дискретными массами m_1, m_2, m_3 , приведенными к точкам O_2, O_3 и O_4 соответственно. Жесткость хлыста при изгибе обозначена C_3 , коэффициент сопротивления — K_3 . В точке O_1 сосредоточена масса M корпуса трактора с присоединенной к ней частью массы манипулятора, момент инерции корпуса относительно поперечной оси, проходящей через точку O_1 , обозначен I .

Рассматриваемая динамическая система имеет 4 степени свободы (z_1, z_2, z_3, θ). Критическим случаем, при котором теряется устойчивость, считаем такой, когда вертикальная реакция одной из опор трактора (в данном случае передняя) равна нулю.

Составив выражения кинетической, потенциальной энергии, диссипативной функции и применяя уравнение Лагранжа второго рода, после некоторых преобразований получаем уравнения движения системы трактор — манипулятор — хлыст:

$$\begin{aligned} M\ddot{z}_1 + (2C_{ш2} + 2C_{пр1} + C_c)z_1 + C_c z_2 + [2aC_{ш2} - 2bC_{пр1} + C_c(a + \\ + L \sin \varphi)]\theta + (2K_{пр1} + 2K_{ш2} + K_c)\dot{z}_1 + K_c\dot{z}_2 + [2aK_{ш2} - 2bK_{пр1} + \\ + K_c(a + L \sin \varphi)]\dot{\theta} = 0; \end{aligned} \quad (1)$$

$$I\ddot{\Theta} + [C_2 a - C_{\text{пр1}} b + C_c (a + L \sin \varphi)] z_1 + [C_{\text{пр1}} b^2 + C_{\text{ш2}} a^2 + C_c (a + L \sin \varphi)^2] \Theta + C_c (a + L \sin \varphi) z_2 + [K_{\text{ш2}} a - K_{\text{пр1}} b + K_c (a + L \sin \varphi)] \dot{z}_1 + [K_{\text{ш2}} b^2 + K_{\text{ш2}} a^2 + K_c (a + L \sin \varphi)^2] \dot{\Theta} + K_c (a + L \sin \varphi) \dot{z}_2 = 0; \quad (2)$$

$$m_{\text{пр1}} \ddot{z}_2 + C_c z_1 + C_c (a + L \sin \varphi) \Theta + (4/9 K_3 + K_c) \dot{z}_2 + (4/9 C_3 + C_c) z_2 + 2/3 C_3 z_3 + K_c \dot{z}_1 + K_c (a + L \sin \varphi) \dot{\Theta} = P_1; \quad (3)$$

$$m_2 \ddot{z}_3 + 2/3 C_3 z_2 + C_3 z_3 + 2/3 K_3 \dot{z}_2 + K_3 \dot{z}_3 = 0. \quad (4)$$

В уравнениях (1—4):

$$m_{\text{пр1}} = m_{\text{прман}} + m_1; \quad C_{\text{пр1}} = \frac{2C_{\text{ш1}}C_1}{C_{\text{ш1}} + C_1},$$

где m_1 — дискретная масса хлыста, приведенная к точке O_2 ;
 $m_{\text{прман}}$ — приведенная к точке O_2 масса манипулятора.

Принимаем, что движение штока гидроцилиндра при $0 \leq t \leq T$ описывается уравнением $s = \mu t$, где T — время подъема или опускания хлыста; μ — скорость выдвигания штока гидроцилиндра стрелы.

Ускоряющая (замедляющая) сила выражается с учетом приведения ее к точке O_2 захвата

$$P_1 = \frac{m_{\text{пр1}}(L + a)}{t t_2} \mu_1 \sin \varphi \sin \gamma.$$

Время подъема до полного закрытия напорной полости гидрораспределителя установлено экспериментально и составляет $t = 0,25 \dots 0,3$ с (принимаем $t = 0,3$ с).

Систему дифференциальных уравнений (1—4) решали на ЭВМ ЕС-1035. Приближенная математическая модель позволяет решать разные задачи, связанные с движением системы трактор — манипулятор — хлыст. Рассмотрим один из характерных моментов процесса движения хлыста — остановка в конце подъема или опускания его вершинной части. Здесь возникает повышенная динамическая нагруженность манипулятора и появляется угроза нарушения продольной устойчивости трактора.

Расчетные значения максимальных перемещений и скоростей элементов манипулятора при опускании (подъеме) хлыста за вершину в зависимости от скорости выдвигания штока гидроцилиндра стрелы приведены в табл. 1 (объем хлыста $V = 1,01$ м³).

Скорость выдвигания (втягивания) штока гидроцилиндра выбирали в пределах от 0,01 до 0,1 м/с для установления оптимальной скорости перемещения захвата.

Как показывают результаты этого и других вариантов расчета, максимальные амплитуды перемещений и скоростей зависят от объема хлыста и значений вылета манипулятора.

С увеличением среднего объема хлыста от 0,1 до 1,01 м³ максимальные значения перемещений z_1 , z_2 , z_3 , Θ возрастают в среднем в 2,5—3 раза, а с увеличением вылета стрелы от 3,5 до 7,5 м они увеличиваются в 2,7—3,5 раза.

В экспериментальных исследованиях манипулятора МТТ-10 изучали переходные процессы при подъеме или опускании хлыста стрелой. На ленте светолучевого осциллографа фиксировали вертикальные переме-

Таблица 1

Вылет стрелы, м	Параметр	Скорость выдвигания штока гидроцилиндра стрелы, м/с				
		0,01	0,03	0,05	0,07	0,1
3,5	z_1 , м	0,00107	0,00321	0,00535	0,00750	0,01071
	\dot{z}_1 , м/с	0,00750	0,0225	0,0375	0,0525	0,0749
	θ , рад	0,000476	0,00143	0,00238	0,00334	0,00477
	$\dot{\theta}$, с ⁻¹	0,00266	0,00798	0,0133	0,0186	0,0266
	z_2 , м	0,00625	0,0188	0,0313	0,0438	0,0625
	\dot{z}_2 , м/с	0,0527	0,158	0,263	0,3688	0,527
	z_3 , м	0,1285	0,3860	0,6424	0,899	—
5,5	\dot{z}_3 , м/с	0,260	0,782	1,302	1,823	—
	z_1 , м	0,00247	0,00741	0,01236	0,0173	0,0247
	\dot{z}_1 , м/с	0,01553	0,0466	0,07763	0,1087	0,1553
	θ , рад	0,001041	0,00312	0,00521	0,00729	0,01041
	$\dot{\theta}$, с ⁻¹	0,00800	0,0241	0,0400	0,0560	0,0800
	z_2 , м	0,02054	0,0616	0,10127	0,1438	0,205
	\dot{z}_2 , м/с	0,0944	0,283	0,472	0,661	0,944
7,5	z_3 , м	0,1134	0,34	0,567	0,794	—
	\dot{z}_3 , м/с	0,264	0,7916	1,319	1,847	—
	z_1 , м	0,00324	0,00972	0,01621	0,0227	0,0324
	\dot{z}_1 , м/с	0,01852	0,0555	0,0926	0,1296	0,1852
	θ , рад	0,00221	0,00661	0,01102	0,01543	0,0221
	$\dot{\theta}$, с ⁻¹	0,01094	0,0328	0,0547	0,0766	0,1094
	z_2 , м	0,0372	0,1116	0,186	0,260	0,372
	\dot{z}_2 , м/с	0,209	0,6294	1,049	1,468	2,098
	z_3 , м	0,0434	0,1301	0,217	0,304	0,434
	\dot{z}_3 , м/с	0,231	0,693	1,155	1,617	2,310

щения корпуса у переднего и заднего мостов, угловые перемещения стрелы манипулятора в вертикальной плоскости, вертикальные перемещения масс $m_{пр1}$ и m_2 , время.

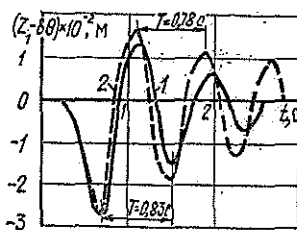


Рис. 3. Зависимость перемещений $z_1 - b\theta$ переднего моста от времени ($\mu = 0,05$ м/с; $L \sin \varphi + a = 5,5$ м; $C_c = 10,33$ кН/м, $V = 1,01$ м³): 1 — расчетная кривая; 2 — экспериментальная кривая

В качестве примера на рис. 3 показаны перемещения $z_1 - b\theta$ корпуса трактора в месте расположения переднего моста. Как видно из рисунка, экспериментальные и расчетные кривые хорошо согласуются. Расхождение первого экстремума $z_1 - b\theta$ составляет 8,1 %. Период колебаний для расчетной кривой равен 0,83 с, для экспериментальной — 0,78 с.

Зависимость максимальных перемещений и скоростей элементов манипулятора при опускании хлыста за вершину от жесткости стрелы показана в табл. 2 ($\mu = 0,05$ м/с, $V = 1,01$ м³, $L \sin \varphi + a = 3,5$ м, $t = 0,3$ с).

При жесткости стрелы манипулятора $C_c \geq 35$ кН/м исследуемый параметр θ практически не меняется.

Таблица 2

Параметры	Жесткость стрелы манипулятора, кН/м				
	20	25	30	35	40
z_1 , м	0,00604	0,00539	0,00506	0,00433	0,00461
\dot{z}_1 , м/с	0,0451	0,0386	0,0382	0,0348	0,0333
θ , рад	0,00295	0,00276	0,00256	0,00244	0,00236
$\dot{\theta}$, с ⁻¹	0,0175	0,0145	0,0128	0,0135	0,0132
z_2 , м	0,0392	0,0338	0,0307	0,0280	0,0259
\dot{z}_2 , м/с	0,266	0,281	0,2133	0,207	0,215
z_3 , м	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
\dot{z}_3 , м/с	0,301	0,301	1,303	1,304	1,304

Данные табл. 2 показывают, что при жесткости стрелы манипулятора более 35 кН/м перемещения z_1 несколько снижаются.

При перемещении стрелы манипулятора изменяется положение центра тяжести всей системы, что влияет на статическую нагрузку $R_{ст}$ на переднюю опору системы.

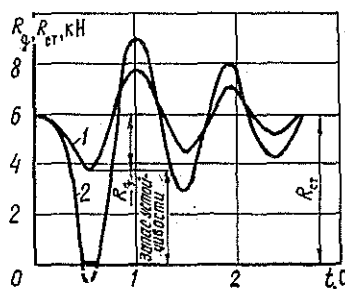
Динамическая реакция, выраженная через деформацию упругого элемента передней подвески, равна:

$$R_d = C_{пр1}(z_1 - b\theta).$$

Нарушение продольной устойчивости машины произойдет, когда $R_{ст} \leq R_d$.

Для примера на рис. 4 показано расчетное изменение опорной реакции передней опоры трактора от времени при подъеме хлыста.

Рис. 4. Зависимость изменения опорной реакции передней опоры трактора от времени торможения: 1 — устойчивая работа; 2 — неустойчивая работа ($L \sin \varphi + a = 3,5$ м; $V = 1,01$ м/с)



Одним из показателей работы машины является коэффициент динамичности k_d , который в данном случае будет также и коэффициентом, характеризующим устойчивость:

$$k_d = \frac{R_{ст} + R_d}{R_{ст}}$$

Анализ результатов исследований показал, что по условию продольной устойчивости трактора жесткость манипулятора порядка 35 кН/м приемлема. Максимальные перемещения элементов манипулятора можно снизить в 1,5—2,0 раза, применяя опирающееся на грунт пакетоформирующее устройство.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жуков А. В., Леонович И. И. Колебания лесотранспортных машин.— Мн.: БГУ, 1975.— 240 с. [2]. Проектирование и расчет специальных лесных машин / М. И. Зайчик, С. Ф. Орлов, А. М. Гольдберг и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 208 с.

[3]. Тихонов А. Ф., Жуков А. В., Гермацкий А. В. Методика расчета и исследование динамики лесных манипуляторных машин // Лесн. журн.—1979.— № 3.— С. 98—104.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 23 марта 1987 г.

УДК 630*378.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ РОСПУСКА ПОДТОПЛЕННОГО ШТАБЕЛЯ

С. П. КАРПАЧЕВ, А. С. БОЛЬШАКОВ

Московский лесотехнический институт

Наиболее эффективный, высокопроизводительный способ пуска леса в молевой сплав — принудительный гидросъем [2]. Для его внедрения необходимо иметь нормообразующие показатели в виде интенсивности роспуска подтопленного штабеля в зависимости от основных гидрологических и производственных факторов. Это позволит осуществлять штабелевку круглых лесоматериалов к сплаву на затопляемые поймы в объемах, гарантирующих ускоренный пуск леса в сплав.

Процесс роспуска штабеля лесоматериалов при подтоплении носит вероятностный характер, и теоретически невозможно рассчитать его интенсивность математическими формулами. Эту задачу с достаточной для практики точностью можно решить методом анализа размерностей с использованием теории подобия и результатов экспериментальных исследований.

Предварительными исследованиями установлено, что интенсивность I роспуска штабеля зависит от геометрических параметров штабеля B , H , d (ширины, высоты штабеля и среднего диаметра бревна), величины h_n его подтопления, плотности ρ_d древесины и скорости v движения щети. В качестве характерного размера подтопленного штабеля принимаем величину его подтопления.

Безразмерные геометрические параметры подтопленного штабеля можно разделить на две группы: габаритные и структурные. К первым относятся $\frac{B}{h_n}$, $\frac{H}{h_n}$, $\frac{d}{h_n}$, ко вторым — коэффициенты: полнодревесности штабеля Δ , шероховатости бревен $k_{ш}$, сцепления бревен k_c , коэффициент k_y , учитывающий перекосы бревен и другие неровности штабелевки (качество укладки), сбежистости k_n и др. Для краткости записи безразмерные структурные параметры в дальнейшем будем обозначать символами δ_i (где $\delta_1 = \Delta$, $\delta_2 = k_{ш}$, $\delta_3 = k_c$ и т. д.).

В соответствии со сказанным символическое решение задачи можно записать в виде

$$I = f\left(h_n, \frac{H}{h_n}, \frac{B}{h_n}, \frac{d}{h_n}, \rho_d, \rho, \delta_i, g, v\right). \quad (1)$$

Согласно первой теореме подобия [3], представим решение задачи в критериальной форме, для чего преобразуем уравнение (1) к безразмерному виду:

$$\frac{I}{h_n^2 v} \frac{B}{h_n} = \frac{1}{B/h_n} f\left(1, \frac{H}{h_n}, \frac{B}{h_n}, \frac{d}{h_n}, 1, \frac{\rho_d}{\rho}, \delta_i, \frac{gh_n}{v^2}, 1\right). \quad (2)$$

Для окончательного решения уравнения (2) сменим знак функции и введем обозначения

$$K_I = \frac{I}{h_n B v}; \quad Fr = \frac{v}{\sqrt{g h_n}}; \quad \frac{\rho_n}{\rho} = \bar{\rho}, \quad (3)$$

где K_I — коэффициент интенсивности;
 Fr — число Фруда,
 $\bar{\rho}$ — относительная плотность древесины.

Поскольку эксперименты в натуре не позволяют выявить зависимости факторов на процесс роспуска штабеля даже за несколько навигаций, ввиду случайного характера их влияния, то используем моделирование.

Предварительные опыты показали, что скорость роспуска штабеля в спокойной воде не превышает 1 м/с, что подтверждает малое влияние на критерий K_I числа Фруда, поэтому им можно пренебречь. Если принять структурные параметры δ_i , ширину B и d постоянными для данного типа штабелей, то окончательное решение задачи имеет вид:

$$K_I = \varphi\left(\frac{H}{h_n}, \bar{\rho}\right). \quad (4)$$

Поскольку в лабораторных условиях практически невозможно воссоздать и идентифицировать принудительный роспуск штабеля, особенно разборку заостренных бревен, то изучали только процесс непрерывного движения бревен из штабеля (самороспуск) от момента его возникновения до остановки.

Планирование лабораторного эксперимента проводили по В-плану второго порядка. В результате статистической обработки результатов опытов получены следующие зависимости:

для коэффициента интенсивности

$$K_I = 0,032 \frac{H}{h_n}; \quad (5)$$

для установившейся скорости движения щети бревен, м/с

$$v_y = 0,87 - 0,136 \frac{H}{h_n} - 0,816 \bar{\rho} + 0,007 \left(\frac{H}{h_n}\right)^2 + 0,274 (\bar{\rho})^2 + 0,063 \frac{H}{h_n} \bar{\rho}; \quad (6)$$

для установившейся интенсивности роспуска штабеля, м³/с

$$I_y = 0,997 - 0,157 \frac{H}{h_n} - 0,921 \bar{\rho} + 0,008 \left(\frac{H}{h_n}\right)^2 + 0,3 (\bar{\rho})^2 + 0,073 \frac{H}{h_n} \bar{\rho}. \quad (7)$$

Для получения показателей управляемого пуска леса в сплав из подтопленных штабелей, соответствующих натуре, исследования были продолжены в производственных условиях. Они показали, что остановки роспуска штабеля вызываются самыми разными причинами: геометрическими параметрами бревен (кривизной, сбежистостью и т. п.), структурной характеристикой штабеля (перекрещиванием отдельных бревен, неравномерной плотностью укладки бревен и т. п.), условиями роспуска (колебаниями уровня, волнениями воды, ветром и пр.).

Все эти причины зависят от сочетания большого числа факторов и носят случайный характер. Практически невозможно учесть и ввести их в формулу (7) для определения интенсивности роспуска штабеля в натуральных условиях. Поэтому изменения во времени роспуска штабеля (остановки и задержки на разборку заостренных бревен) решено было

учесть статистически как распределения вероятности, полученные в натуральных условиях.

Наблюдения показали, что время наступления остановок подчиняется экспоненциальному закону распределения со средним значением, зависящим от отношения $\frac{H}{h_{п}}$. Время разборки учитывалось равномерным законом распределения со средним и отклонением, зависящими от $\frac{H}{h_{п}}$.

Для получения уравнения интенсивности роспуска штабеля с учетом остановок и затрат времени на разборку использовали метод имитационного моделирования процесса на ЭВМ.

В терминах теории массового обслуживания процесс роспуска штабеля можно описать как дискретный поток групп бревен постоянного объема. В нашем случае за такую группу был принят объем бревен 10 м^3 . Время на роспуск этой группы определяли по формуле (7). Поскольку процесс роспуска штабеля прерывается потоком отказов (остановок), то как только роспуск прекращается, в работу вступает механизм (исследовали погрузчик-штабелер ЛТ-72). После устранения отказа роспуск возобновляется. При этом, если отказ произошел в момент времени, когда группа бревен (10 м^3) размалевалась не полностью, необходимо после восстановления роспуска учесть время на ее дообслуживание. Программа, моделирующая процесс роспуска штабеля, была написана на языке GPSS.

Для получения уравнения регрессии в основу планирования «машинного» эксперимента был положен В-план второго порядка. При этом основными факторами были приняты $\frac{H}{h_{п}}$ и \bar{p} с варьированием на трех уровнях. Факторы и интервалы варьирования приведены в таблице. Здесь в соответствии с разработанной имитационной моделью каждому фактору на принятом интервале варьирования соответствовало время цикла роспуска, с: X_1 — время непрерывного роспуска 10 м^3 штабеля, полученное из уравнения регрессии (7); X_2 — среднее время остановок роспуска штабеля; $X_3 \pm X_4$ — время разборки заокрестных бревен (среднее основное и отклонение от среднего).

Исходные данные имитационного эксперимента

Но- мер опы- та	Фактор		Время цикла роспуска, с			
	$\frac{H}{h_{п}}$	\bar{p}	X_1	X_2	X_3	X_4
1	1,5	0,6	25	900	30	30
2	6,0	0,6	60	15	180	60
3	1,5	0,8	31	900	30	30
4	6,0	0,8	66	15	180	60
5	1,5	0,7	28	900	30	30
6	6,0	0,7	63	15	180	60
7	3,75	0,6	42	35	90	30
8	3,75	0,8	50	35	90	30

На ЭВМ ЕС-1033 в каждой из восьми точек плана осуществляли прогон модели, имитирующей роспуск штабеля бревен объемом 5000 м^3 (т. е. прогон 500 групп бревен). Полученное среднее время роспуска штабеля в каждой точке плана затем пересчитывали на интенсивность \bar{T} роспуска штабеля по формуле

$$\bar{T} = \frac{5000}{T_p}, \quad (8)$$

где T_p — время роспуска штабеля объемом 5000 м^3 , с.

Результаты расчета выходной величины \hat{I} обрабатывали по методике В-плана второго порядка [1]. Было получено уравнение регрессии для определения интенсивности пуска леса в сплав из подтопленного штабеля

$$\hat{I} = 0,01165 - 0,19228 \frac{h_{\pi}}{H} - 0,0258 \frac{1}{\rho} + 0,46325 \left(\frac{h_{\pi}}{H} \right)^2 - 0,01107 \frac{1}{(\rho)^2} + 0,33212 \frac{h_{\pi}}{H\rho}. \quad (9)$$

Расхождения между значениями интенсивности роспуска, полученные по результатам эксперимента и по уравнению регрессии (9), не превысили 5 %. Проверка однородности дисперсий с помощью F-критерия Фишера для уровня значимости $q = 0,05$ показала адекватность полученной математической модели.

Уравнение хорошо согласуется с производственными показателями, расхождения не превышают 10 %. Наблюдения проводили за роспуском штабелей на нескольких приречных лесоскладах, расположенных у лесосплавных рек Европейского Севера (Уфтюги, Виледи, Сысолы, Паденьги) в навигации 1984—1987 гг.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Пижурин А. А., Розенблит М. С. Исследования процессов деревообработки.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 234 с. [2]. Пименов А. Н., Большаков А. С. Принудительный гидросъем при лесосплаве // Лесн. пром-сть.— 1987.— № 3.— С. 15—16. [3]. Родионов П. М. Метод подобия и его применение к решению задач лесосплава: Учеб. пособие.— Л.: ЛТА, 1982.— 84 с.

Поступила 11 января 1988 г.

УДК 630*378.7

РАСЧЕТ ЛЕЖНЯ ПОПЕРЕЧНОЙ ЗАПАНИ С УЧЕТОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ НАГРУЗОК

В. Я. ХАРИТОНОВ

Архангельский лесотехнический институт

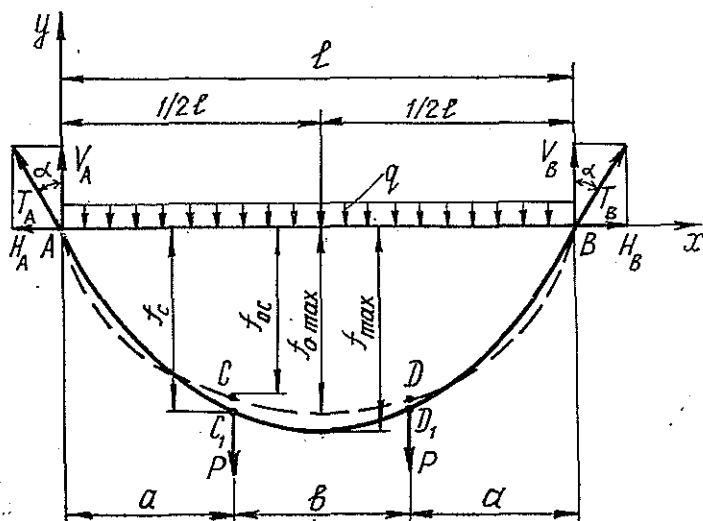
В лесосплавных сооружениях широко используют стальные канаты, цепи и другие виды такелажа, которые работают как гибкие нити. К таким сооружениям относятся и лежни запаней, надежность которых определяет сохранность лесоматериалов от аварийного разброса по берегам.

По существующей методике действующее усилие на лежень рассчитывают с учетом только равномерно распределенной нагрузки по ширине запани от пыжа. На практике за лежень часто крепят сортировочные системы, причем величина сосредоточенных сил иногда приближается к усилию на запань от пыжа.

Ниже приведены результаты аналитических исследований работы гибкой нити применительно к лежню запани с равномерно распределенной по длине пролета нагрузкой и двумя сосредоточенными силами в зоне крепления главных лесопропускающих ворот запани (см. рисунок).

Исходные данные: пролет (ширина запани) — l ; стрела провеса до приложения сосредоточенных сил — f_{0max} ; интенсивность равномерно распределенной нагрузки — q ; сосредоточенные силы — P .

Требуется определить: усилие в нити (лежне) — T ; угол для разбивки опор — α ; ординаты точек C и D после приложения в них сосредоточенных сил — f_c .



Расчетная схема гибкой нити

*Расчет гибкой нити
без учета сосредоточенных сил*

Выбирая оси координат, как показано на рисунке, уравнение нити* можно записать в виде:

$$y = \frac{qx^2}{2H_0}, \quad (1)$$

где H_0 — горизонтальная составляющая усилия в нити.

Наибольшая стрела провеса при $x = \frac{l}{2}$

$$f_{0 \max} = \frac{ql^2}{8H_0}. \quad (2)$$

Длина нити

$$S = l + \frac{8f_{0 \max}^2}{3l} - \frac{32f_{0 \max}^4}{5l^3}. \quad (3)$$

Натяжение в рабочей зоне нити

$$T_0 = \sqrt{H_0^2 + (qx)^2};$$

у опор

$$T_{OA} = T_{OB} = \sqrt{H_0^2 + (ql/2)^2}. \quad (4)$$

Горизонтальная составляющая H_0 в любой точке по длине нити одинакова и определяется из формулы (2) по заданным q , l и $f_{0 \max}$

$$H_0 = \frac{ql^2}{8f_{0 \max}}. \quad (5)$$

Начальные абсциссы точек приложения сосредоточенных сил

$$x_C = a; \quad x_D = a + b. \quad (6)$$

* Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах, Т. 3, — М.: Наука, 1973, — 488 с.

Ординаты этих точек

$$y_C = y_D = -f_{0C} = \frac{q}{8H_0} (l^2 - b^2). \quad (7)$$

Расчет нити с учетом сосредоточенных сил

После приложения сосредоточенных сил ось нити деформируется и будет состоять из трех ветвей AC_1 ; C_1D_1 ; D_1B . Полагаем, что нить нерастяжима, и длина ее останется прежней.

Рассмотрим параболу AC_1 . Ее уравнение

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{qx}{H} + C_1. \quad (8)$$

После разделения переменных и интегрирования

$$y = -\frac{qx^2}{2H} + C_1x + C_2. \quad (9)$$

При $x = 0$, $y = 0$, следовательно, и $C_2 = 0$.

В уравнении (8)

$$\frac{dy}{dx} = -\operatorname{ctg} \alpha,$$

В точке A

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{V_A}{H_A},$$

где

$$V_A = P + \frac{ql}{2}. \quad (10)$$

Из уравнения (8) с учетом (10) при $x = 0$, $y = 0$ получим

$$C_1 = \frac{P + ql/2}{H},$$

тогда

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{qx^2}{2H} + \frac{P + ql/2}{H} x.$$

Здесь $H = H_A$ в любой точке нити.

После разделения переменных и интегрирования уравнение параболы AC_1 окончательно примет вид

$$y = -\frac{qx^2}{2H} + \left(\frac{P}{H} + \frac{ql}{2H} \right) x. \quad (11)$$

Пренебрегая перемещением точки C в направлении оси x стрелу провеса нити в точках приложения сосредоточенных сил (при $x = a$) можно определить по формуле

$$f_c = \frac{P + ql/2(l-a)}{H} a. \quad (12)$$

Смещение точки C после приложения сосредоточенной силы с учетом (12) и (11)

$$\Delta f_c = a \left[\frac{P}{H} + \frac{q}{2} (a+b) \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{H_0} \right) \right]. \quad (13)$$

Рассмотрим параболу C_1D_1 . Уравнение ее по аналогии с (8)

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{qx}{H} + \frac{P}{H} + D_1. \quad (14)$$

После разделения переменных и интегрирования

$$y = -\frac{qx^2}{2H} - \frac{P}{H}x + D_1x + D_2. \quad (15)$$

Значение D_1 найдем из уравнения (14) при $x = \frac{l}{2}$ и $\frac{dy}{dx} = 0$:

$$D_1 = \frac{P}{H} + \frac{ql}{2H}. \quad (16)$$

Постоянную интегрирования D_2 найдем, используя уравнения (11) и (15) при $x = a$, когда ордината кривых AC_1 и C_1D_1 общая. С учетом (16) после преобразований

$$D_2 = \frac{P}{H}a. \quad (17)$$

Уравнение (15) с учетом (16) и (17) после преобразований

$$y = -\frac{qx^2}{2H} + \frac{ql}{2H}x + \frac{P}{H}a. \quad (18)$$

По уравнениям (11) и (18) можно определить ординату (стрелу провеса) гибкой нити (лежащая запани) в любой точке. Например, в середине пролета, когда $x = \frac{l}{2}$,

$$y = f_{max} = \frac{ql^2}{4H} + \frac{Pq}{H}. \quad (19)$$

Составляющую H определим в предположении, что лежень запани нерастяжим, а следовательно, длина нити AB (3) равна суммарной длине ветвей AC_1 , C_1D_1 , D_1B .

Используя в зависимости (3) два первых слагаемых в правой части с учетом (2), получим:

$$S_{AB} = l + \frac{q^2l^3}{24H_0^2}. \quad (20)$$

Для определения длины нити по участкам при наличии сосредоточенных сил используем зависимость

$$dS^2 = dx^2 + dy^2$$

или

$$S = \int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx. \quad (21)$$

Для кривой AC_1 (11) при изменении x от 0 до a

$$y = -\frac{qx}{H} + \frac{P + ql/2}{H}.$$

Обозначим

$$K = \frac{P + ql/2}{H} \quad (22)$$

и введем новую переменную $z = K - \frac{qx}{H}$,

тогда

$$dz = -\frac{q}{H}dx; \quad dx = -\frac{H}{q}dz.$$

Уравнение (21) примет вид

$$S_{AC_1} = -\frac{H}{q} \int_0^a \sqrt{1 + z^2} dz.$$

Разложим подынтегральную функцию в ряд Тейлора

$$\sqrt{1+z^2} = 1 + \frac{1}{2}z^2 - \frac{1}{8}z^4 + \dots$$

Используя два первых члена ряда после интегрирования, получим окончательно:

$$AC_1 = \frac{H}{q} \left[\frac{K^3}{6} + \frac{qa}{H} - \frac{1}{6} \left(K - \frac{qa}{H} \right)^3 \right]. \quad (23)$$

Для кривой C_1D_1 (18) при изменении x от a до $a+b$

$$\dot{y} = -\frac{qx}{H} + \frac{ql}{2H}.$$

Введем новую переменную $z = \dot{y}$, обозначив

$$\frac{ql}{2H} = \Pi. \quad (24)$$

Тогда

$$dz = -\frac{q}{H} dx; \quad dx = -\frac{H}{q} dz.$$

Уравнение (21) примет вид

$$S_{C_1D_1} = -\frac{H}{q} \int_a^{a+b} \sqrt{1+z^2} dz$$

или окончательно

$$S_{C_1D_1} = \frac{H}{q} \left[\frac{qb}{H} - \frac{1}{6} \left(\Pi - \frac{q(a+b)}{H} \right)^3 + \frac{1}{6} \left(\Pi - \frac{qa}{H} \right)^3 \right]. \quad (25)$$

Суммарная длина лежня

$$S_{AB} = 2S_{AC_1} + S_{C_1D_1}$$

или

$$S_{AB} = \frac{H}{q} \left[\frac{K^3}{3} + 2 \frac{qa}{H} - \frac{1}{3} \left(K - \frac{qa}{H} \right)^3 + \frac{qb}{H} - \frac{1}{6} \left(\Pi - \frac{q(a+b)}{H} \right)^3 + \frac{1}{6} \left(\Pi - \frac{qa}{H} \right)^3 \right].$$

Заменяем K и Π их выражениями по (22) и (24). После преобразований окончательно получим

$$S_{AB} = l + \frac{(P+ql/2)^3 - (P+qb/2)^3}{3qH^2} + \frac{q^2b^3}{24H^2}. \quad (26)$$

Левые части уравнений (20) и (26) равны, следовательно, равны и правые части:

$$\frac{q^2l^3}{8H_0^2} = \frac{1}{H^2} \left[\frac{(P+ql/2)^3 - (P+qb/2)^3}{q} + \frac{q^2b^3}{8} \right].$$

Отсюда после преобразований

$$H = H_0 \sqrt{\left(1 + \frac{2P}{ql} \right)^3 - \left(\frac{b}{l} + \frac{2P}{q} \right)^3 + \left(\frac{b}{l} \right)^3}. \quad (27)$$

Таким образом получены все необходимые зависимости для расчета лежня запани и береговых опор с учетом сосредоточенных сил. Усилия в канатах лежня

$$T = \sqrt{H^2 + (P + ql/2)^2}. \quad (28)$$

Угол с осью y для разбивки на местности береговых (русловых) опор

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{H}{P + ql/2}. \quad (29)$$

Поступила 2 июля 1987 г.

УДК 630*377.44.004.6(083.75)

К ОЦЕНКЕ ПОТОКОВ ОТКАЗОВ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ПАРКА МАШИН

Ю. П. КОНОНОВ

СевНИИП

Современные методы расчета показателей надежности изделий машиностроения и потребности в запасных частях базируются на положениях теории вероятностей и предполагают, что известны статистические характеристики потоков отказов деталей. Для получения их требуется провести трудоемкие и длительные по времени наблюдения как при пассивном, так и при активном экспериментах.

В ряде случаев, основываясь на общих закономерностях отказов деталей, удается получить эти характеристики имитационным моделированием на ЭВМ процессов отказов и восстановления изделий.

В нашей статье рассмотрен метод статистического моделирования (СМ) процессов отказов и замен деталей для парка машин, работающих в достаточно близких условиях эксплуатации (работы, технического обслуживания и ремонта, обеспечения запасными частями и т. п.).

Принципы СМ на ЭВМ производственных и других физических процессов с произвольными потоками событий подробно описаны в работах [1, 3].

Разработка схемы СМ предложенной модели включала следующие этапы: описание алгоритма функционирования различных блоков операционной системы; выбор метода генерации случайных чисел; задание начальных условий моделируемого процесса; определение числа прогонов имитационной модели при одних и тех же наборах описывающих систему параметров или продолжительности имитационного процесса; определение переменных значений, которые подлежат измерению и обработке; выбор метода обработки результатов СМ; составление программы расчета для ЭВМ.

Схема имитационной модели приведена на рис. 1.

Рассматриваем парк машин из z единиц. В процессе работы в момент времени t_j происходит отказ детали на i -й машине. Для упрощения процесса и исключения из рассмотрения времени простоя на замену детали текущее время будем измерять в единицах наработки. Принимаем, что в начальный момент СМ данная деталь имеет наработку $t_{н.}$ Процесс работы машин, отказов и замен деталей продолжается непрерывно во времени до некоторого заданного момента $t_{пр.}$ Если моменты отказов деталей расположить на общей оси времени, то получим поток отказов для всего парка машин. Определяя на общей оси интервалы времени между очередными отказами деталей $T_1, T_2, \dots,$

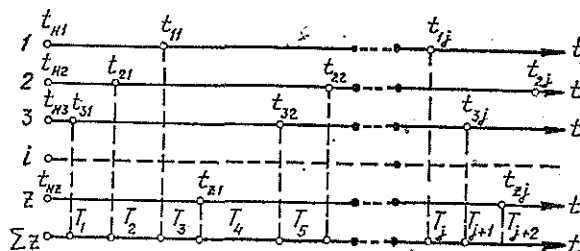


Рис. 1. Схема модели процесса замен деталей для парка машин

T_j, T_{j+1}, \dots , получим распределение временных интервалов между отказами деталей данного вида.

Исследованиями [4—7] установлено, что распределение ресурсов деталей машин в основном соответствует нормальному, Вейбулла, логарифмически нормальному и экспоненциальному законам со средними значениями коэффициентов вариации, равными соответственно 0,25; 0,45; 0,68 и 0,92. На основании этих положений для реализации СМ требуется определить случайные величины ресурсов деталей с указанными распределениями. Метод математического генерирования непрерывных случайных величин с заданным законом распределения основывается на использовании следующего соотношения теории вероятностей:

$$\int_0^{x_i} f(x) dx = R_i, \quad (1)$$

где R_i — случайные числа с равномерным их распределением в интервале от 0 до 1;

x_i — случайные числа с законом распределения, соответствующим плотности распределения $f(x)$.

Точное решение уравнения (1) в конечном виде не всегда возможно, но для всех случаев осуществимо с любой требуемой точностью на основе численных методов интегрирования.

Для генерирования случайных числовых последовательностей R_i ($i = \overline{1, n}$) можно применить, например, метод мультипликативных конгруэнций [2]. Выражение, позволяющее генерировать случайные числа при этом методе, имеет вид:

$$R_i = r_i \cdot 10^{-10}, \quad (2)$$

где $r_i = ar_{i-1}$ (по модулю 10^{10}). Здесь a и r_{i-1} (при $i = 1$) — любые нечетные целые числа больше 10^5 , которые не делятся на 5.

Необходимое условие СМ любого процесса — выбор начальных условий, являющихся исходными данными исследования.

Для рассматриваемой модели начальными условиями могут быть: число машин в парке z ; средний ресурс детали t_{cp} ; коэффициент вариации ресурса детали для данного вида распределения V_d ; начальная наработка детали t_n .

Выбор количественных значений начальных условий определяется требованиями эксплуатации машин и ресурсными характеристиками деталей.

Начальные наработки деталей t_n в процессе моделирования могут быть получены в предположении, что их случайная величина имеет нормальное распределение с соответствующим t_{cp} и $V_d = 0,25$.

Особенность использования метода СМ — случайный характер его результатов. В качестве оценок полученных результатов необходимо брать выборочные средние, которые подвержены случайным флуктуациям и поэтому в точности не равны генеральным средним. С увеличением числа реализаций сходимость выборочной средней с генеральной средней улучшается. Проблема статистической сходимости заключается, таким образом, в выборе числа реализаций, обеспечивающих заданную точность результатов моделирования.

Выбор плана и объема наблюдений производится по ГОСТ 17510—79, согласно которому, например, для плана наблюдений *NRT* продолжительность имитационного процесса определится по формуле:

$$t_{\text{пр}} = \frac{x t_{\text{ср}}}{z}, \quad (3)$$

где x — определяется на основе принятого значения доверительной вероятности и относительной ошибки;

$t_{\text{ср}}$, z — начальные условия модели.

Исходя из поставленных целей СМ, необходимо найти для каждого значения среднего ресурса деталей и вида распределения следующие переменные параметры: начальную наработку детали с i -м значением ресурса — t_{ni} ; наработку детали до j -го отказа (замены) — T_{ij} ; наработку машины до очередного отказа (замены) детали — t_{ij} ; промежуток времени между заменами деталей для парка машин — T_j ; число замен деталей — n_z .

По результатам СМ рассчитывают статистические характеристики эмпирического распределения промежутков времени между отказами (заменами) деталей для парка машин: среднее арифметическое $T_{\text{ср}}$, коэффициент вариации $V_{\text{п}}$.

По описанному методу СМ составлена программа для ЭВМ и выполнены расчеты для различных парков трелевочных тракторов ТДТ-55А, эксплуатируемых в условиях лесозаготовительных предприятий объединения Архангельсклеспром. Блок-схема программы приведена на рис. 2.

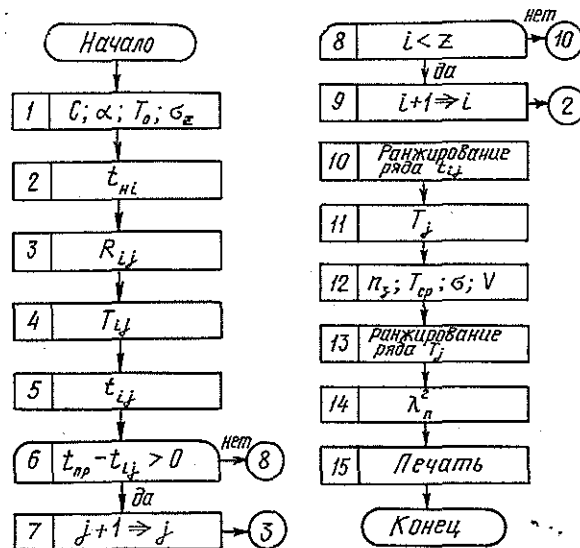


Рис. 2. Блок-схема программы статистического моделирования на ЭВМ процесса замен деталей машин

Блок 1 программы определяет параметры опытного распределения Вейбулла (C ; α) и логарифмически нормального распределения (T_0 ; σ_z).

Блок 2 определяет начальную наработку детали t_{ni} для i -го трактора.

Блок 3 осуществляет последовательную генерацию случайных чисел R_{ij} .

Блок 4 вычисляет по R_{ij} случайную величину ресурса детали для соответствующего закона распределения.

Блок 5 определяет наработку трактора с момента начала моделирования замен до очередного отказа детали.

Блоки 6—9 производят проверку окончания процесса моделирования для всех тракторов парка.

Блок 10 сортирует накопленные при моделировании значения t_{ij} по возрастанию их величин.

Блоки 11 и 12 вычисляют промежутки времени между заменами деталей для парка и определяют статистические характеристики распределения T_j .

Блок 13 производит ранжирование ряда T_j .

Блок 14 вычисляет значение функции λ_n^2 для критерия ω^2 .

Исходные данные, принятые для расчетов, и результаты статистической обработки экспериментальных данных для 24 вариантов приведены в таблице.

Вариант расчета	Исходные данные				Результаты моделирования			
	z	Распределение ресурса детали	t_{cp}	V_d	n_z	T_{cp}	V_{II}	$a(\lambda_n^2)$
1	10	Нормальное	1 000	0,25	110	98,4	0,96	0,253
2	5	»	1 000	0,25	53	202,2	0,80	0,696
3	10	»	2 000	0,25	53	237,6	1,04	0,352
4	15	»	2 000	0,25	91	144,4	0,98	0,086
5	15	»	3 000	0,25	53	250,5	0,85	0,323
6	10	»	3 000	0,25	60	312,0	0,78	0,380
7	15	»	5 000	0,25	55	386,2	0,83	0,380
8	29	»	5 000	0,25	85	175,0	1,11	0,466
9	10	Вейбулла	1 000	0,45	107	109,0	1,04	0,001
10	15	»	1 000	0,45	189	70,9	0,98	0,016
11	10	»	2 000	0,45	57	242,6	0,81	0,323
12	5	»	2 000	0,45	58	374,1	0,76	0,754
13	10	»	3 000	0,45	52	287,0	0,90	0,192
14	15	»	3 000	0,45	54	258,7	1,01	0,045
15	10	»	5 000	0,45	60	499,5	0,88	0,798
16	29	»	5 000	0,45	65	221,5	1,13	0,637
17	10	Логнормальное	1 000	0,68	75	184,0	1,04	0,490
18	5	»	1 000	0,68	72	215,5	0,82	0,673
19	10	»	2 000	0,68	52	537,2	1,07	0,030
20	5	»	2 000	0,68	52	820,7	0,98	0,371
21	15	»	3 000	0,68	52	544,2	0,74	0,721
22	10	»	3 000	0,68	51	319,1	1,10	0,424
23	10	»	5 000	0,68	57	524,3	0,95	0,334
24	29	»	5 000	0,68	73	286,0	1,04	0,062

Статистический анализ полученных данных показал, что распределение интервалов времени между отказами (заменами) деталей для всех рассмотренных вариантов распределений ресурсов соответствует экспоненциальному закону. Проверку выполняли по ГОСТ 11.006—74 с использованием критерия ω^2 , для чего определяли значения функции $a(\lambda_n^2)$ для уровня значимости $\gamma = 0,2$.

Проверка ординарности и стационарности потока отказов (замен) деталей позволила сделать предположение о его близости простейшему пуассоновскому потоку.

Полученные результаты СМ позволяют определить показатели надежности или рассчитать потребность в запасных частях для рассмотренных парков трелевочных тракторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем.— М.: Наука, 1978.— 399 с. [2]. Вагнер Г. Основы исследований операций / Пер. с англ. Б. Т. Вавилова.— М.: Мир, 1973, т. 3.— 502 с. [3]. Голенко Д. И. Статистические методы в экономических системах.— М.: Статистика, 1970.— 204 с. [4]. Кузнецов Е. С. Исследование законов распределения случайных величин при технической эксплуатации машин // Стандарты и качество.— 1968.— № 9.— С. 40—44. [5]. Половко Л. М. Основы теории надежности.— М.: Наука, 1964.— 446 с. [6]. Проников А. С. Надежность машин.— М.: Машиностроение, 1978.— 592 с. [7]. Прохоров В. Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 304 с.

Поступила 26 июня 1987 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ
ПРИ ПРЕССОВАНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. В. ВАСИЛЬЕВ, Б. В. РОШМАКОВ, Е. Е. КОМАРОВА,
Л. Н. НИКАНОРОВА, А. Г. ТИХОМИРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

При прессовании древесностружечных плит (ДСП) в результате отверждения связующего и сушки пакета выделяется смесь газообразных продуктов, основными компонентами которой являются вода, формальдегид и метанол [3, 4]. Известно, что изменение условий изготовления плит существенно влияет на их свойства [5], а также на количество выделяющихся газообразных продуктов. В свою очередь, от количества и состава газообразных продуктов зависят санитарные условия труда работающих в цехе и токсичность готовых ДСП. В литературе, мы не обнаружили данных о степени влияния технологических факторов производства плит на количественный состав газообразных продуктов.

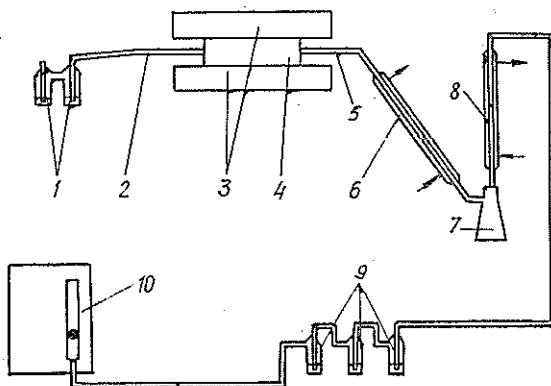
Цель настоящей работы — определить технологические факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на выделение воды, формальдегида и метанола при прессовании ДСП.

При проведении экспериментов 3-слойные плиты (размером 380 × 380 × 16 мм) изготавливали из стружки, полученной из березовых «карандашей» на лабораторном стружечном станке. После изготовления стружку дополнительно измельчали на молотковой дробилке. В качестве связующего использовали смолу КФ-МТ, имеющую следующие показатели: сухой остаток — 65,8 %, содержание метилольных групп — 17 %, содержание свободного формальдегида — 0,32 %, продолжительность желатинизации — 68 с. Прессование плит осуществляли в лабораторном прессе с автоматическим регулированием давления и температуры.

Для определения количества газообразных продуктов, выделяющихся из плиты при прессовании, и их анализа собрали установку, схема которой приведена на рис. 1.

Формирование, холодную подпрессовку и горячее прессование плит проводили в прессформе, состоящей из двух частей: металлического поддона с приваренными к нему по периметру ограничительными планками и металлического листа, накладываемого сверху. Для герметичности прессформы в ограничительных планках выбрали паз, в который перед прессованием укладывали фторопластовую прокладку. Отбор

Рис. 1. Схема установки для отбора газообразных продуктов, выделяющихся при прессовании ДСП. 1 и 9 — поглотители; 2 и 5 — штуцер; 3 — плиты пресса; 4 — прессформа; 6 — прямой холодильник; 7 — колба для сбора конденсата; 8 — обратный холодильник; 10 — аспиратор для отбора проб воздуха



газообразных продуктов со скоростью 2 л/мин начинали с момента достижения максимального давления и заканчивали после снятия давления в прессе. Смесь газов, выходящих из прессформы, пропускали через систему последовательно установленных поглотителей, наполненных дистиллированной водой в количестве 25, 10 и 5 мл. Полученный при прессовании конденсат, а также воду из поглотителей сливали в колбу с притертой пробкой, а затем в растворе определяли содержание формальдегида, метанола и воды. Полученные результаты относили к 100 г абс. сухой плиты, поэтому после прессования находили массу готовой плиты и ее влажность.

Содержание формальдегида в растворе определяли фотоколориметрически с использованием смеси ацетилацетона и уксуснокислого аммония для получения окрашиваемого продукта, содержание метанола — бихроматным методом [6], основанном на окислении метанола и формальдегида хромовой смесью до углекислоты. Количество воды, выделяющейся при прессовании, находили по разности между массой конденсата и массами формальдегида и метанола.

Для определения основных технологических факторов эксперимент проводили по методу «случайного баланса», который в составе методов математического планирования экспериментов входит в группу отсеивающих [1, 2].

Переменные факторы и уровни их варьирования приведены в табл. 1. Диапазон варьирования факторов описывает их колебания

Таблица 1

Фактор	Код	Верхний уровень (+)	Средней уровень (0)	Нижний уровень (-)
Плотность плиты, кг/м ³	X ₁	800	700	600
Доля наружных слоев в общем объеме плиты, %	X ₂	50	35	20
Количество связующего в слоях, %:				
наружных	X ₃	15	12,5	10
внутреннем	X ₄	10	8	6
Концентрация связующего, %	X ₅	60	55	50
Влажность стружки слоев, %:				
наружных	X ₆	6	4	2
внутреннего	X ₇	5	3	1
Количество отвердителя в слоях, %:				
наружных	X ₈	1,5	1,0	0,5
внутреннем	X ₉	3,0	2,0	1,0
Продолжительность прессования, мин/мм	X ₁₀	0,55	0,45	0,35
Температура прессования, °С	X ₁₁	200	170	140

Таблица 2

Номер опыта	Фактор											Количество на 100 г плиты		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	СН ₂ О, мг	СН ₃ ОН, мг	Н ₂ О, г
1	—	—	+	+	+	—	+	—	+	—	+	53,5	143	4,74
2	+	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	35,0	201	3,45
3	—	+	—	+	+	—	—	—	+	+	+	71,9	200	6,50
4	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—	36,4	236	4,08
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	52,5	63	3,87
6	+	—	+	—	+	+	+	—	+	+	+	73,3	194	6,79
7	—	+	+	—	—	+	+	—	+	+	—	46,0	198	4,93
8	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	42,3	68	3,16
9	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	+	71,9	193	7,56
10	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	11,6	66	0,71
11	—	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	18,4	67	0,95
12	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	12,5	102	1,07
13	—	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+	71,6	205	6,70
14	—	—	+	+	—	—	—	—	+	—	+	49,7	141	3,78
15	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	—	45,1	233	4,73
16	+	+	—	+	+	+	+	+	—	—	—	14,1	108	0,61

в реальных условиях. Границы изменения фактора «продолжительность прессования» установили по результатам дополнительного эксперимента, в ходе которого плиты прессовали при наименее благоприятных условиях — высокой плотности плиты и влажности стружки, максимальном содержании связующего и минимальной температуре (опыт № 16, табл. 2). Минимально возможная продолжительность прессования, при которой в этом опыте не происходит расслоения плиты, составляет 0,35 мин/мм толщины готовой плиты. В связи с этим для всех опытов нижний уровень варьирования был принят равным 0,35 мин/мм.

В табл. 2 приведены матрица планирования отсеивающего эксперимента в кодированных переменных и результаты экспериментов.

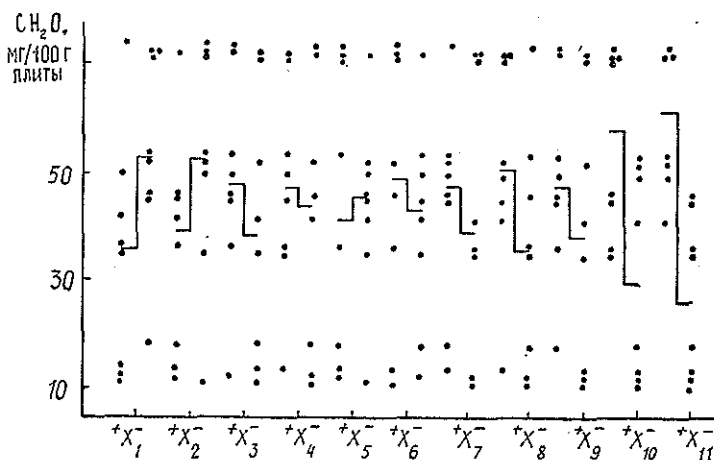


Рис. 2. Диаграмма рассеяния результатов экспериментов при определении влияния исследуемых факторов на количество выделяющегося формальдегида

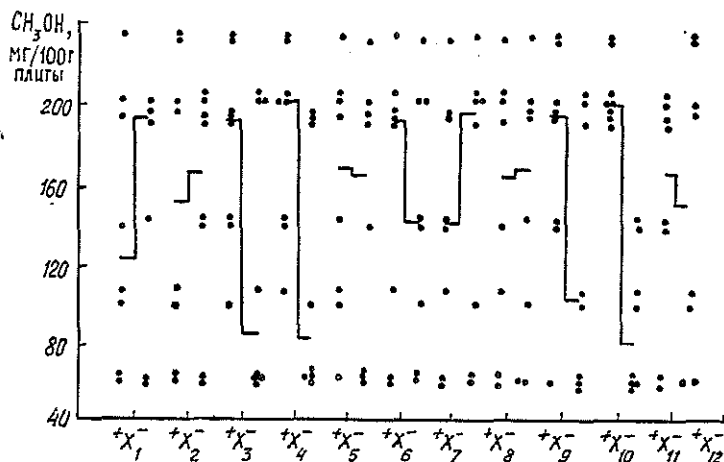


Рис. 3. Диаграмма рассеяния результатов экспериментов при определении влияния исследуемых факторов на количество выделяющегося метанола

На первом этапе обработки полученных результатов построили диаграммы рассеяния (рис. 2—4). Качественную оценку эффектов исследуемых факторов проводили визуально по разности медиан и по числу выделившихся точек. Для количественной оценки эффектов вы-

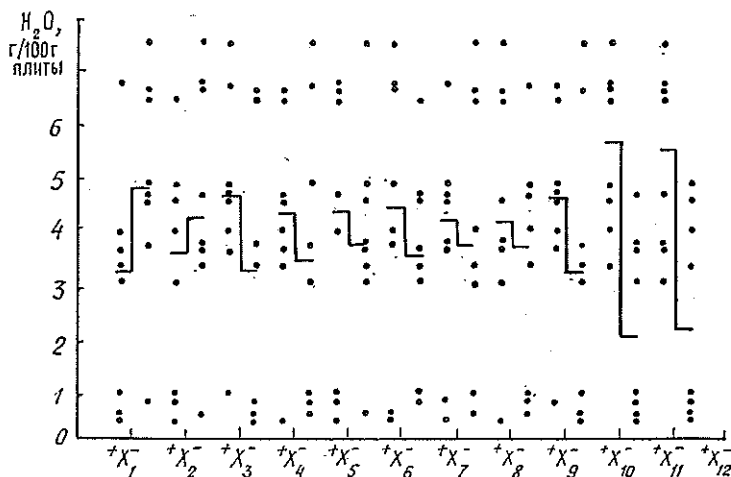


Рис. 4. Диаграмма рассеяния результатов экспериментов при определении влияния исследуемых факторов на количество выделяющейся воды

деленных факторов составляли таблицы с двумя входами [1, 2]. Статистическую значимость эффектов проверяли по критерию Стьюдента.

После анализа диаграмм эффекты факторов X_{11} и X_{10} были признаны существенно влияющими на выделение формальдегида и воды, а эффекты факторов X_{10} и X_4 — на выделение метанола. В результате расчетов получили следующие значения эффектов факторов, влияющих: на количество выделяющегося формальдегида $\Delta X_{11} = +33,4$, $\Delta X_{10} = +24,6$; на количество метанола $\Delta X_{10} = +103$, $\Delta X_4 = +39$; на количество воды $\Delta X_{11} = +2,7$, $\Delta X_{10} = +3,11$. Проверка статистической значимости показала, что все эффекты выделенных факторов значимы.

На втором этапе обработки результатов исключили влияние выделенных факторов. С этой целью произвели корректировку результатов экспериментов [1, 2], т. е. к результатам наблюдений X_{11}^- и X_{10}^- (количество формальдегида) соответственно прибавили $+33,4$ и $+24,6$, к результатам наблюдений X_{10}^- и X_4^- (количество метанола) соответственно прибавили $+103$ и $+39$, к результатам наблюдений X_{11}^- и X_{10}^- (количество воды) соответственно прибавили $+2,70$ и $+3,11$.

После корректировки результатов снова построили диаграммы рассеяния. Визуальный анализ диаграмм позволил выделить эффекты факторов, влияющих на выделение формальдегида X_7 и X_1 , на выделение метанола X_3 и X_7 и на выделение воды X_3 и X_1 .

Расчеты дали следующие величины эффектов факторов, влияющих: на количество выделяющегося формальдегида $\Delta X_7 = +5,2$, $\Delta X_1 = -3,9$; на количество метанола $\Delta X_3 = +31,5$, $\Delta X_7 = +2,5$; на количество воды $\Delta X_3 = +0,69$, $\Delta X_1 = -0,59$. Проверка статистической значимости показала, что эффекты факторов, влияющих на выделение формальдегида и воды, значимы, а из эффектов факторов, влияющих на выделение метанола, значим только ΔX_3 .

На третьем этапе обработки результатов произвели вторую корректировку и вновь построили диаграммы рассеяния. Анализ диаграмм показал, что величина эффектов всех оставшихся факторов не превышает ошибки опыта, поэтому влияние этих факторов отнесли к «шумовому полю» и на этом закончили анализ результатов экспериментов.

Итак, методом «случайного баланса» определены технологические факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на количество

Таблица 3
Сводная таблица
результатов отсеивающего эксперимента

Исследуемый параметр (выделяемый компонент)	Выделенный фактор	Оценка коэффициента регрессии
Формальдегид	X_{11}	+16,70
	X_{10}	+12,30
	X_7	+2,60
	X_1	-1,95
Метанол	X_{10}	+51,50
	X_4	+19,50
	X_3	+15,75
Вода	X_{11}	+1,35
	X_{10}	+1,56
	X_3	+0,35
	X_1	-0,30

формальдегида, метанола и воды, выделяющихся при прессовании ДСП. В табл. 3 приведены эти факторы, а также значения коэффициентов уравнений регрессии [2], по величине которых можно судить о степени влияния фактора на исследуемый параметр.

Из полученных данных следует, что на выделение формальдегида основное влияние оказывает изменение в исследуемых пределах температуры и продолжительности прессования. Количество формальдегида зависит также от влажности стружки внутреннего слоя и плотности плиты, но влияние этих факторов значительно меньше. Знаки перед коэффициентами регрессии

показывают, что чем выше температура, продолжительность прессования и влажность стружки внутреннего слоя, тем больше выделяется формальдегида из плит, в то же время повышение плотности плит снижает его выделение.

Выделение метанола зависит, главным образом, от продолжительности прессования и, в меньшей степени, от количества связующего во внутреннем и наружных слоях плиты. Чем выше значения этих факторов, тем больше выделяется метанола из плит.

Количество воды, выделяющейся при прессовании, в основном зависит от температуры и продолжительности прессования и, в меньшей мере, от количества связующего в наружных слоях и плотности плиты. Увеличение температуры, продолжительности прессования и количества связующего в наружных слоях приводит к более интенсивному выделению воды из плиты, а повышение плотности плит снижает ее выделение.

На основании полученных результатов определили дальнейшее направление исследований, цель которых — снизить выделение токсичных веществ из ДСП.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента.— М.: Металлургия, 1969.— 178 с. [2]. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии.— М.: Высш. школа, 1985.— 327 с. [3]. Обливин А. Н., Воскресенский А. К., Семенов Ю. П. Тепло- и массоперенос в производстве древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 191 с. [4]. Обливин А. Н., Афанасьев Г. Н. Определение количества и состава летучих продуктов при поликонденсации мочевиноформальдегидных смол в процессе прессования древесностружечных плит // Тр. МЛТИ.— М., 1974.— № 64.— С. 24—28. [5]. Рошмаков Б. В., Эльберт А. А., Солечник Н. Я. Определение оптимальных условий получения древесностружечных плит с улучшенными гидрофобными свойствами // Лесн. журн.— 1974.— № 5.— С. 117—122. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Цфасман А. Б. Аналитический контроль в производстве карбамидных смол.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 135 с.

Поступила 14 сентября 1987 г.

УДК 674-416 : 630*824.825.86

СКЛЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ
СТЕПЕНИ ОТВЕРЖДЕНИЯ КЛЕЕВОЙ ПЛЕНКИ

А. Г. ГОРОХОВСКИЙ

Уральский лесотехнический институт

Один из способов оперативного контроля качества склеивания шпона при запрессовке — метод физического моделирования процесса отверждения клеевого слоя, наиболее удаленного от нагревательных плит пресса [1—3, 6]. Физической моделью процесса является клеевой слой, нанесенный на металлическую пластину. Процессы нагрева данной пластины и клеевого слоя реального пакета шпона идентифицированы. В качестве способа фиксации момента завершения процесса отверждения предлагается пленки подвергать склерометрированию, т. е. царапанию жестким индентором. При достижении пленкой определенной твердости индентор не в состоянии процарапать пленку на всю ее толщину. Это приводит к нарушению электрического контакта между индентором и подложкой, о чем говорит затухание сигнальной лампы.

При исследованиях склерометрического метода использовали специальный прибор, конструкция которого в основном аналогична приведенной в работе [1]. Отличие заключается в том, что для определения продолжительности отверждения при постоянной температуре в приборе смонтирован ультратермостат, позволяющий поддерживать температуру его поверхности с точностью $\pm 0,5$ °С. В ходе исследований предполагалось решить следующие основные задачи: подобрать конструкцию индентора; установить зависимость твердости клеевой пленки от степени ее отверждения с учетом свойств клея и ряда внешних факторов; определить метрологические характеристики метода.

К индентору предъявляли следующие требования: приемлемая величина нагрузки; четкость фиксации конкретной твердости; образование царапины небольшой ширины и отсутствие задиров пленки.

В предварительных опытах было опробовано несколько типов инденторов (конические, сферические и т. п.). В результате был выбран индентор в виде двухсторонней лопаточки с углом при вершине 30° (рис. 1, а). Расчетная схема для определения твердости царапанием приведена на рис. 1, б.

Твердость вычисляли как отношение нагрузки на индентор к площади проекции поверхности разрушения клеевой пленки $S_{пр}$, мм²; последнюю определяли из соотношения:

$$S_{пр} = 2\delta \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2\delta R}, \quad (1)$$

где δ — толщина клеевой пленки, мм;

α — двугранный угол при вершине индентора, град;

R — радиус закругления режущей кромки индентора, мм.

(В рассматриваемом случае $\alpha = 30^\circ$; $R = 4$ мм).

Расчетное выражение для определения твердости клеевой пленки, Н/мм², имеет вид:

$$H_{п} = 0,66 Q \delta^{-3/2}, \quad (2)$$

где Q — нагрузка на индентор, Н;

δ — толщина клеевой пленки, мм.

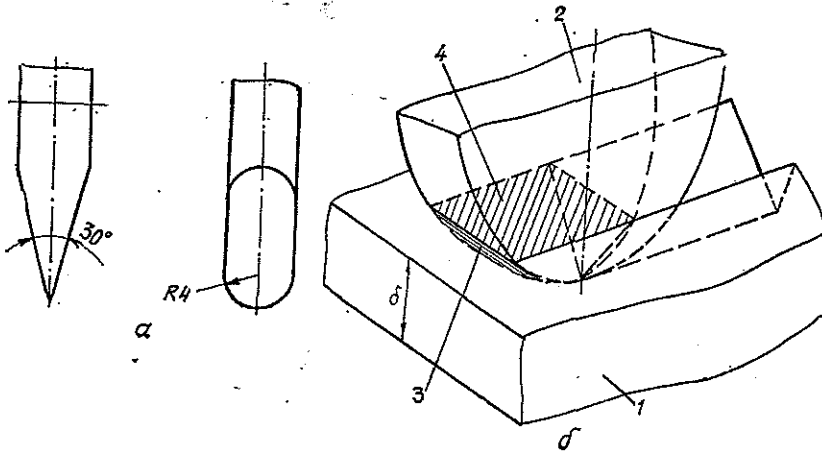


Рис. 1. Индентор для определения твердости клеевой пленки царапанием (а) и расчетная схема определения твердости царапанием (б): 1 — клеевая пленка; 2 — индентор; 3 — поверхность разрушения; 4 — проекция поверхности разрушения

Эксперименты проводили в следующей последовательности. На подложках из медной фольги толщиной 0,05 мм при помощи специального приспособления формировали клеевые пленки толщиной порядка 0,06 мм. В качестве клеевого материала использовали карбамидоформальдегидную смолу марки КФ-Ж (ГОСТ 14231—78) с введением 1 % хлористого аммония. Концентрация смолы — 60...70 %. Выбор этого диапазона связан с тем, что, согласно ГОСТ 14231—78, концентрация клеев КФ-МТ, КФ-Б, КФ-Ж, КФ-БЖ, применяемых в фанерном производстве, должна находиться в пределах 67 ± 2 %. На некоторых предприятиях практикуют, в случае значительно-го повышения вязкости смолы, вводить в состав клея некоторое количество воды, и концентрация может опускаться до 60...62 %. При меньших значениях концентрации обеспечивать высокое качество склеивания шпона затруднительно.

В ходе опыта подложки с нанесенным клеем закрепляли на ультратермостате, температуру которого поддерживали постоянной, соответствующей условиям опыта. На клеевую пленку опускали индентор и включали механизм его перемещения. После затухания сигнальной лампы подложку с отвержденной клеевой пленкой снимали с ультратермостата и быстро охлаждали. Толщину клеевой пленки (вместе с подложкой) определяли в пяти точках при помощи микрометра типа МК-0-25 мм (ГОСТ 6507—60). Клеевые пленки подвергали экстракции для определения степени отверждения.

Анализ экспериментальных данных показал следующее:

концентрация клея в пределах 60...70 % не оказывает существенного влияния на фиксируемую степень отверждения;

с увеличением температуры твердость клеевой пленки уменьшается, что существенно сказывается на показаниях прибора;

достигается хорошее согласие опытного распределения толщины клеевой пленки с нормальным по критерию Колмогорова [4]; параметры нормального распределения: $\bar{X} = 0,0512$ мм, $S = 0,0158$ мм.

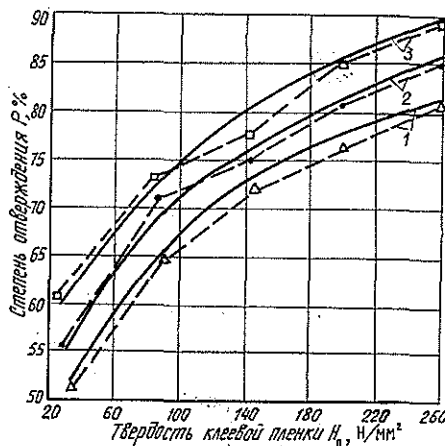


Рис. 2. Взаимосвязь степени отверждения клеевой пленки и ее твердости: 1 — температура отверждения 50 °С; 2 — 70; 3 — 90 °С

На рис. 2 приведены зависимости степени отверждения клеевой пленки от ее твердости при различной температуре.

Усредненную твердость определяли по формуле (2), толщину клеевой пленки принимали равной значению ее математического ожидания, полученного при нахождении параметров нормального распределения. Указанные зависимости позволяют заключить, что твердость и степень отверждения клеевой пленки тесно коррелируют друг с другом. При различных значениях температуры связь данных параметров достаточно хорошо описывается квадратичными парабололами:

$$P_1 = -0,00028 H^2 + 0,208 H + 46,00;$$

$$P_2 = -0,00031 H^2 + 0,223 H + 48,59;$$

$$P_3 = -0,00028 H^2 + 0,200 H + 54,25.$$

При постоянной температуре фиксируемую степень отверждения клеевой пленки P (в процентах) определяли из выражения

$$P = aQ^2\delta^{-3} + bQ\delta^{-3/2} + c, \quad (3)$$

где a, b, c — постоянные уравнения.

Функция $P = f(Q, \delta)$ существенно нелинейна, если рассматривать ее во всем диапазоне варьирования Q . Однако в окрестностях точек Q_1, Q_2, \dots, Q_n эту функцию можно с достаточной для практики точностью линеаризовать. Тогда, считая, что ошибки измерения распределены по нормальному закону и не связаны между собой, заменим величину P членами нулевого и первого порядков ряда Тейлора; среднеквадратическую ошибку $\sigma_{\bar{P}}$ среднего арифметического значения P определим по формуле [5]:

$$\sigma_{\bar{P}} = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial Q}\right)_0^2 \sigma_Q^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial \delta}\right)_0^2 \sigma_{\delta}^2}, \quad (4)$$

где $\frac{\partial P}{\partial Q}, \frac{\partial P}{\partial \delta}$ — частные производные функции $P = f(Q, \delta)$ по Q, δ ;
 $\sigma_Q, \sigma_{\delta}$ — соответственно среднеквадратическое отклонение параметров Q, δ .

Следует отметить, что погрешности Q постоянны по величине и могут быть сколь угодно малыми. Отсюда выражение (4) можно привести к виду:

$$\sigma_{\bar{P}} = \left| \frac{\partial P}{\partial \delta} \right| \sigma_{\delta}. \quad (5)$$

После дифференцирования выражение (3) приобретает вид

$$\frac{\partial P}{\partial \delta} = -3aQ^2\delta^{-4} - 1,5bQ\delta^{-5/2}. \quad (6)$$

На рис. 3 приведены зависимости $\sigma_{\bar{P}}$ от P при различных температурах.

Анализ указанных зависимостей показал, что максимальная ошибка фиксации прибором той или иной величины степени отверждения при единичном измерении может достигать 9 %; при трех измерениях ошибка составляет около 5, а при десяти — менее 3 % степени отверждения.

Проведенные исследования позволяют сделать заключение о практической пригодности склерометрического метода для контроля степени отверждения; этот метод обладает при значительной простоте довольно высокими метрологическими характеристиками.

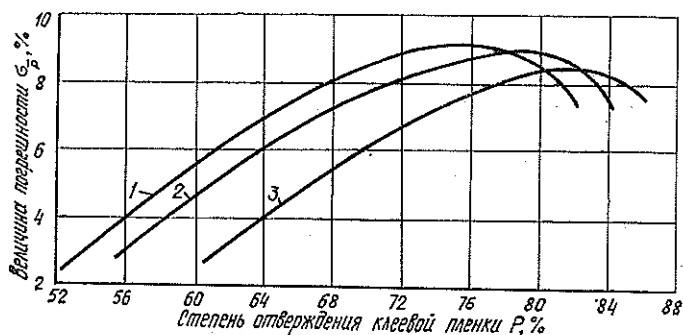


Рис. 3. Точность фиксации величины степени отверждения клеевой пленки склерометрическим методом: 1 — температура отверждения 50 °C; 2 — 70; 3 — 90 °C

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 161841 (СССР). Прибор для определения времени склеивания деталей / В. А. Куликов, В. М. Израильяни, А. А. Спиридонова. — Оpubл. в Б. И., 1964, № 8.
 [2]. Гороховский А. Г. Технологические основы автоматического управления работой кленного пресса: Дис... канд. техн. наук. — Л., 1982. [3]. Гороховский А. Г., Левинский Ю. Б. Контроль продолжительности склеивания шпона на основе физической модели процесса отверждения клея // Лесн. журн. — 1987. — № 2. — С. 58—61. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. ГОСТ 11.006—74. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. — Введ. 01.01.76 до 01.01.81. — М.: Изд-во стандартов, 1979. — 24 с. (Продлен до 01.01.88). [5]. Коротков В. И., Тайц Б. А. Основы метрологии и точности механизмов приборов. — М.: Машгиз, 1961. [6]. Куликов В. А. Производство фанеры. — М.: Лесн. пром-сть, 1976.

Поступила 17 ноября 1987 г.

УДК 621.933.6.001.24

МЕТОД РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ МЕЖПИЛЬНОЙ ПРОКЛАДКИ И ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ С НЕЮ ПАРАМЕТРОВ

Н. И. КОВЗУН
ЦНИИМОД

Толщины межпильных прокладок одного типоразмера на отдельных лесозаготовительных предприятиях могут отличаться в пределах 0,8 мм, что является основным препятствием для организации их централизованного производства. Одна из причин такого расхождения толщин — отсутствие научного обоснования операции поднастройки лесопильной рамы на заданную толщину пиломатериалов. Нормирование этой операции позволит унифицировать толщины межпильных прокладок на лесопильных предприятиях и тем самым снизить их толщину по сравнению с существующим уровнем в среднем на 0,2 мм, а значит на 0,3 % увеличить полезный выход пиломатериалов из сырья, что по экономической эффективности равнозначно использованию рамных пил толщиной 2,0 вместо 2,2 мм.

Для нормирования операции поднастройки необходимо знать ее взаимосвязь с системой контрольных нормативов, обеспечивающих заданную толщину пиломатериалов. Основным нормативом — толщина межпильной прокладки. Имеющиеся методы расчета толщины межпильной прокладки [2, 3] этих взаимосвязей не раскрывают.

В настоящей статье изложен новый метод расчета четырех взаимосвязанных между собой параметров, входящих в систему контрольных

нормативов: толщины межпилыной прокладки, распиловочного размера, допускаемых отклонений по толщине в сырых пиломатериалах, допуска настройки лесопильной рамы на распиловочный размер и дана постановка задачи по оптимизации этих параметров.

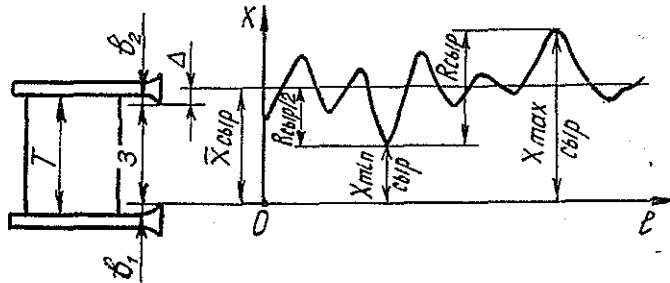


Рис. 1. Схема формирования минимальной толщины сырой доски парой пил, установленных на определенном расстоянии друг от друга с помощью межпилыной прокладки: T — толщина межпилыной прокладки; b_1, b_2 — уширение зубьев пил со стороны выпиливаемой доски; 3 — заданный размер пиломатериалов: $\Delta = \bar{X}_{\text{сыр}} - T + b_1 + b_2$ — погрешность динамической настройки пары пил на заданную толщину доски; $X_{\text{min, сыр}}$, $X_{\text{max, сыр}}$, $\bar{X}_{\text{сыр}}$, $R_{\text{сыр}}$ — минимальная, максимальная, средняя толщина и разнотолщинность доски; l — длина доски

Запишем уравнение суммарной случайной величины — минимальной толщины сырых пиломатериалов $CB \{X_{\text{min, сыр}}\}$ и соответствующих ей статистических оценок $\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}$ и $\sigma_{X_{\text{сыр}}^{\text{min}}}$, используя обозначения суммируемых величин, приведенных на рис. 1:

$$CB \{X_{\text{min, сыр}}\} = CB \{\bar{X}_{\text{сыр}}\} - CB \left\{ \frac{R_{\text{сыр}}}{2} \right\} = CB \{T\} - CB \{b_1\} - CB \{b_2\} + CB \{\Delta\} - CB \left\{ \frac{R_{\text{сыр}}}{2} \right\}; \quad (1)$$

$$\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}} = \bar{\bar{X}}_{\text{сыр}} - \frac{\bar{\bar{R}}_{\text{сыр}}}{2} = \bar{T} - \bar{b}_1 - \bar{b}_2 + \bar{\Delta} - \frac{\bar{\bar{R}}_{\text{сыр}}}{2}; \quad (2)$$

$$\sigma_{X_{\text{сыр}}^{\text{min}}} = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_{b_1}^2 + \sigma_{b_2}^2 + \sigma_{\Delta}^2 + \frac{\sigma_{R_{\text{сыр}}}^2}{2}}, \quad (3)$$

где $\bar{\bar{X}}_{\text{сыр}}$, $\bar{\bar{R}}_{\text{сыр}}$ и $\bar{\Delta} = \bar{\bar{X}}_{\text{сыр}} - \bar{T} + b_1 + b_2$ — соответственно средние толщина, разнотолщинность и погрешность динамической настройки пары пил на заданную толщину пиломатериалов в их суммарной совокупности.

Допускаемые нижнюю и верхнюю границы поля допуска, которым с вероятностью α будет принадлежать $CB \{X_{\text{min, сыр}}\}$, запишем в виде:

$$X_{\text{д.н. мин, сыр}} = \bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}} - t(q'_1) \sigma_{X_{\text{сыр}}^{\text{min}}}; \quad (4)$$

$$X_{\text{д. в}}^{\text{min, сыр}} = \bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}} + t_{(q_1'')} \sigma_{\text{сыр}}^{\text{Xmin}}. \quad (5)$$

Здесь $t_{(q_1')}$, $t_{(q_1'')}$ — квантили распределения, обеспечивающие соответственно уровень дефектности относительно нижней q_1' и относительно верхней q_1'' границы поля допуска (где $q_1' + q_1'' + \alpha = 1$).

Запишем уравнение суммарной случайной величины — минимальной толщины сухих пиломатериалов $CB \{X_{\text{сух}}^{\text{min}}\}$ и соответствующих ей статистических оценок $\bar{X}_{\text{сух}}^{\text{min}}$ и $\sigma_{\text{сух}}^{\text{Xmin}}$:

$$\begin{aligned} CB \{X_{\text{сух}}^{\text{min}}\} &= CB \{\bar{X}_{\text{сыр}}\} - CB \left\{ \frac{R_{\text{сыр}}}{2} \right\} - CB \{y\} - CB \left\{ \frac{\Delta R}{2} \right\} = \\ &= CB \{T\} - CB \{b_1\} - CB \{b_2\} + CB \{\Delta\} - CB \left\{ \frac{R_{\text{сыр}}}{2} \right\} - \\ &\quad - CB \{y\} - CB \left\{ \frac{\Delta R}{2} \right\}; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_{\text{сух}}^{\text{min}} &= \bar{X}_{\text{сыр}} - \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2} - \bar{y} - \frac{\Delta \bar{R}}{2} = \bar{T} - \bar{b}_1 - \bar{b}_2 + \bar{\Delta} - \\ &\quad - \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2} - \bar{y} - \frac{\Delta \bar{R}}{2}; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\sigma_{\text{сух}}^{\text{Xmin}} = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_{b_1}^2 + \sigma_{b_2}^2 + \sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\frac{R_{\text{сыр}}}{2}}^2 + \sigma_y^2 + \sigma_{\frac{\Delta R}{2}}^2}, \quad (8)$$

где y — усушка пиломатериалов;
 ΔR — приращение разнотолщинности пиломатериалов в результате неодинаковой усушки древесины в пределах длины доски.

Допускаемые нижнюю и верхнюю границы поля допуска, которым с вероятностью α будет принадлежать $CB \{X_{\text{сух}}^{\text{min}}\}$, запишем в виде:

$$X_{\text{д. н}}^{\text{min, сух}} = \bar{X}_{\text{сух}}^{\text{min}} - t_{(q_2')} \sigma_{\text{сух}}^{\text{Xmin}}; \quad (9)$$

$$X_{\text{д. в}}^{\text{min, сух}} = \bar{X}_{\text{сух}}^{\text{min}} + t_{(q_2'')} \sigma_{\text{сух}}^{\text{Xmin}}. \quad (10)$$

Здесь $t_{(q_2')}$, $t_{(q_2'')}$ — квантили распределения, обеспечивающие соответственно уровень дефектности относительно нижней q_2' и относительно верхней q_2'' границы поля допуска (где $q_2' + q_2'' + \alpha = 1$).

Среднюю толщину межпилльной прокладки \bar{T} определим из уравнений (7) — (9)

$$\bar{T} = H + \delta^{(-)} + \bar{b}_1 + \bar{b}_2 - \bar{\Delta} + \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2} + \bar{y} + \frac{\Delta \bar{R}}{2} + t_{(q_2')} \sigma_{\text{сух}}^{\text{Xmin}}, \quad (11)$$

где H — номинальная толщина пиломатериалов;
 $\delta^{(-)}$ — допускаемое отклонение сухих пиломатериалов по толщине в сторону уменьшения размера.

Распиловочный размер и допускаемые отклонения по толщине в сырых пиломатериалах можно вычислить соответственно по уравнению

ям (2), (4), (5) после подстановки в них найденной по выражению (11) толщины межпилыной прокладки \bar{T} .

Как видно из уравнения (11), только последнее слагаемое на сегодняшний день не нормировано, что создает резерв уменьшения толщины прокладки за счет введения операции поднастройки лесопильной рамы на заданную толщину пиломатериалов. Все остальные слагаемые либо напрямую регламентированы существующими нормативами ($H, \delta^{(-)}, b, y, \Delta R$), либо косвенно обусловлены нормативами на состояние оборудования, инструмента и режимы резания (Δ, R).

На статистической модели точности рамной распиловки рассмотрим суть операции поднастройки рамы на заданную толщину пиломатериалов и изменение контрольных нормативов, обусловленное введением этой операции.

В работе [1] было показано, что минимальная толщина сырых пиломатериалов в совокупности досок, выработанных парой пил за одну настройку, — центрированная случайная величина с распределением $f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$, а ее среднее значение в совокупности настроек — случайная величина с распределением $f(\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$. Композиция этих распределений дает суммарное распределение $f(X_{\text{сыр}}^{\text{min}}) = f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}) * f(\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$.

По аналогии с минимальной толщиной сырых пиломатериалов запишем уравнения составляющих случайных величин $CB\{\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}\}$ и $CB\{\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}\}$ и соответствующих им статистических оценок $\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}, \sigma_{\text{сыр}}^{\circ X_{\text{сыр}}^{\text{min}}}$ и $\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}, \sigma_{\text{сыр}}^{\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}}$:

$$CB\{\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}\} = CB\{\widehat{X}_{\text{сыр}}\} - CB\left\{\frac{\widehat{R}_{\text{сыр}}}{2}\right\} - \bar{X}_{\text{сыр}} + \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2} = T - b_1 - b_2 + \\ + CB\{\widehat{\Delta}\} - CB\left\{\frac{\widehat{R}_{\text{сыр}}}{2}\right\} - \bar{X}_{\text{сыр}} + \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2}; \quad (12)$$

$$\bar{X}_{\text{сыр}}^{\circ} = 0; \quad (13) \quad \sigma_{\text{сыр}}^{\circ X_{\text{сыр}}^{\text{min}}} = \sqrt{\sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\frac{\widehat{R}_{\text{сыр}}}{2}}^2}; \quad (14)$$

$$CB\{\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}\} = CB\{\bar{X}_{\text{сыр}}\} - CB\left\{\frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2}\right\} = \\ = CB\{T\} - CB\{b_1\} - CB\{b_2\} + CB\{\bar{\Delta}\} - CB\left\{\frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2}\right\}; \quad (15)$$

$$\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}} = \bar{X}_{\text{сыр}} - \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2} = \bar{T} - \bar{b}_1 - \bar{b}_2 + \bar{\Delta} - \frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2}; \quad (16)$$

$$\sigma_{\text{сыр}}^{\bar{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}} = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_{b_1}^2 + \sigma_{b_2}^2 + \sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\frac{\bar{R}_{\text{сыр}}}{2}}^2}, \quad (17)$$

где

$\widehat{X}_{\text{сыр}}$ и $\widehat{R}_{\text{сыр}}$ — средняя толщина и разнотолщинность доски, вы-

работанной парой пил в конкретной настройке;

$\hat{\Delta} = \hat{X}_{сыр} - T + b_1 + b_2$ — погрешность динамической настройки пары пил на заданную толщину доски в конкретной настройке;

$\bar{X}_{сыр}$, $\bar{R}_{сыр}$ и $\bar{\Delta} = \bar{X}_{сыр} - T + b_1 + b_2$ — соответственно средние толщина, разнотолщинность и погрешность динамической настройки пары пил на заданную толщину пиломатериалов, выработанных этой парой пил в конкретной настройке.

Допускаемые нижние и верхние границы поля допуска, которым с вероятностью α будут принадлежать $CB\{\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min}\}$ и $CB\{\bar{X}_{сыр}^{min}\}$, запишем в виде:

$$\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min, д. н} = \bar{X}_{сыр}^{min} - t(q'_3) \sigma_{сыр}^{\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min}}; \tag{18}$$

$$\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min, д. в} = \bar{X}_{сыр}^{min} + t(q''_3) \sigma_{сыр}^{\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min}}; \tag{19}$$

$$\bar{X}_{сыр}^{min, д. н} = \bar{X}_{сыр}^{min} - t(q') \sigma_{сыр}^{\bar{X}_{сыр}^{min}}; \tag{20}$$

$$\bar{X}_{сыр}^{min, д. в} = \bar{X}_{сыр}^{min} + t(q''_4) \sigma_{сыр}^{\bar{X}_{сыр}^{min}}. \tag{21}$$

Здесь $t(q'_3)$, $t(q''_3)$ — квантили распределения, обеспечивающие соответственно уровни дефектности относительно нижней q'_3 и относительно верхней q''_3 границы поля допуска по толщине в совокупности сырых пиломатериалов, выпиленных одной парой пил (где $q'_3 + q''_3 + \alpha = 1$);

$t(q'_4)$, $t(q''_4)$ — квантили распределения, обеспечивающие соответственно уровни дефектных настроек относительно нижней q'_4 и относительно верхней q''_4 границы поля допуска настройки по средней толщине пиломатериалов (где $q'_4 + q''_4 + \alpha = 1$).

Изложенная (назовем ее исходной) система контрольных нормативов суммарной $CB\{X_{сыр}^{min}\}$ и ее составляющих $CB\{\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min}\}$ и $CB\{\bar{X}_{сыр}^{min}\}$ представлена на рис. 2. Тонкими линиями на рис. 2, а изображено суммарное распределение $f(X_{сыр}^{min})$, а на рис. 2, б — составляющие этого распределения $f(\overset{\circ}{X}_{сыр}^{min})$ и $f(\bar{X}_{сыр}^{min})$. Центрированное распределение

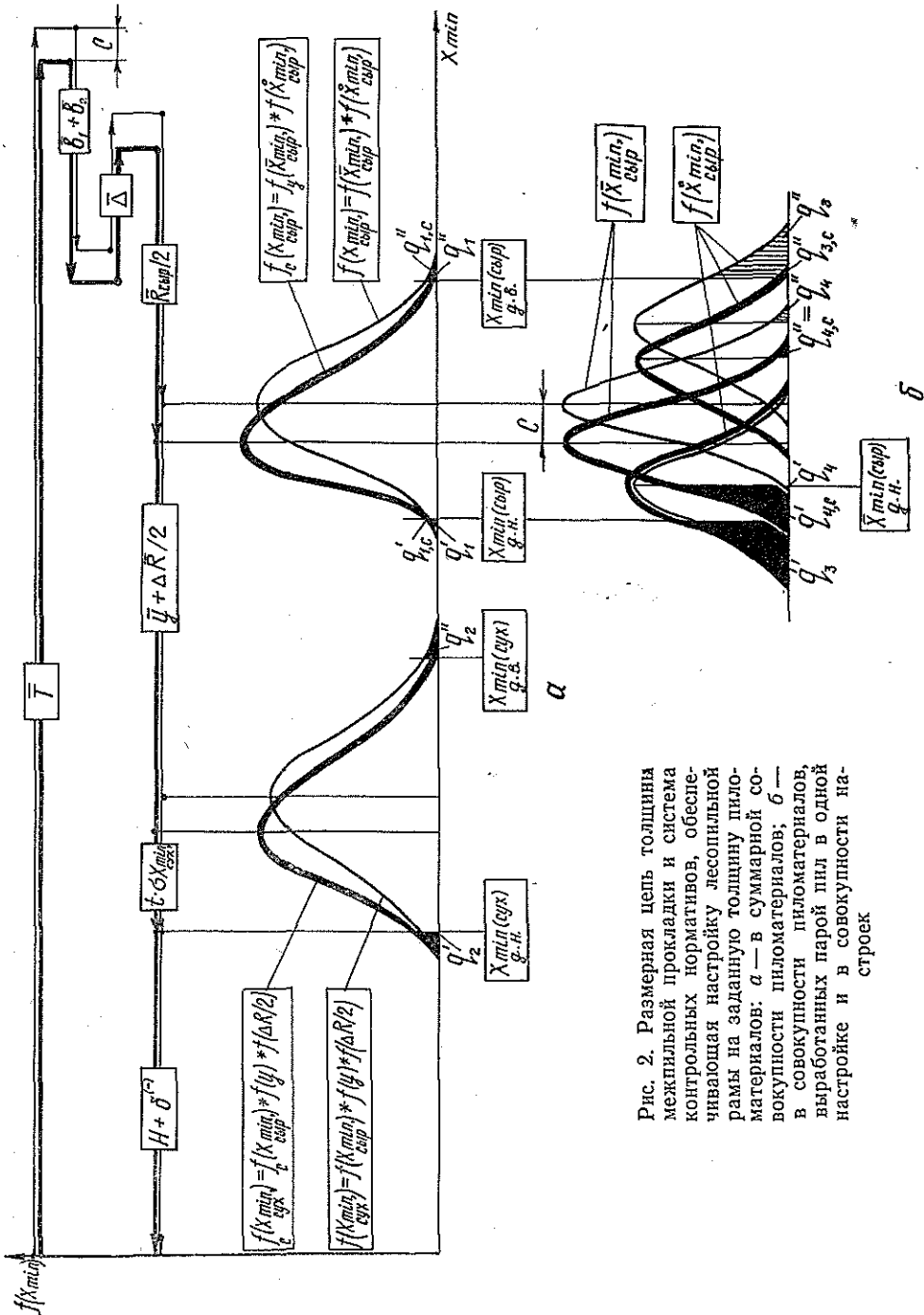


Рис. 2. Размерная цель толщины межпильной прокладки и система контрольных нормативов, обеспечивающая настройку лесопильной рамы на заданную толщину пиломатериалов: *а* — в суммарной совокупности пиломатериалов; *б* — в совокупности пиломатериалов, выработанных парой пил в одной настройке и в совокупности настроек

$f(X^{\circ}_{min}, \text{сыр})$ показано в двух крайних положениях, соответствующих границам поля допуска настройки $\bar{X}^{\circ}_{min, сыр}$ и $\bar{X}^{\circ}_{min, сып}$.

Из рис. 2 видно, что существуют некоторые предельные уровни дефектности q'_3 и q''_3 в сырых пиломатериалах, вырабатываемых парой пил, а также некоторые пренебрежимо малые уровни дефектных наст-

роек q'_4 и q''_4 , отсекаемые центрами распределений $f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$, в которых не обеспечиваются q'_3 и q''_3 . Композиция этих распределений, как уже отмечалось, дает суммарное распределение $f(X_{\text{сыр}}^{\text{min}})$ с уровнями дефектности соответственно q'_1 и q''_1 . С такими уровнями дефектности сырые пиломатериалы поступают на сортплощадку. Процесс статистически управляем, пиломатериалы не забраковываются, уровни дефектности q'_1 и q''_1 переходят в готовую продукцию, поднастройка лесопильной рамы не требуется.

Толщину межпилльной прокладки, вычисленную по уравнению (11), уменьшим на величину C . Изменение исходной системы контрольных нормативов состоит в следующем. Уменьшение толщины прокладки вызовет смещение распределения $f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$ на величину C в сторону нижней границы поля допуска. Положение распределения $f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$ относительно нижней границы поля допуска $X_{\text{д.н}}^{\text{min, сыр}}$ должно остаться без изменения, чтобы сохранился уровень дефектности q'_3 . В результате уровень дефектных настроек с q'_4 увеличится до какой-то существенной величины $q'_{4,c} \gg q'_4$. Появляется необходимость ввести односторонний допуск настройки и отбраковать дефектные настройки.

Можно ввести и двухсторонний допуск настройки, но это нецелесообразно, так как при этом не уменьшается толщина прокладки, а следовательно, не увеличивается полезный выход пиломатериалов из сырья. Повышается только точность размеров пиломатериалов, а поскольку цена пиломатериалов от этого не меняется, то предприятие будет нести убытки за счет потери производительности на дополнительную поднастройку оборудования.

Допускаемую нижнюю границу поля допуска настройки, которой с вероятностью α будет принадлежать $CB\{\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}\}$, запишем в виде:

$$\begin{aligned} \overline{X}_{\text{д.н}}^{\text{min, сыр}} = \overline{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}} - C - t_{(q'_{4,c})} \sigma_{\overline{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}} = \overline{T} - \overline{b}_1 - \overline{b}_2 + \overline{\Delta} - \\ - \frac{\overline{R}}{2} - C - t_{(q'_{4,c})} \sigma_{\overline{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}}}, \end{aligned} \quad (22)$$

где распиловочный размер пиломатериалов

$$\overline{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}} - C = \overline{T} - \overline{b}_1 - \overline{b}_2 + \overline{\Delta} - \frac{\overline{R}}{2} - C; \quad (23)$$

$t_{(q'_{4,c})}$ — квантиль распределения, обеспечивающая уровень дефектных настроек относительно нижней границы $q'_{4,c}$ поля допуска настройки (где $q'_{4,c} + \alpha = 1$).

В результате введения допуска настройки распределение $f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$ со стороны нижней границы поля допуска получается усеченным $f_y(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$ и композиция его с распределением $f(\overset{\circ}{X}_{\text{сыр}}^{\text{min}})$ дает новое распределение $f_c(X_{\text{сыр}}^{\text{min}})$, отличающееся от распределения $f(X_{\text{сыр}}^{\text{min}})$, с уровнями дефектности $q'_{1,c} \neq q'_1$. Иными словами, на сортплощадку будет поступать дополнительный уровень дефектности $\Delta q_c = q'_{1,c} - q'_1$, который потребует отбраковать. Новая система контрольных нормативов также изображена на рис. 2 утолщенными линиями.

Приведенная система контрольных нормативов раскрывает сущность толщины межпилльной прокладки как компенсирующего звена размерной цепи и показывает, что нормирование уменьшения толщины межпилльной прокладки на величину C означает нормирование частоты операции поднастройки рамы $q'_{4,c}$ в общем числе настроек.

Из изложенного видно, что увеличение полезного выхода пиломатериалов из сырья, за счет уменьшения толщины прокладки на величину C , сопровождается потерей производительности лесопильного потока из-за введения операции поднастройки лесопильной рамы в запланированной доле дефектных настроек $q'_{4,c}$ а также долей дефектных пиломатериалов Δq , которую необходимо отбраковать на сортплощадке.

Оптимальное уменьшение толщины межпилльной прокладки $C_{\text{опт}}$ можно определить по критерию максимальной прибыли из целевой функции вида

$$f(P_c) = \left\{ C_1 \left[V \left(1 - \frac{f(\Delta B_c)}{\Phi} \right) (W + f(\Delta W_c)) - f(\Delta q_c) \right] + C_2 f(\Delta q_c) - Z \right\} \rightarrow \max, \quad (24)$$

где $f(P_c)$, $f(\Delta B_c)$, $f(\Delta W_c)$ и $f(\Delta q_c)$ — функции соответственно изменения прибыли от производства и реализации пиломатериалов, изменения времени простоя оборудования на контроль точности настройки и поднастройку, приращения полезного выхода пиломатериалов из сырья и приращения объемов технического брака пиломатериалов по толщине в зависимости от C ;

C_1 , C_2 — оптовые цены реализации годных и дефектных пиломатериалов;

V — паспортная производительность оборудования;

Φ — фонд рабочего времени;

W — полезный выход пиломатериалов из сырья;

Z — затраты на производство пиломатериалов.

Оптимальную толщину прокладки и связанные с ней допускаемые отклонения по толщине в сырых и сухих пиломатериалах, допуск настройки лесопильной рамы на заданную толщину пиломатериалов и распиловочный размер можно определить соответственно по формулам (11), (4), (5), (9), (10), (22), (23) с учетом изменений, которые вносит величина оптимального уменьшения толщины прокладки $C_{\text{опт}}$ в уровни дефектности контролируемых параметров.

Разработанную методику следует рекомендовать для системного нормирования перечисленных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ковзун Н. И. Статистические оценки точности распиловки и методы их вычисления // Лесн. журн.— 1987.— № 2.— С. 116—120. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. ОСТ 13—6—78. Прокладки межпилльные для вертикальных лесопильных

рам.— Взамен ОСТ 13—6—70; Введ. 01.01.79 до 01.01.90.— Типография Минлеспроба СССР.— 9 с. [3]. РТМ по алгоритмизации процессов формирования сечений пиломатериалов / Б. И. Кошуняев, В. Р. Фергин.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1987.— 24 с.

Поступила 10 июня 1987 г.

УДК 674.812

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. А. ШАМАЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Для получения прессованной древесины одноосного (ДПО) уплотнения разработаны четыре способа [2—5]: с предварительным пропариванием [4], с предварительным нагревом [3], лигнамона [2] и дестама [5]. Первые два способа предполагают последовательное осуществление операций прессования и сушки древесины и получили название отдельных. Способы получения лигнамона и дестама включают в себя одновременное проведение операций уплотнения и сушки и называются совмещенными.

Очевидно, для внедрения того или иного способа должны быть даны научно обоснованные рекомендации, учитывающие показатели физико-механических свойств, долговечность материала, простоту изготовления, доступность применяемого сырья и химикатов, энергоемкость процесса и т. д. Важное значение имеет также технико-экономическая эффективность изготовления и применения материала, которую принято определять как отношение эффекта к затратам в стоимостном выражении.

В качестве анализируемых факторов целесообразно использовать изменение основных технологических параметров: влажности, удельного давления и температуры при реализации каждого из способов. В предлагаемой работе дан анализ технологичности и энергоемкости вышеуказанных способов получения прессованной древесины.

Оценки производили для 1 т модифицированной древесины (ДМ) в виде бруса ДПО (по ГОСТ 9629—81) размерами 80 × 60 × 500 мм (последний размер вдоль волокон) и плотностью 1100 кг/м³. Считали, что качество получаемых образцов одинаково и соответствует ГОСТ 9629—81. Образцы готовили из заготовок бруса березы размерами 80 × 120 × 500 мм и влажностью 80 %. Технологичность каждого способа оценивали по методике, предложенной в работе [1].

На рис. 1 показано изменение технологических параметров в зависимости от времени воздействия для всех четырех способов. Для трех из них влажность последовательно уменьшается со временем. Исключение составляет изменение влажности для способа с предварительным пропариванием: после линейного снижения для влажности обнаружен максимум.

Более сложными оказались зависимости температуры T процесса от времени воздействия τ . Из рис. 1 ясно, что наиболее технологичен способ получения лигнамона (для этого способа зависимость T/τ наиболее простая), наименее технологичен способ с предварительным пропариванием (три максимума на кривой T/τ).

Как видно из рис. 1, небольшому времени воздействия (2 ч) соответствуют большие значения давления (15... 30 МПа) для отдельных способов, и, наоборот, большим значениям времени воздействия (28... 38 ч) соответствуют незначительные значения давления (0,5... 1,0 МПа) для совмещенных способов.

Как видно из рис. 1, длительность получения 1 т ДМ по способу П. Н. Хухрянского [4] составляет 76 ч, по способу с контактным нагре-

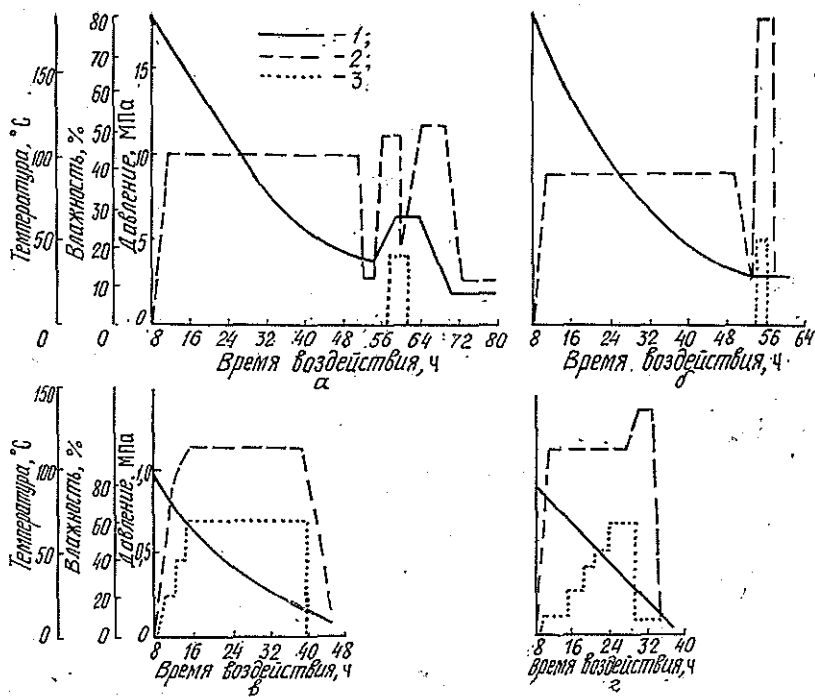


Рис. 1. Изменение технологических параметров в процессе получения модифицированной древесины: а — с предварительным пропариванием; б — с предварительным нагревом; в — получение лигнамона; г — получение дестама; 1 — изменение влажности; 2 — изменение температуры; 3 — изменение давления

вом [3] — 59 ч, получения лигнамона [2] — 46 ч, получения дестама [5] — 34 ч.

Анализ полученных кривых показывает, что для всех способов получения модифицированной древесины лимитирующая стадия — сушка. Для того чтобы продолжительность сушки стала соизмерима с продолжительностью проведения остальных операций, ее длительность не должна превышать 4—5 ч или 2—3 мин на 1 мм толщины изделия.

Помимо сравнения технологичности различных способов получения ДМ, полезно проанализировать энергоемкость. Для каждого из способов сравнивали работу, которую необходимо затратить на технологические операции сушки, прогрева, пропитки, пропаривания, прессования и транспортировки. Для расчета работы прессования A_1 использовали формулу

$$A_1 = pS^2L, \quad (1)$$

где p — давление, Па;
 S^2 — площадь прессуемой заготовки, м²;
 L — путь, проходимый верхней плитой пресса, м.

Работу A_2 , выполняемую в остальных операциях (в том числе с использованием ручного труда), вычисляли по формуле:

$$A_2 = Nt. \quad (2)$$

Здесь N — мощность источника энергии, Дж/с;
 t — время, с.

В табл. 1 приведен перечень технологических операций для каждого способа.

Таблица 1

№ п/п	Перечень технологических операций, составляющих совокупность каждого способа			
	с предварительным пропариванием (а)	с предварительным прогревом (б)	лигнамона (в)	дестама (г)
1	Загрузка бруса в сушильную камеру	Загрузка бруса в сушильную камеру	Загрузка бруса в автоклав	Загрузка бруса в центрифугу
2	Сушка в камере	Сушка в камере	Вакуумирование	Пропитка и обезвоживание
3	Выгрузка бруса из камеры	Выгрузка бруса из камеры	Обработка аммиаком	Выгрузка бруса из центрифуги
4	Механическая обработка перед прессованием	Транспортировка бруса к прессу	Сушка под давлением	Транспортировка бруса к сушилке
5	Транспортировка бруса к автоклавам	Укладка бруса в пресс	Выгрузка заготовок из автоклава	Укладка бруса в сушилку
6	Загрузка в автоклавы	Прессование	—	Сушка под давлением
7	Пропаривание бруса	Выгрузка заготовок из пресса	—	Выгрузка заготовок из сушилки
8	Установка прессформ	—	—	—
9	Выгрузка бруса из автоклава и загрузка в прессформы	—	—	—
10	Прессование	—	—	—
11	Загрузка прессформ в сушилку	—	—	—
12	Сушка заготовок	—	—	—
13	Выгрузка заготовок из прессформ	—	—	—

Как видно из данных табл. 1, совмещенный способ получения лигнамона характеризуется минимальным числом операций (5), способ с предварительным пропариванием — максимальным числом операций (13).

Энергию, необходимую для реализации каждого способа, рассчитывали графическим методом. На оси ординат откладывали мощность используемых единиц, кВт; на оси абсцисс — время их функционирования.

Таблица 2

Энергоемкость различных способов получения модифицированной древесины

Способ	Работа, МДж	
	общая	на одного человека
С предварительным пропариванием (а)	363	20
С предварительным нагревом (б)	311	8
Получение лигнамона (в)	241	4
» дестама (г)	182	8

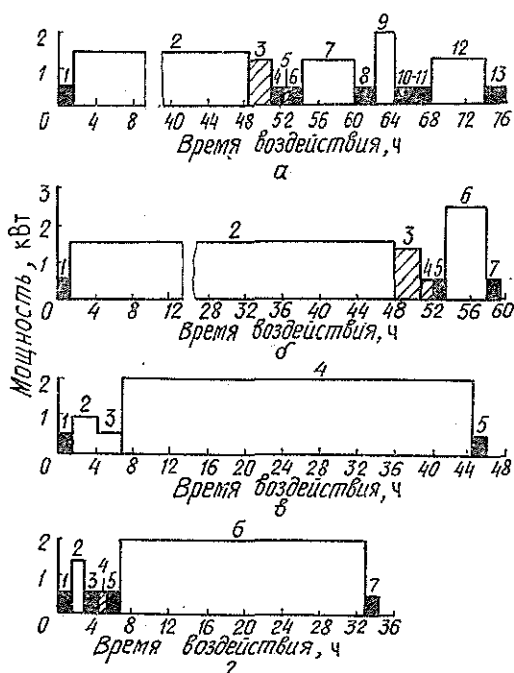


Рис. 2. Диаграмма энергоемкости различных способов модификации древесины: а — с предварительным пропариванием; б — с предварительным нагревом; в — получение лигнамона; г — получение дестама

ния, ч. Производимая работа, МДж ($1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \text{ МДж}$), выразится площадями соответствующих прямоугольников (рис. 2).

Зачерненные прямоугольники обозначают операции, выполненные целиком за счет ручного труда, заштрихованные — выполненные машиной в сочетании с ручным трудом, незаштрихованные — без использования ручного труда.

Суммируя работу, затрачиваемую на выполнение каждой операции, можно вычислить работу, необходимую для получения 1 т ДМ различными способами (табл. 2), из данных которой следует, что наименее энергоемки совмещенные способы, причем способ получения лигнамона требует наименьших затрат ручного труда (менее 2 %).

Наибольшей энергоемкостью и максимальной долей затраты ручного труда отличается способ получения ДМ с предварительным пропариванием. Ясно, что нет смысла рекомендовать такой способ для массового производства бруса ДПО.

Анализ диаграмм, приведенных на рис. 2, показывает, что 70... 75 % всего энергетического баланса процесса получения ДМ расходуется на операцию сушки. Сокращение продолжительности сушки до 4—5 ч позволит снизить затраты энергии на 1 т ДПО до 70... 80 МДж с долей ручного труда 2 МДж за счет механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Наиболее перспективен с этой точки зрения способ получения дестама, имеющий свои специфические отличия от других способов.

Снижение предела вынужденной эластичности при сжатии пластифицированной древесины позволяет совмещать стадию уплотнения с сушкой древесины. Совмещение стадий значительно упрощает технологию получения модифицированной древесины. Древесину, пластифицированную мочевиной в количестве 10... 15 % от массы абс. сухой древесины и имеющую влажность 60... 80 %, сушат при давлении 0,5... 0,8 МПа до влажности 3... 5 %. Плотность древесины возрастает до 1200 кг/м^3 , что позволяет получать более качественный мате-

риал, обладающий повышенными прочностными характеристиками. Постоянное присутствие пластификатора — мочевины — в древесине дает возможность повышать давление не в начальный период, а постепенно на всем протяжении сушки; технологическая деформация линейно зависит от нагрузки и определяется степенью податливости материала.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вигдорович А. И., Сагалаев Г. В. Применение древлпастов в машиностроении.— М.: Машиностроение, 1977.— 150 с. [2]. Зиемелис А. Э., Берзиньш Г. В., Скрупской В. П. Некоторые исследования деформативных свойств древесины в процессе одновременного уплотнения и сушки // Современные проблемы древесиноведения.— 1971.— С. 189—190. [3]. Нысенко Н. Т., Генель С. В. Пластификация цельной древесины.— М.; Л.: Гослесбуиздат, 1958.— 252 с. [4]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 351 с. [5]. Шамаев В. А., Гребенчиков А. В. Получение DESTAMA совмещенным способом // Современные проблемы древесиноведения.— Воронеж, 1981.— С. 280—282.

Поступила 16 сентября 1987 г.

УДК 66.047.9 : 518.5

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ КОРЫ ЕЛИ ПО ПЛАНУ ПФЭ 2⁴

В. Л. ЛОМАЗОВ, Н. В. КАЗАЧИНСКАЯ, А. А. БОРДОНОС

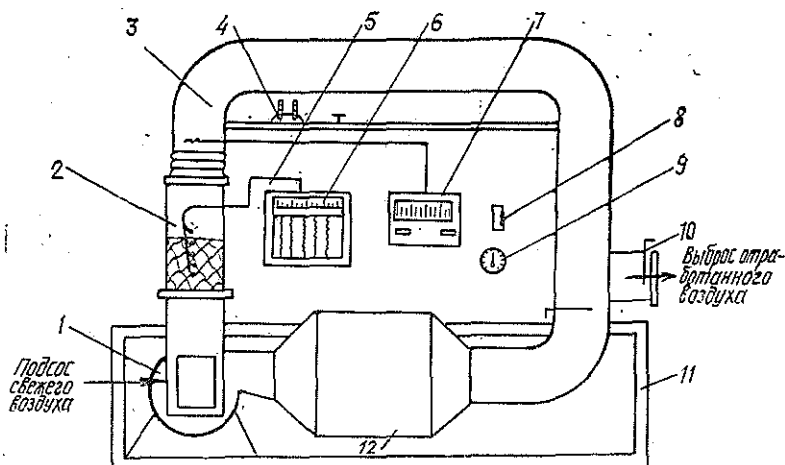
Институт технической теплофизики АН УССР

Киевский политехнический институт

Комплексное использование сырья и внедрение безотходных технологий — актуальная задача для целлюлозно-бумажных комбинатов и лесопромышленных комплексов. Из образующейся при окорке балансов массы коры применяют лишь небольшую часть (около 15 млн т/год [3]), а остальную массу сбрасывают в короотвалы. В Институте технической теплофизики АН УССР (ИТТФ) разработана технология сушки коры ели, образующейся при механизированной окорке балансов, для дальнейшей ее переработки и извлечения из нее ценных продуктов — дубителей для кож. Основной процесс этой технологии — сушка коры до влажности 16...22 %, осуществляемая в конвейерной сушилке ЛМК [4].

Для совершенствования процесса сушки — нахождения оптимальных условий его проведения — и самой сушилки необходимо иметь математическую модель процесса. При мало изученном механизме тепло- и влагообмена сушки коры ели составление такой модели — довольно сложная задача. На практике обычно прибегают к упрощенным методам, среди которых важное место занимают исследования кинетики сушки, позволяющие определить важные характеристики — максимальную скорость сушки, продолжительность отдельных периодов и всего процесса и др. — при изменении основных параметров сушильного агента и сушимого материала: температуры и скорости теплоносителя, размеров частиц, высоты слоя, с которой однозначно связана удельная нагрузка сушильной камеры (конвейерной ленты).

В настоящее время широко применяют методы математического планирования эксперимента, позволяющие резко сократить число опытов и оценить одновременное воздействие нескольких факторов при поиске оптимальных условий проведения процесса [1, 2]. Для получения математической модели процесса сушки коры ели был спланирован полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2⁴.



Опыты проводили на лабораторной экспериментальной установке (см. рис.), предназначенной для исследования кинетики сушки в продуваемом слое. Установка состоит из вентиляционно-калориферного контура, который включает вентилятор 1 (крыльчатка его насажена на вал электродвигателя привода ПМУ 9), рабочую камеру 2, воздуховоды 3, электрокалорифер 12. Температуру воздуха на входе в рабочую камеру измеряли и регулировали с помощью термодары 5 и потенциометра КВП 7, температуру материала в камере регистрировали с помощью термодары 6 и потенциометра КСП-2 6. Влагосодержание воздуха в контуре контролировали психрометром 4, скорость воздуха в рабочей камере регулировали с помощью привода ПМУ, кратность рециркуляции — шиберами 10; 8 — пусковой автомат; 11 — станина.

Методика проведения опытов состояла в следующем. В соответствии с программой эксперимента устанавливали определенные значения температуры и скорости теплоносителя, в рабочую камеру загружали требуемое количество коры и включали секундомер. Периодически рабочую камеру помещали на весы (первые 10 мин с интервалом 2 мин, последующие 20 мин с интервалом 5 мин, затем с интервалом 10 мин) для измерения убыли массы. Сушку вели до постоянной массы. Начальную и конечную влажность коры определяли методом высушивания до абс. сухой массы по ГОСТ 0663—74.

Эксперимент вели на двух уровнях при одновременном варьировании всех четырех факторов, значения которых обусловлены технологическими возможностями практического осуществления процесса.

Проведенные ранее исследования по кинетике сушки коры ели и по влиянию параметров сушильного агента и материала на скорость процесса [5] позволили наметить пределы изменения факторов, выделить уровни и интервалы их варьирования с учетом как технологических возможностей проведения процесса, так и оказываемого влияния выбранных факторов в намеченных пределах изменения.

В качестве выходного параметра была принята продолжительность сушки τ в минутах. Ранее проведенные исследования [5] позволяют считать, что существенное влияние на выходную величину τ оказывают следующие факторы: температура воздуха T , °С; скорость воздуха W , м/с; высота слоя материала H , мм; длина кусочков коры l , мм. Обозначения факторов процесса, их уровни и интервалы варьирования представлены в табл. 1, матрица планирования ПФЭ 2^4 , результаты эксперимента и значения продолжительности сушки, рассчитанные по уравнению регрессии, — в табл. 2.

Математическую модель процесса сушки предполагали искать в виде уравнения регрессии

$$\begin{aligned} \hat{\tau} = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + \\ & + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + \\ & + b_{234}x_2x_3x_4 + b_{1234}x_1x_2x_3x_4. \end{aligned} \quad (1)$$

Таблица 1

Уровень варьирования факторов	Обозначение	$T, ^\circ\text{C}$	$W, \text{ м/с}$	$H, \text{ мм}$	$l, \text{ мм}$
		x_1	x_2	x_3	x_4
Основной	0	100	1,0	75	40
Верхний	+	120	1,25	100	60
Нижний	-	80	0,75	50	20
Интервал варьирования		20	0,25	25	20

Таблица 2

№ п/п	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	τ_1	τ_2	$\bar{\tau}$	$\hat{\tau}$
1	+	+	+	+	+	48	50	49	49,9
2	+	-	+	+	+	109	111	110	109,4
3	+	+	-	+	+	76	74	75	75,6
4	+	-	-	+	+	163	159	161	160,1
5	+	+	+	-	+	41	39	40	40,4
6	+	-	+	-	+	94	96	95	96,9
7	+	+	-	-	+	71	69	70	68,1
8	+	-	-	-	+	138	142	140	139,6
9	+	+	+	+	-	38	40	39	38,1
10	+	-	+	+	-	85	83	84	84,6
11	+	+	-	+	-	68	70	69	68,4
12	+	-	-	+	-	128	132	130	130,9
13	+	+	+	-	-	32	36	34	33,6
14	+	-	+	-	-	80	78	79	77,1
15	+	+	-	-	-	63	65	64	65,9
16	+	-	-	-	-	113	117	115	115,4

Весь расчет был выполнен на ЭВМ «Мир-2».

Оценку дисперсии воспроизводимости или ошибки опыта проводили по параллельным опытам; построчные дисперсии были проверены на однородность по критерию Кохрена; расчетное значение критерия $G_p = 0,129$ и табличное $G_r = 0,46$ — для уровня значимости $q = 0,05$, степеней свободы $f_1 = 1$ и $f_2 = 16$. Так как $G_p < G_r$, то дисперсии однородны. Дисперсия воспроизводимости S_y^2 и дисперсия коэффициентов S_b^2 уравнения (1) оказались соответственно равными 3,875 и 0,121.

Расчитанные коэффициенты уравнения регрессии по известным формулам [1, 2] были проверены на значимость по критерию Стьюдента ($t_r = 2,12$ для уровня значимости $q = 0,05$ и степеней свободы $f = 16$) и t -отношению. В результате проверки коэффициенты b_{24} , b_{234} и b_{1234} оказались незначимыми, и уравнение регрессии приняло окончательный вид:

$$\begin{aligned} \hat{\tau} = & 84,625 - 29,625x_1 - 18,375x_2 + 5,0x_3 + 7,875x_4 + 3,875x_1x_2 - \\ & - 2,0x_1x_3 - 4,375x_1x_4 - 0,75x_2x_3 + 1,25x_3x_4 + 1,25x_1x_2x_3 + \\ & + 1,125x_1x_2x_4. \end{aligned} \quad (2)$$

Дисперсия адекватности полученного уравнения составила $S_{ад}^2 = 9,401$ при степенях свободы $f_{ад} = 4$. Проверка на адекватность уравнения (2) дала расчетное значение критерия Фишера $F_p = 2,43$, что меньше табличного значения ($F_r = 3,01$) для уровня значимости $q = 0,05$ и степеней свободы $f_{ад} = 4$ и $f_1 = 16$. Это позволяет заключить, что полученное уравнение регрессии (2) адекватно описывает процесс сушки коры ели.

Уравнение регрессии с переменными в натуральном масштабе выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \hat{\tau} = & 157,75 - 0,32T - 22,0W + 1,62H + 2,425l - \\ & - 0,425TW - 0,014TH - 0,022Tl - 1,12WH + 0,0025Hl - \\ & - 1,125Wl + 0,017WH + 0,011TWl. \end{aligned} \quad (3)$$

Анализ уравнения (2) по величине линейного коэффициента и его знаку при каждом факторе позволяет заключить, что на продолжительность сушки коры ели более всего оказывают влияние температура и скорость воздуха, причем с увеличением каждого из этих факторов продолжительность сушки уменьшается. Далее по уменьшению степени влияния на выходную величину идет длина кусочков коры, затем высота слоя, причем с увеличением каждого из этих факторов продолжительность сушки увеличивается.

Рассмотрим двойные эффекты взаимодействия. Оказывается, что одновременное увеличение или уменьшение температуры и скорости, а также высоты слоя и длины кусочков коры ели приводит к возрастанию длительности сушки. Так как знаки у линейных эффектов x_3 и x_4 и у двойного эффекта взаимодействия x_3x_4 одинаковы, то для уменьшения продолжительности сушки необходимо одновременно уменьшить высоту слоя и длину кусочков коры.

При линейных эффектах x_1 и x_2 , имеющих знак минус, и двойном эффекте взаимодействия x_1x_2 с положительным знаком уменьшение выходной величины все равно возможно при одновременном увеличении x_1 и x_2 , так как коэффициенты при линейных эффектах значительно больше, чем у двойного эффекта взаимодействия x_1x_2 . Двойной эффект взаимодействия x_1x_3 отрицателен при разных знаках у линейных эффектов ($-yx_1$ и $+yx_3$).

Учитывая коэффициенты при линейных эффектах и у двойного эффекта взаимодействия, можно заключить, что увеличение температуры и уменьшение высоты слоя будут способствовать ускорению процесса сушки. Подобные выводы можно сделать при анализе влияния двойных взаимодействий x_1x_4 и x_2x_3 . Влияние тройных эффектов взаимодействия $x_1x_2x_3$ и $x_1x_2x_4$ благоприятно при одновременном увеличении x_1 и x_2 и уменьшении x_3 и x_4 .

Достоинство полученной полиномиальной математической модели состоит в том, что хотя она и не отражает физической картины процесса, тем не менее, позволяет находить оптимальные условия его протекания. В данном случае статистическую математическую модель можно положить в основу оптимизации процесса сушки коры ели в конвейерных сушилках.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.— М.: Наука, 1971.— 283 с. [2]. Бондарь А. Г., Статюха Г. А. Планирование эксперимента в химической технологии.— Киев: Вища школа, 1976.— 184 с. [3]. Веретенник Д. Г. Использование древесной коры в народном хозяйстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 120 с. [4]. Громов В. Г., Қирақосьянц М. Х., Ломазов В. Л. Разработка технологии сушки коры ели — отходов целлюлозно-бумажных комбинатов и лесопромышленных комплексов // Состояние и перспективы развития сушки древесины: Тез. докл. к Всесоюз. науч.-техн. совещанию.— Архангельск, 1985.— С. 92—95. [5]. Ломазов В. Л. Исследования кинетики сушки коры ели // Состояние и перспективы развития сушки древесины: Тез. докл. к Всесоюз. науч.-техн. совещанию.— Архангельск, 1985.— С. 73—76.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.817-41

ОСАЖДЕНИЕ САПРОПЕЛЕВЫХ ЧАСТИЦ
НА ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКНАХ ПРИ ПРОКЛЕЙКЕ

В. Б. СНОПКОВ, Т. А. СНОПКОВА, Т. В. СУХАЯ

Белорусский технологический институт

Ранее было показано, что для проклейки древесноволокнистых плит (ДВП) можно применять сапропель — вещество биогенного происхождения, образующееся на дне пресноводных водоемов. Проклейка особенно эффективна при использовании в качестве осадителей катионных полиэлектролитов: полиэтиленимина, катионного сополимера амифлока и закрепителя У-2 [5]. В этом случае достигаются наиболее высокие физико-механические показатели ДВП. В данной работе авторы попытались объяснить отмеченное явление.

Известно [4, 9, 14], что катионные полиэлектролиты при введении в древесноволокнистую или бумажную массу вызывают флокуляцию древесных (целлюлозных) волокон, ускоряют обезвоживание массы и снижают потери мелких волокон и частиц проклеивающих дисперсий при отливе. Замечено [11, 14, 15], что флокуляция наступает при приближении компонентов волокнистой массы к изоэлектрическому состоянию, т. е. является прямым следствием изменения электрокинетического потенциала (ζ -потенциала) волокон. Изучению механизма флокуляции водных дисперсий целлюлозы катионными полиэлектролитами посвящен целый ряд работ советских [3, 10] и зарубежных [7, 8, 12, 13] авторов. Но для древесноволокнистой массы исследования не проводили.

Древесноволокнистая масса, по сравнению с целлюлозной, имеет ряд особенностей, к которым следует, прежде всего, отнести грубый помол массы и большую неоднородность размеров отдельных волокон. Поэтому интересно было проследить изменение электрокинетического потенциала древесных волокон различного фракционного состава при обработке их катионным полиэлектролитом.

В опытах использовали волокна, полученные на лабораторном дефибраторе из древесины березы.

Разделение волокон на фракции производили с помощью фракционатора древесной массы (ФДМ). Потенциал определяли методом протекания [6] для волокон, удержанных на сетках № 9 (грубая фракция), № 20 (средняя фракция) и № 40 (мелкая фракция).

На рис. 1 приведена зависимость ζ -потенциала волокон различных фракций от количества закрепителя У-2, введенного в древесноволокнистую массу.

При увеличении дозировки закрепителя У-2 от 0 до 0,30 % ζ -потенциал волокон возрастает. Чем мельче фракция волокон, тем быстрее это происходит. При дальнейшем введении полиэлектролита (от 0,30 до 0,65 %) электрокинетический потенциал мелких волокон уменьшается, средних — сохраняется постоянным, а крупных — продолжает увеличиваться с прежней скоростью. Повышение дозировки У-2 свыше 0,65 % вновь приводит к возрастанию ζ -потенциала волокон, причем скорость этого возрастания постепенно выравнивается для всех фракций.

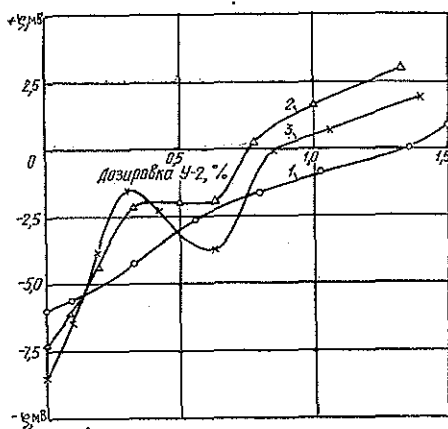


Рис. 1. Зависимость электрокинетического потенциала березовых волокон различных фракций от дозировки закрепителя У-2: 1 — грубая фракция; 2 — средняя; 3 — мелкая

Подобное изменение электрокинетического потенциала наблюдали авторы [1] при обработке целлюлозно-каолиновой дисперсии катионным полиакриламидом [1]. Они отметили, что увеличение ζ -потенциала происходит не на всем диапазоне дозировок полимера; при незначительных его количествах электрокинетический потенциал несколько уменьшается, а затем снова начинает возрастать. Аналогичный результат был получен [4] при действии на целлюлозную дисперсию полиэтиленimina.

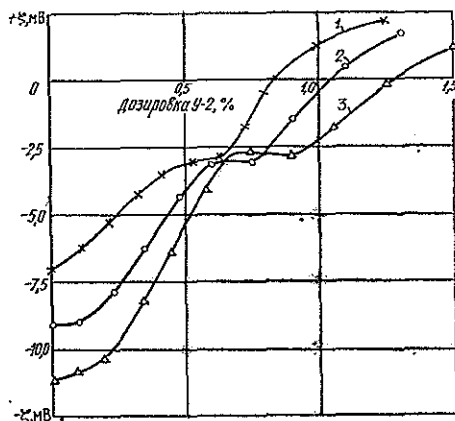
Ход кривых на рис. 1 можно объяснить, если допустить, что отрицательный заряд древесных волокон неодинаков на различных участках их поверхности. В местах разрушений клеточной стенки, образовавшихся в период термомеханического размола, он несколько выше, чем на «гладкой» неразрушенной поверхности волокон. В пользу подобного допущения свидетельствует факт существенной зависимости ζ -потенциала древесных (и целлюлозных) волокон от степени помола [6].

Положительно заряженные молекулы катионного полиэлектролита, введенного в древесноволокнистую массу, в первую очередь присоединяются к участкам поверхности волокон, имеющим повышенный отрицательный заряд, — к активным центрам. Естественно, что объемная молекула полиэлектролита, обладающая большим положительным зарядом, присоединившись к активному центру, в большей степени снизит отрицательный заряд волокна, чем такая же молекула, присоединившаяся к гладкой поверхности.

Следовательно, чем больше активных центров и выше их местный отрицательный заряд, тем быстрее должно происходить увеличение ζ -потенциала древесных волокон с возрастанием дозировки полиэлектролита. Именно это и видно из рис. 1, где при изменении дозировки закрепителя У-2 от 0 до 0,30 % электрокинетический потенциал мелких волокон возрастает значительно быстрее, чем крупных. По мере присоединения активными центрами молекул полиэлектролита в целом отрицательно заряженные древесные волокна приобретают отдельные участки, заряженные положительно.

В такой ситуации подвижные и имеющие большое количество активных центров мелкие волокна образуют более крупные агрегаты, легко наблюдаемые визуально. Соединение происходит за счет взаимодействия положительно заряженного активного центра одного волокна с отрицательно заряженной поверхностью другого. Поскольку плотность заряда активных центров выше плотности заряда гладкой поверхности, этот процесс приводит к уменьшению ζ -потенциала агрегатов из мелких волокон при увеличении дозировки У-2 от 0,30 до 0,65 %.

Рис. 2. Зависимость электрокинетического потенциала березовых волокон, проклеенных сапропелем, от дозировки закрепителя У-2; 1 — непроклеенные волокна; 2 — 2 % сапропеля; 3 — 5 % сапропеля



У волокон крупной фракции из-за значительно меньшего количества активных центров и меньшей подвижности такого явления не наблюдается. Электрокинетический потенциал крупной фракции волокон возрастает. Введение У-2 в количестве более 0,65 % закономерно приводит к равному изменению потенциала у всех фракций волокон. Присоединение молекул полиэлектролита происходит уже на гладкой поверхности крупных волокон или агрегатов ввиду отсутствия свободных активных центров.

На основании вышеизложенного становится понятным S-образный характер кривой 1 на рис. 2, показывающий изменение ζ -потенциала нефракционированных древесных волокон. С увеличением дозировки полиэлектролита присутствующие в системе мелкие волокна с положительно заряженными активными центрами присоединяются к более крупным волокнам, имеющим большую отрицательно заряженную поверхность. Волокна группируются в крупные агрегаты-флокулы, а в целом в древесноволокнистой массе происходит процесс флокуляции.

На практике это явление приводит к известному факту — повышенному удержанию мелочи при формировании волокнистого ковра [4, 5, 9, 14]. Начало процесса флокуляции, наблюдаемое визуально, всегда совпадало с некоторым снижением скорости роста ζ -потенциала волокон при увеличении дозировки полиэлектролита (см. рис. 1, 2) и в зависимости от конкретных условий происходило до или после перезарядки. Определяющие факторы начала флокулирования — состав дисперсионной среды, природа волокон и полиэлектролита.

Как уже отмечалось, катионные полиэлектролиты способствуют удержанию в древесноволокнистой массе сапропелевых частиц. В связи с этим представляло интерес изучить зависимость электрокинетического потенциала древесных волокон, обработанных сапропелем, от дозировки закрепителя У-2. Полученные зависимости представлены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, введение сапропеля в систему не изменяет характера зависимости, однако делает S-образный вид кривой более выраженным. Это свидетельствует об участии сапропеля в процессах, протекающих в древесноволокнистой массе при добавлении катионного полиэлектролита.

Ранее [2] было установлено, что частицы сапропеля, так же как и древесные волокна, имеют отрицательный электрокинетический потенциал, который в зависимости от вида дисперсионной среды составляет от $-25,30$ до $-15,83$ мВ. Следовательно, в водной среде между сапропелевыми частицами и древесными волокнами действуют силы электростатического отталкивания, препятствующие их сближению.

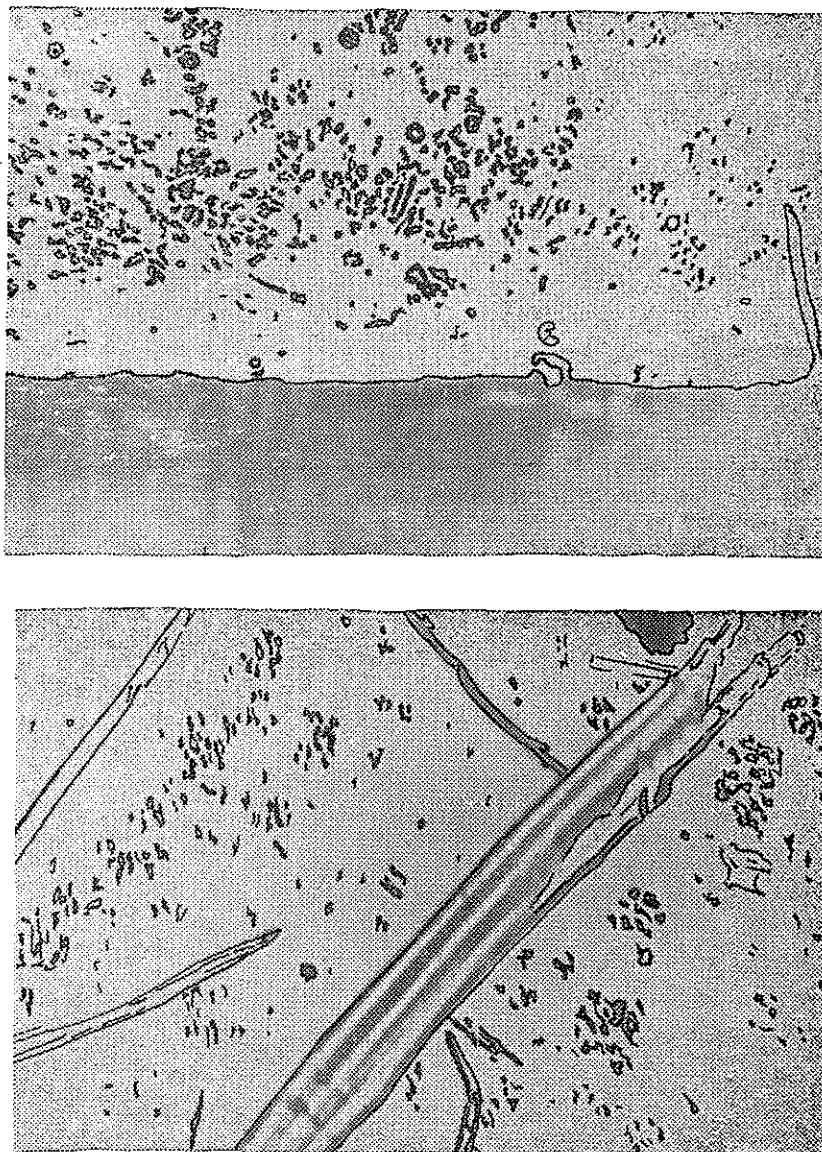


Рис. 3. Взаимное расположение древесных волокон и сапротелевых частиц до введения закрепителя У-2

Этот вывод подтверждают фотоснимки, представленные на рис. 3, которые показывают взаимное расположение волокон и сапротелевых частиц до введения полиэлектrolита. Частицы сапротели, обладающие высоким отрицательным зарядом, наряду с активными центрами древесных волокон, присоединяют молекулы полиэлектrolитов, перезаряжаются и участвуют в процессе флокуляции. Флокуляция способствует осаждению сапротели на древесных волокнах.

Примеры образующихся агрегатов показаны на рис. 4, где, в отличие от рис. 3, ясно видны осевшие на древесных волокнах частицы сапротели.

Влияние дозировки закрепителя У-2 на степень удержания сапротели на древесных волокнах при отливе древесноволокнистого ковра показано в таблице.

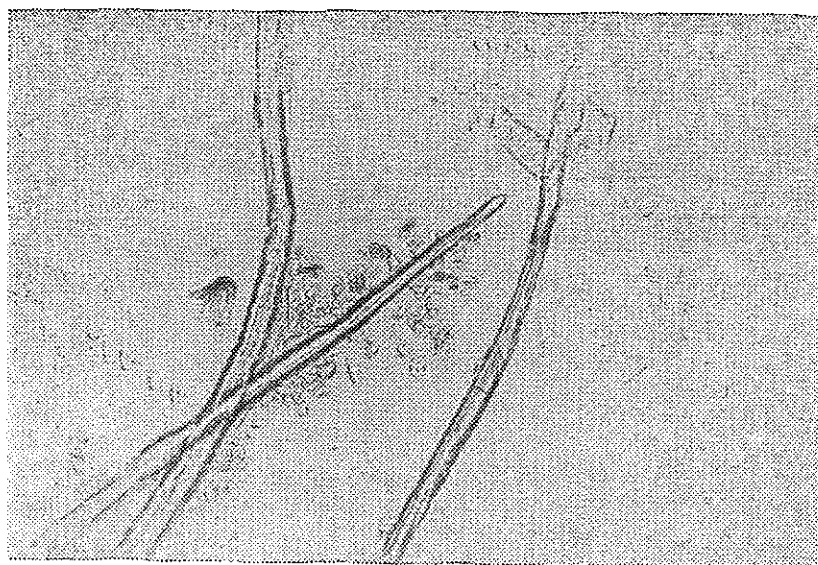
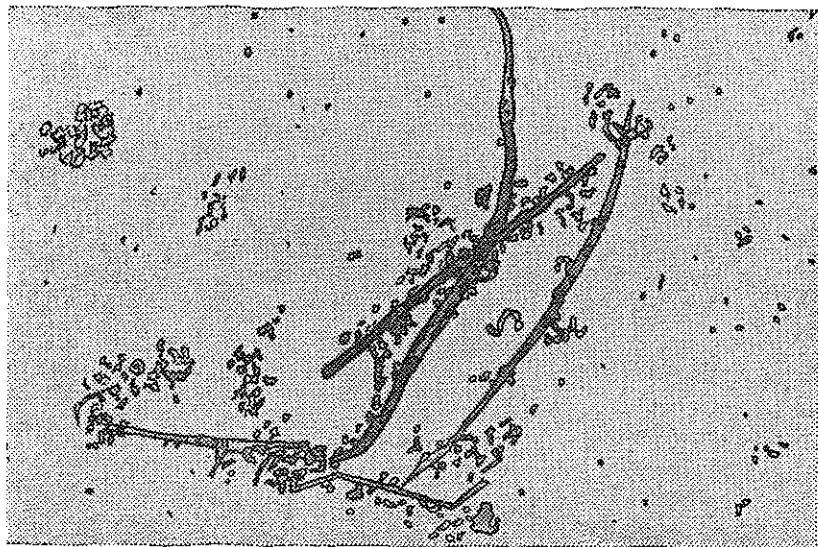


Рис. 4. Взаимное расположение древесных волокон и сапрелевых частиц после введения закрепителя У-2

Среда	Степень удержания сапреля, %, при дозировке закрепителя У-2, %								
	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Дистиллированная вода	20	24	36	74	91	90	79	65	46
Оборотная вода	43	44	46	52	59	83	90	88	80

Количество удержанного сапреля в среде дистиллированной воды по мере прибавления полиэлектролита возрастает, достигает максимального значения, а затем начинает уменьшаться. Характерно наличие высокой степени удержания сапреля (85...90 %) в широ-

ком диапазоне дозировок полиэлектролита 0,90...1,60 %. Этот результат согласуется с ранее полученными данными (рис. 2, кривая 3) по изменению ζ -потенциала проклеенных сапропелем дефибраторных волокон. Наблюдаемый перегиб в ходе кривой, свидетельствующий о протекании процесса флокуляции, совпадает с началом области высокой степени удержания сапропеля. Зависимость степени удержания сапропеля в среде оборотной воды имеет аналогичный характер, однако область максимального удержания в данном случае смещена в сторону больших значений дозировки У-2.

В результате проведенных исследований установлено, что катионные полиэлектролиты вызывают флокуляцию древесноволокнистой массы, обеспечивая тем самым высокую степень удержания сапропелевых частиц при проклейке.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Изучение электрокинетического потенциала бумажной массы / Т. П. Волкова, Е. Г. Ушкова, К. А. Кислюк и др. // Сб. тр. УкрНИИБ.—М.: Лесн. пром-сть.—1968.—№ 11.—С. 70—76. [2]. Исследование электрокинетических свойств сапропеля при производстве древесноволокнистых плит / В. Б. Снопков, Т. В. Сухая, А. С. Позняк, Н. И. Лыч // Лесн. журн.—1982.—№ 6.—С. 101—104. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Лапин В. В. О быстром взаимодействии в системе волокнистая дисперсия—разбавленный раствор катионного полиэлектролита // Сб. тр. ЦНИИБ.—1976.—№ 12.—С. 55—64. [4]. Никольский Н. Г., Чижов Г. И. Влияние добавок полиэтиленimina на электрокинетические свойства бумажной массы и показатели качества бумаги // Бум. пром-сть.—1975.—№ 2.—С. 5—8. [5]. Снопков В. Б. Проклеивающая добавка—сапропель // Плиты и фанера: Науч.-техн. реф. сб.—1980.—Вып. 9.—С. 10—11. [6]. Снопков В. Б., Сухая Т. В., Снопкова Т. А. Исследование электрокинетических свойств дефибраторных волокон // Лесн. журн.—1982.—№ 3.—С. 109—112. (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Alince V., Robertson A. A. Aggregation of microcrystallike cellulose with polyethylenimine // Colloid. and Polym. Sci.—1974.—V. 252, N 11.—P. 920—927. [8]. Beck U., Müller F., Tretter H. Retention und Entwässerung bei der Papierherstellung // Bayer Farben Rev.—1979.—N 31.—S. 27—53. [9]. Horn D. Über die Wirkungsweise organischer Polyelektrolyte bei der Papierherstellung // Zellstoff und Papier.—1979.—Bd. 28, N 3.—S. 129—136. [10]. Lapin V. V. Untersuchungen des Reaktionsmechanismus kationischer Polyelektrolyte mit Papierstoff // Zellstoff und Papier.—1976.—V 24, N 9.—S. 260—264. [11]. Larson L., Szwarcstajn E. Influence of physicochemical conditions and pulp fractions on filler retention // Cellulose Chemistry and Technology.—1979.—V. 13, N 4.—P. 523—535. [12]. Müller F., Beck U. Retentionsmittel, Eigenschaften, Wirkungsweise und Einflussgrößen // Papier.—1979.—Bd. 33.—N 10a.—S. 89—95. [13]. Poschmann F. J. Polymers of ethylenimine and their application in the paper industry // Pulp and Paper Magazine of Canada.—1968.—V. 69, N 8.—P. 59—64. [14]. The Importance of Electrokinetic Properties of Wood Fiber for Papermaking / T. Lindström, Ch. Söremark, Ch. Heinemann, J. Martin-Löf // TAPPI.—1974.—V. 57, N 12.—P. 94—96. [15]. Vallotte P. Retention de potentiel zeta // ATIP.—1975.—V 29, N 1.—P. 1—16.

Поступила 14 ноября 1986 г.

УДК 630*866

ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ В ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Daphne bholua L.

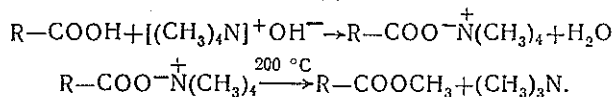
А. С. ДЕГТЯРЕНКО, Р. М. ШРЕСТХА, А. А. ЛЕОНОВИЧ
ИФОХ АН БССР, Ленинградская лесотехническая академия

Произрастающий в Гималаях *Daphne bholua* L.—кустарник из семейства *Thymelaeaceae* А.—является основным сырьем для производства бумаги в Непале. Однако химический состав *D. bholua* L. изучен недостаточно, имеющиеся в литературе данные [5] крайне скудны.

Цель данного исследования—изучить состав кислотных компонентов экстрактивных веществ, извлекаемых органическими растворителя-

ми, луба и древесной части *D. bholua* L. с использованием метода газожидкостной хроматографии.

Пробы луба и древесины в измельченном состоянии экстрагировали пентаном, диэтиловым эфиром и ацетоном. Анализировали смесь метиловых эфиров жирных кислот, которую получали методом термического разложения тетраметиламмониевых солей кислот при проведении ГЖХ-анализа [4]:



Метиловые эфиры жирных кислот анализировали при 200 °С на хроматографе «Хром-2» с пламенно-ионизационным детектором. Колодку (3000 × 4 мм) заполняли хромсорбтом W (60...80 меш.), пропитанным 20 % полиэтиленгликолядипата (ПЭГА). Газ-носитель — гелий (60 мл/мин). Идентификацию компонентов смесей жирных кислот проводили методом хроматографии с «меткой» (стеариновая, пальмитиновая, линолевая, бегеновая кислоты) по значениям их относительного времени удерживания (ОВУ) [2, 3], а также путем использования линий зависимости логарифмов ОВУ метиловых эфиров жирных кислот от числа углеродных атомов в их молекулах [2]. Для идентификации кислот ОВУ на хроматограммах сравнивали с данными литературы по ГЖХ-анализу жирных кислот [1].

Как показали хроматограммы, смоляных кислот в составе экстрактов нет. Найдены только жирные кислоты с числом атомов углерода от 11 до 20. Результаты анализа приведены в таблице. Из полученных данных следует, что качественный и количественный состав жирных кислот луба и древесины различен.

Состав смесей высших жирных кислот в экстрактивных веществах луба и древесины *Daphne bholua* L.

Кислоты	Код кислот	Массовая доля, % по отношению к смеси кислот		ОВУ ПЭГА	
		Луб	Древесина	Эксперимент	Литературные данные [1]
Ненасыщенные		53,52	46,20		
Из них:					
Ундеценовая	11:1	24,62	17,10	0,119	0,126
Физотерриновая	14:1 ⁵	4,41	7,04	0,317	0,316
Пальмитоленовая	16:1 ⁹	2,53	2,80	0,623	0,623
7, 10-Гексадекадиеновая	16:2	0,56	14,92	0,750	0,750
4, 7, 10-Гексадекатриеновая	16:3	1,18	—	0,822	0,840
Олеиновая	18:1 ⁹	8,35	4,34	1,120	1,120
Изоолеиновая	18:1	0,63	—	1,22	1,21
Линолевая	18:2	5,93	—	1,36	1,33
5, 9, 13-Октадекатриеновая	18:3	0,67	—	1,49	1,42
8, 9, 12, 15-Октадекатетраеновая	18:4	4,64	—	1,95	1,96
Насыщенные		45,04	50,90		
Из них:					
Лауриновая	12:0	0,56	1,50	0,154	0,153
11-Метилдодекановая изо	13:0	0,11	0,54	0,180	0,182
Тридекановая	13:0	0,35	1,07	0,216	0,205
12-Метилтридекановая изо	14:0	5,06	11,55	0,265	0,263
12-Метилтетрадекановая изо	15:0	6,22	10,28	0,365	0,370
13, 13-Диметилтетрадекановая нео	16:0	4,78	8,14	0,418	0,419
Пальмитиновая	16:0	15,16	13,39	0,543	0,550
14-Метилгексадекановая	17:0	0,42	2,41	0,680	0,680
Стеариновая	18:0	5,63	2,02	1,00	1,00
Арахидиновая	20:0	6,75	—	1,820	1,820
Неидентифицированная		1,38	2,86	0,239	—

В лубе ненасыщенных кислот содержится больше, чем в древесине. Основные из них: ундеценовая, олеиновая, линолевая кислоты. Присутствующие в лубе 4, 7, 10-гексадекатриеновая, изоолеиновая, ли-

нолевая, 5, 9, 12-октадекатриеновая и октадекатетраеновая кислоты в древесине отсутствуют. Среди насыщенных жирных кислот найдены кислоты нормального и разветвленного (изо-) строения. Основными из них в лубе являются пальмитиновая, арахиновая, 12-метилтетрадекановая, стеариновая, 12-метилтридекановая, 13, 13-диметилтетрадекановая.

В древесине из ненасыщенных кислот преобладают ундеценовая, 7, 10-гексадненовая и физотериновая, из насыщенных кислот — пальмитиновая, 12-метилтридекановая, 12-метилтетрадекановая, 13, 13-диметилтетрадекановая. Арахиновой кислоты в древесине нет.

В общем состав жирных кислот луба более разнообразен, чем древесины, главным образом за счет ненасыщенных кислот C_{18} моно-, ди-, три- и тетраеновых. Исключение составляет олеиновая кислота, присутствующая как в лубе, так и в древесине, но в меньшем количестве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бардышев И. И., Крюк С. И., Ударов Б. Г. Анализ высших жирных кислот природных смол методом газожидкостной хроматографии // Хроматографический анализ в химии древесины.— Рига, 1975.— С. 112—124. [2]. Берифилд Г., Сторрс Э. Газовая хроматография в биохимии.— М., 1964.— 619 с. [3]. Haken J. K. Retention time relationships in the gas chromatography of the methyl ethers of fatty acids // J. Chromatogr.— 1966.— Vol. 23.— P. 375. [4]. Joyce N. M., Lawrence R. V. Resin acid composition of pine oleoresins // J. Chem. Eng. Data.— 1967.— Vol. 12, N 2.— P. 279—282. [5]. Trier J. Ancient paper of Nepal.— Copenhagen, 1972.— 271 p.

Поступила 10 декабря 1987 г.

УДК 630*813

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ И ПЕНТОЗАНОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ*

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Архангельский лесотехнический институт

Легкогидролизуемые полисахариды (ЛГПС) и пентозаны (П) — важнейшие компоненты растительного сырья, определяющие пригодность его для химической переработки в том или ином направлении.

Общепринятые методики их анализа длительны и трудоемки. Так, определение ЛГПС сопряжено с 3-часовым кипячением навески сырья в 2 %-й соляной кислоте с обратным холодильником [2, с. 36], а определение П — с длительным (около 2 ч) кипячением навески в 13 %-й соляной кислоте с периодическим приливанием кислоты и отгонкой [2, с. 49].

В данной работе предпринята попытка ускорить и упростить определение ЛГПС и П, а также уменьшить материальные и энергетические затраты. В основу работы положена идея быстрого, селективного растворения ЛГПС и П из навески сырья в концентрированной соляной кислоте с последующим разбавлением, инверсией и анализом инвертированного раствора.

Предварительно нами установлено, что полное растворение ЛГПС и П из навески сырья достигается в концентрированной соляной кисло-

* Экспериментальная часть выполнена студенткой Т. Таракановой.

те (35...36 %-й) при комнатной температуре в течение 20 мин. Для полного завершения инверсии полученного раствора (после разбавления его водой) достаточно также 20 мин при 100 °С. Все это дает возможность сократить 3-часовую операцию в стандартной методике определения ЛГПС до 20 мин.

Дальнейшие операции сводятся к определению моноз и пентоз в инвертированном растворе; первые из них определяют эбулиостатическим титрованием, т. е. так же, как в [2, с. 42], а вторые — с использованием методики, предложенной нами ранее [1] и основанной на дегидратации пентоз до фурфурола. Важнейшие особенности методики, обеспечивающие быстроту определения П: а) смешение аликвотной части раствора пентоз с определенным количеством концентрированной серной кислоты; б) использование эбулиостата в качестве реактора. В результате на анализ пентоз затрачивается около 20 мин.

Методика. Навеску растительного сырья, измельченного до размера опилок (фракция до 1 мм), около 0,4500...0,5000 г с помощью пробирки для взвешивания вводят на дно мерной колбы вместимостью 100 мл. В колбу с помощью мерной пипетки, опустив ее почти до дна, вливают порциями (с целью равномерного смачивания опилок) 10 мл концентрированной соляной кислоты (35...36 %-й), и смесь выдерживают 20 мин без перемешивания. Затем в колбу вливают порциями, при перемешивании, 50 мл дистиллированной воды, 5 мл 33 %-го раствора гидроксида натрия, доводят дистиллированной водой до метки и еще раз тщательно перемешивают.

Содержимое мерной колбы выливают в коническую колбу на 250 мл, присоединяют к обратному холодильнику и кипятят 20 мин, затем охлаждают до комнатной температуры и фильтруют; часть фильтрата используют для эбулиостатического титрования [2, с. 36] с целью определения ЛГПС, а часть — для определения П. Для этого 5 мл фильтрата* помещают во внутренний сосуд эбулиостата и далее проводят все операции, как в работе [1].

Содержание ЛГПС, % к навеске абс. сухого сырья, рассчитывают по формуле:

$$\text{ЛГПС} = \frac{T \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,89}{1000aH(1 - 0,01W)},$$

где T — титр медно-щелочного раствора по глюкозе, мг;
 1 000 — число мг в 1 г;
 100 — объем фильтрата, мл;
 a — расход фильтрата на титрование медно-щелочного раствора, мл;
 H — навеска сырья, г;
 100 — коэффициент перевода, %;
 0,89 — коэффициент для пересчета моносахаридов в полисахариды;
 W — влажность сырья, %.

Содержание пентозанов (П), % к навеске абс. сухого сырья, определяют из выражения:

$$П = \frac{(a - b) 0,00048 \cdot 100 \cdot 100}{0,55 \cdot 5H(1 - 0,01W)},$$

где a, b — расход 0,01 н. раствора тиосульфата в холостом и рабочем титровании, мл;
 0,00048 — масса фурфурола, эквивалентная 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата, г;

* Можно брать на анализ П раствор и до инверсии.

0,55 — удельный выход фурфурола по отношению к пентозанам в условиях данной методики;

5 — объем фильтрата, взятый на анализ, мл.

В таблице приведены результаты анализов 7 образцов опилок различных древесных пород по испытуемой и общепринятой методикам. Из сравнения можно сделать вывод, что испытываемые методики обеспечивают в основном удовлетворительную точность анализов; это свидетельствует о правильности подхода к совершенствованию методик.

Порода древесных опилок	Содержание ЛГПС, %, по методике		Относительное расхождение, %	Содержание П, %, по методике		Относительное расхождение, %
	общепринятой	испытываемой		общепринятой	испытываемой	
Сосна	16,8	16,7	0,6	12,3	12,3	0,0
Кедр	18,9	16,9	10,6	7,45	7,45	0,0
Пихта	16,2	15,7	3,1	10,2	10,0	1,9
Лиственница	20,8	20,8	0,0	14,4	14,4	0,0
Ель	16,6	16,5	0,6	9,2	8,9	3,2
Береза	26,2	25,5	2,6	21,6	21,8	0,9
Осина	23,3	23,3	0,0	19,7	19,6	0,5

При определении ЛГПС описанными методиками удалось сократить продолжительность кипячения с 3 ч до 20 мин, т. е. в 6 раз; соответственно в 6 раз уменьшились затраты энергии (на 1,5 кВт · ч) и воды на обратный холодильник. При определении П экономия по этим же показателям — в 4—5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гельфанд Е. Д. Методика определения концентрации пентоз в гидролизных средах // Гидролиз. и лесохим. пром-сть.— 1987.— № 4.— С. 23—24. [2]. Емельянова И. З. Химико-технический контроль гидролизных производств.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 366 с.

Поступила 18 декабря 1987 г.

УДК 676.2:537.213

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА УДЕРЖАНИЯ КАТИОННОЙ ПАРАФИНОВОЙ ДИСПЕРСИИ БУМАЖНОЙ МАССОЙ

П. Ф. ВАЛЕНДО

Белорусский технологический институт

Катионные проклеивающие составы представляют большой интерес для целлюлозно-бумажной промышленности, так как при их использовании проклейку в массе можно осуществить в нейтрально-щелочной среде [2, 3]. Важной проблемой как с технологической, так и с экономической точки зрения является выявление условий максимального удержания проклеивающих веществ целлюлозными волокнами [6].

В настоящей статье приведены результаты экспериментальных исследований по изучению ряда факторов, которые влияют на степень удержания катионных проклеивающих дисперсий бумажной массой.

Для проведения эксперимента использовали беленую сульфитную целлюлозу марки АС-0 и катионную парафиновую дисперсию, полученную ультразвуковым способом. В качестве стабилизатора дисперсии применяли катионное поверхностно-активное вещество (ПАВ) — алкилдиметилбензиламмонийхлорид (алкил C_{17} — C_{20}) с массовым содержанием 1 % от абс. сухого парафина. Степень удержания дисперсии

определяли нефелометрическим методом [6], электрокинетический потенциал волокон — методом микроэлектрофореза [5].

На рис. 1 приведены зависимости, отражающие влияние расхода катионной парафиновой дисперсии на электрокинетический потенциал (кривая 1) и на степень удержания парафиновых частиц целлюлозной массой (степень помола — 35 °ШР; кривая 2).

Из рис. 1 следует, что при возрастании массового расхода катионной парафиновой дисперсии до 5 %* ξ -потенциал снижается, однако перезарядки волокон при этом не происходит.

Степень удержания парафиновой дисперсии возрастает до 98 %. Полученные зависимости объясняются тем, что исходное содержание катионного стабилизатора недостаточно для достижения изоэлектрического состояния системы и перезарядки волокон. Но при больших расходах дисперсии суммарное количество стабилизатора возрастает, и ξ -потенциал снижается до

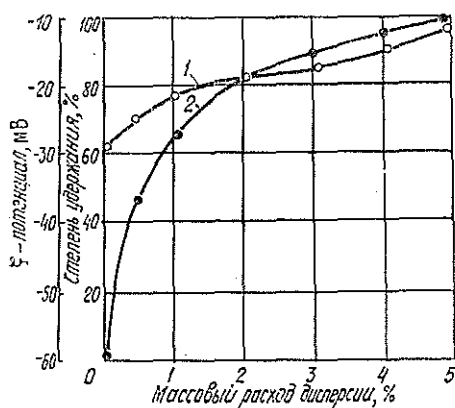


Рис. 1

Таблица 1

Влияние добавок сернокислого алюминия на степень удержания катионной парафиновой дисперсии и на ξ -потенциал бумажной массы

Массовая доля $Al_2(SO_4)_3 \times 18 H_2O$, %	Степень удержания, %	ξ -потенциал, мВ
0	57,1	-21,5
0,5	68,6	-15,9
1,0	77,3	-15,5
2,0	89,3	-14,5
3,0	92,6	-12,0
4,0	93,2	-9,8
5,0	97,6	+8,5

Примечание. Во всех случаях массовый расход дисперсии — 1 %.

удержания проклеивающей дисперсии целлюлозной массой. Процесс проклейки при этом переходит в кислую область. Увеличение массового содержания стабилизатора алкилдиметилбензиламмонийхлорида в дисперсии от 1 до 5 % приводит к повышению удержания ее целлюлозной массой с 43,5 до 96 % (табл. 2). Но повышенное содержание гидро-

критических для данной системы величин, при которых силы межмолекулярного притяжения преобладают над силами отталкивания; наблюдается активное электростатическое взаимодействие катионных парафиновых частиц с целлюлозными волокнами и их гетероаглогация в волокнистой массе.

Это подтверждается данными (табл. 1), из которых следует, что добавка классического коагулянта — сернокислого алюминия — способствует снижению ξ -потенциала волокон, проклеенных катионной парафиновой дисперсией в отрицательной области, а при расходе 4 % вызывает перезарядку системы и способствует увеличению степени

Таблица 2

Влияние добавок стабилизатора на степень удержания дисперсии бумажной массой

Массовая доля стабилизатора, %	1	2,5	3,0	4,0	5,0	10	15
Степень удержания, %	43,5	43	93,4	93,0	95	96	96

* Здесь и далее — в процентах от абс. сухого волокна.

фильного стабилизатора может нейтрализовать гидрофобизирующее действие парафиновой дисперсии, поэтому такие составы нецелесообразно использовать для проклейки бумаги [7].

В последние годы для придания бумаге повышенной прочности в сухом и влажном состоянии все шире используют катионные добавки конденсационного типа [1, 4]. В настоящей работе их использовали для усиления гетероадагуляции парафиновых частиц на целлюлозных волокнах. В качестве катионоактивных добавок были исследованы меламиноформальдегидная смола (МлФС) и полиаминоэпихлоргидринный водорастворимый полиэлектролит (ПЭВП) (рис. 2).

Из рис. 2 следует, что добавки МлФС и ПЭВП позволяют резко увеличить степень удержания парафиновой дисперсии целлюлозными волокнами (степень помола — 14 °ШР). Добавка ПЭВП в количестве 0,1 % позволяет довести степень удержания парафиновой дисперсии до 98 % даже неразмотой целлюлозной массой.

Сравнивая кривые 1 и 2 рис. 2, можно сделать вывод, что в нейтрально-щелочной среде ПЭВП — более эффективная добавка по сравнению с МлФС. Из рис. 2 также очевидно, что массовое увеличение добавок ПЭВП и МлФС до 2 % приводит к снижению степени удержания парафиновой дисперсии, причем для ПЭВП это проявляется в большей степени. Полученные данные можно объяснить более высокой катионной активностью ПЭВП и его стабилизирующим действием по отношению к дисперсным частицам при повышенных расходах [1].

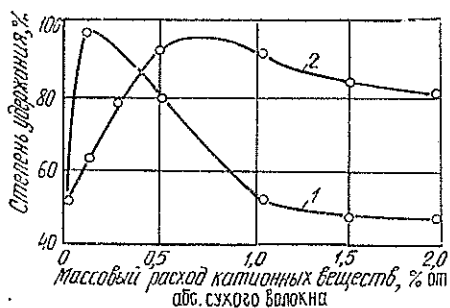


Рис. 2. Зависимость степени удержания парафиновой дисперсии бумажной массой от добавок МлФС (1) и ПЭВП (2)

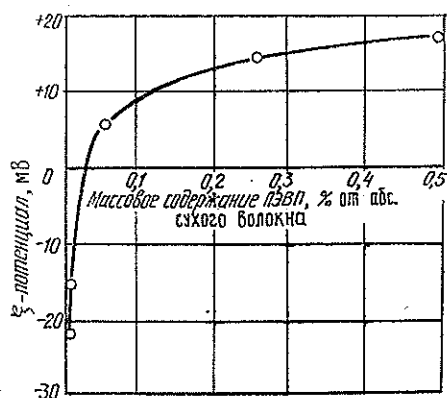


Рис. 3

Таблица 3

Зависимость степени удержания катионной парафиновой дисперсии целлюлозной массой от степени помола и расхода ПЭВП

Массовый расход ПЭВП, %	Численные значения степени помола, °ШР, для степени удержания, %				
	16	20	30	40	50
0	45,1	51,8	53,6	57,8	62,4
0,1	98,0	96,6	100,0	97,1	100,0
0,25	97,5	98,5	99,1	98,6	99,1
0,5	97,6	97,8	97,0	97,1	100,0
0,7	72,1	97,1	97,0	97,1	97,6
1,0	50,8	76,1	74,6	65,1	95,5
1,5	52,2	60,5	62,7	56,8	61,4
2,0	49,5	55,3	52,2	52,1	54,5
3,0	42,0	52,3	52,2	52,4	52,4

На рис. 3 показано влияние добавок ПЭВП на ξ -потенциал проклеенных целлюлозных волокон.

В табл. 3 приведены экспериментальные данные, отражающие влияние степени помола белой сульфитной целлюлозы и расхода ПЭВП на степень удержания катионной парафиновой дисперсии (массовый расход дисперсии — 3 %).

Из данных табл. 3 видно, что увеличение степени помола массы и добавки ПЭВП способствуют удержанию дисперсных частиц целлюлозной массой.

Таблица 4
Зависимость степени удержания катионной парафиновой дисперсии бумажной массой от порядка введения проклеивающих компонентов

Массовый расход ПЭВП, %	Степень удержания, %, для режима	
	№ 1	№ 2
0	51,8	51,8
0,1	96,1	98,9
0,25	97,5	97,5
0,5	97,5	87,6
1,0	59,3	50,8
1,5	52,2	52,2
2,0	40,9	40,5

Диапазон эффективности ПЭВП расширяется по мере увеличения жирности массы, что вполне логично и связано с развитием поверхности волокон, их фибрилляцией и увеличением адсорбционной способности целлюлозных волокон.

Для определения оптимального порядка введения в массу проклеивающих компонентов были испытаны два режима. По первому в массу вводили исходную катионную парафиновую дисперсию (перемешивание — 60 с), а затем ПЭВП (перемешивание — 300 с). По второму режиму компоненты добавляли в обратном порядке (табл. 4).

Из данных табл. 4 следует, что порядок введения проклеивающей дисперсии и ПЭВП не оказывает существенного влияния на степень удержания ее целлюлозной массой.

Таким образом, небольшие расходы ПЭВП в количестве (0,1... 0,25 %) позволяют повысить степень удержания катионной парафиновой дисперсии целлюлозными волокнами в оптимальной области расхода ПЭВП до 96... 98 %. Полиаминоэпихлоргидринные водорастворимые полиэлектролиты выпускают в настоящее время под марками «Водамин», Л-14 и могут быть рекомендованы для промышленного применения с целью усиления гетероадагуляции проклеивающих дисперсий в нейтрально-щелочной среде.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Валендо П. Ф. Исследование процесса проклейки синтетическими латексами и катионными водорастворимыми полиэлектролитами: Автореф. канд. техн. наук.— Минск, 1972.— 30 с. [2]. Валендо П. Ф. Разработка рациональной технологии производства бумаги в нейтрально-щелочной среде // Комплексное и рациональное использование лесных ресурсов: Тез. докл. Всесоюз. конф.— Минск, 1985.— С. 284. [3]. Валендо П. Ф., Колесников В. Л., Шевченко Ю. М. Изучение свойств полимерных перезаряжающих агентов латексных проклеивающих смесей // Химия и химическая технология: Республ. межведомств. сб.— Минск: Вышэйш. школа, 1975.— № 8.— С. 137—145. [4]. Валендо П. Ф., Кузнецова Ю. М. Проклейка гидрофобизирующими дисперсиями в нейтрально-щелочной среде // Химия и технология целлюлозы и лигнина.— Л.: ЛТА, 1982.— № 9.— С. 112—115. [5]. Валендо П. Ф., Цмыг Н. Г. Исследование изменения электрокинетического потенциала бумажной массы в процессе проклейки гидрофобизирующими эмульсиями // Химия и химическая технология: Республ. межведомств. сб.— Минск: Вышэйш. школа, 1975.— Вып. 13.— С. 115. [6]. Валендо П. Ф., Цмыг Н. Г. Исследование процесса удержания гидрофобизирующих дисперсий бумажной массой // Химия и химическая технология: Республ. межведомств. сб.— Минск: Вышэйш. школа, 1980.— № 15.— С. 64—68. [7]. Цветков Б. Н., Седов А. В. Гидрофобизирующие вещества на неканифольной основе в производстве бумаги и картона: Обзор. информ.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980.— С. 4—5.

УДК 630*824.81/85

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ,
МОДИФИЦИРОВАННОЙ АЛКИЛРЕЗОРЦИНАМИ**

Т. К. ВАРЕС, А. А. ЭЛЬБЕРТ

Таллинский политехнический институт
Ленинградская лесотехническая академия

Древесностружечные плиты (ДСП), изготовленные на основе карбаминоформальдегидных смол, включая и смолу марки КФ-МТ, не соответствуют существующим нормам по выделению и содержанию в них свободного формальдегида. Так как в настоящее время нет заменителей карбаминоформальдегидных связующих, обеспечивающих высокую производительность при прессовании ДСП, то исследователи обращаются к их модификации с целью снижения токсичности материала без ухудшения физико-механических свойств.

Один из вариантов снижения токсичности карбаминоформальдегидной смолы — модифицирование ее сланцевыми алкилрезорцинами (АР). Кинетика реакций АР с формальдегидом достаточно изучена. Показано, что реакционная способность АР в 4,3 раза выше, чем резорцина [2]. Установлено также, что стойкость соединений на карбамидных клеях может быть повышена модифицированием карбамидного полимера алкилрезорциновым олигомером [5].

В данной работе в качестве модификатора карбаминоформальдегидной смолы марки КФ-МТ (ГОСТ 14231—78) была использована выработанная на Кохтла-Ярвинском химвкомбинате смесь водорастворимых АР следующего состава, %*: резорцин — 1,2; 2-метилрезорцин — 2,2; 5-метилрезорцин — 44,9; 2,5-диметилрезорцин — 18,3; 5-этилрезорцин — 11,1; 5-метил, 2-этилрезорцин и 4,5-диметилрезорцин — 12,7; 2-метил, 5-этилрезорцин — 4,5; 2, 4, 5-триметилрезорцин — 3,0; неизвестные — 2,1.

Смолу КФ-МТ как готовый олигомерный продукт модифицировали путем смешивания ее с модификатором при температуре 35...40 °С.

Физико-химические свойства определяли сразу после смешивания с различным количеством АР (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели
карбаминоформальдегидной смолы с АР

Содержание АР в КФ-МТ, %	Вязкость по ВЗ-4, с	рН	Продолжительность желатинизации при 100 °С, с	Массовая доля сухого остатка, %	Прочность клеевого соединения, МПа
0	48	7,41	69	65,7	1,55
0,5	53	7,34	73	65,8	1,58
1,0	56	7,33	75	65,3	1,60
1,5	59	7,19	76	64,4	1,60
2,5	62	7,18	78	64,4	1,74
5,0	66	7,15	86	63,8	1,72
10,0	72	6,89	95	63,6	1,51

Продолжительность желатинизации определяли в присутствии 1 % NH₄Cl в виде 20 %-го водного раствора. Прочность клеевого соединения определяли на образцах

* Хроматографический анализ выполнила Х. Раудсепп (ТПИ).

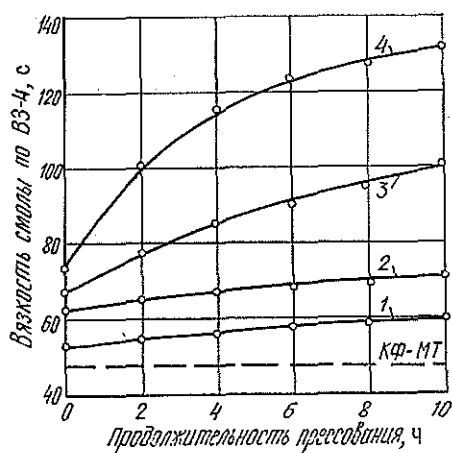


Рис. 1. Зависимость вязкости смолы КФ-МТ от продолжительности прессования при введении алкилрезорцинов, % по сухому остатку: 1—0,5; 2—2,5; 3—5; 4—10

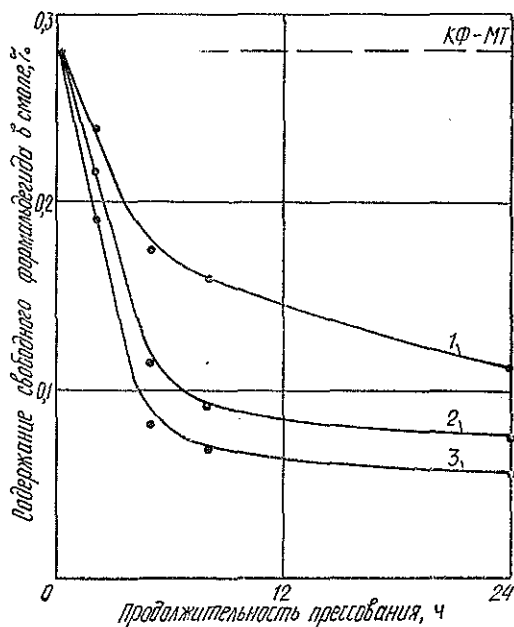


Рис. 2. Зависимость содержания свободного формальдегида смолы КФ-МТ от продолжительности прессования при введении алкилрезорцинов, % по сухому остатку: 1—0,5; 2—5; 3—10

трехслойной фанеры, изготовленных при температуре 125 °С, давлении пресса 1,7 МПа, с продолжительностью прессования 5,5 мин.

Из приведенных данных видно, что с возрастанием содержания в смоле АР увеличивается продолжительность желатинизации, но это заметно не влияет на прочность клеевого соединения. Некоторое снижение массовой доли сухого остатка связано с сублимацией АР в процессе сушки при 100 °С.

На рис. 1 и 2 показаны зависимости соответственно вязкости и количества свободного формальдегида в смоле от продолжительности прессования при различном содержании АР. Смесь АР переходит в жидкое состояние при температуре выше 50 °С, а при 20 °С обладает динамической вязкостью $350 \cdot 10^2$ Па · с. По этой причине вязкость частично повышается с увеличением содержания в смоле АР. Однако по данным рис. 2 выясняется, что между компонентами АР и формальдегидом протекает реакция, вызывающая структурные изменения в модифицированной смоле. Известно, что до 45 °С в нейтральной среде происходит реакция АР с диметилмочевинной без его конденсации [1].

Для изучения кинетики отверждения карбамидоформальдегидной смолы и ее различных модификаций был использован ротационный вискозиметр «Реотест» [7], с помощью которого измеряли изменения динамической вязкости конденсирующейся смолы в пределах температур 70...100 °С. В качестве отвердителя применяли 20 %-й водный раствор NH_4Cl в количестве 1 % в пересчете на сухой остаток смолы.

Получен набор типичных кривых, представленных на рис. 3. В работе [4] показано, что для определения константы скорости кинетической кривой достаточно располагать данными по любому параметру системы. Для получения более наглядных зависимостей между скоростями отверждения разных смесей смолы КФ-МТ с АР при разных температурах были найдены математические модели (по данным рис. 3) в следующем виде:

$$\eta = a\tau^b + \eta_0,$$

где η — вязкость системы, Па · с;
 η_0 — начальная вязкость, Па · с;
 τ — продолжительность прессования, с;
 a, b — константы уравнения.

Скорость изменения вязкости v выражается следующим уравнением:

$$v = \frac{d\eta}{d\tau} = K_{\text{усл}} \tau^n.$$

Здесь $K_{\text{усл}}$ — условная константа скорости.

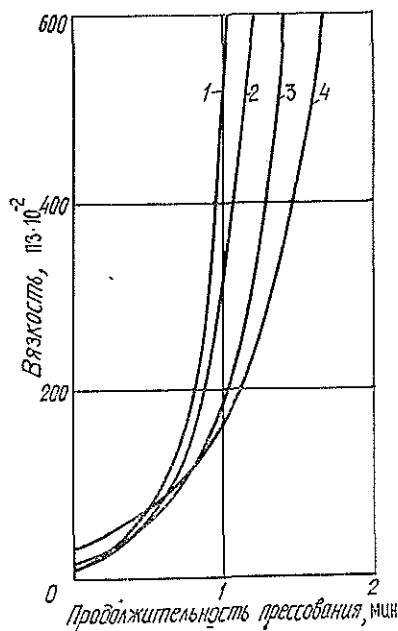


Рис. 3. Зависимость вязкости смолы КФ-МТ от продолжительности прессования при температуре 100 °С с содержанием алкилрезорцинов, % по сухому остатку: 1 — 0; 2 — 0,5; 3 — 2,3; 4 — 10

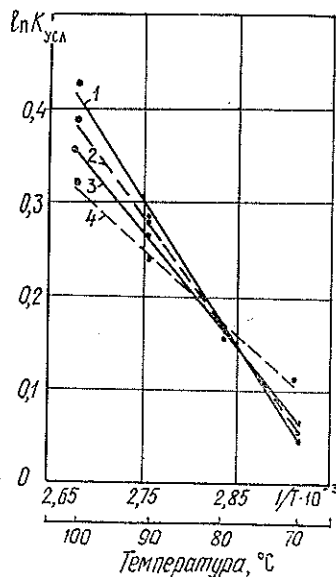


Рис. 4. Зависимость $\ln K_{\text{усл}}$ от $\frac{1}{T}$ смолы КФ-МТ с содержанием алкилрезорцинов, % по сухому остатку: 1 — 0; 2 — 0,5; 3 — 2,4; 4 — 10,3

На рис. 4 приведена зависимость $\ln K_{\text{усл}}$ от температуры для разных смесей. Увеличение $K_{\text{усл}}$ в интервале температур 70...100 °С замедляется с повышением содержания АР в карбамидоформальдегидной смоле. Подобное явление можно объяснить тем, что, в связи с уменьшением содержания свободного формальдегида в модифицированной смоле, соляная кислота, являющаяся катализатором отверждения, образуется в недостаточном количестве по реакции взаимодействия хлорида аммония с формальдегидом [6]. Можно предположить, что в процессе поликонденсации протекают и реакции между АР и диоксиметилмочевинной. При этом возможно образование соединений, подобных тем, что получены в работе [3] в результате реакций между резорцином и оксиметилмочевинами.

Для ДСП, полученных при использовании карбамидоформальдегидной смолы, содержащей АР, результаты приведены в табл. 2. Содержание свободного формальдегида определено в соответствии со стандартом EN 120 (перфораторный метод).

По результатам проведенной работы можно заключить, что применение АР снижает токсичность ДСП при незначительных изменениях

Таблица 2

Показатели ДСП, изготовленных на основе смолы КФ-МТ, с различным содержанием АР

Содержание АР в смоле КФ-МТ, % по сухому остатку	Содержание свободного формальдегида в ДСП, %, для продолжительности прессования (при 200 °С), мин/мм			Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Набухание,
	0,16	0,18	0,21		
0	27,0	24,8	20,8	17,2	24,5
2,5	22,1	20,2	16,6	18,1	25,0
5,0	20,0	18,1	16,3	20,3	23,2
10,2	16,7	13,0	9,8	19,6	20,5

показателей прочности на статический изгиб. При промышленном использовании целесообразно применять АР для модифицирования карбаминоформальдегидных связующих в виде водного раствора, так как это обеспечивает транспортировку и введение его в технологическую линию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аарна А. Я., Вабаоя А. Я., Кийслер К. Р. Исследование кинетики реакции фенолов типа резорцина с N, N'-диметилломочевинной // Тр. ТПИ.—Таллин, 1971.—Сер. А, № 311.—С. 3—16. [2]. Кийслер К. Р., Сиймер К. Ю. Некаталитическая реакция гидроксиметилирования. Сообщение 3. Реакция сланцевых алкилрезорцинов с формальдегидом // Тр. ТПИ.—Таллин, 1971.—Сер. А, № 34.—С. 43—56. [3]. Сиймер К. Ю., Суурпере А. О., Вялимяэ Т. К. Исследование реакции резорцина с оксиметилмочевинами // Тр. ТПИ.—Таллин, 1981.—№ 513.—С. 39—50. [4]. Старкопф Ю.-А. А. О скорости отверждения резорцинформальдегидных смол // Тр. ТПИ.—Таллин, 1978.—№ 459.—С. 77—85. [5]. Хасанов Р. Ш., Забурунов В. А., Хрулев В. М. О карбамидном клее, модифицированном алкилрезорциновым олигомером // Лесн. журн.—1977.—№ 6.—С. 121—125. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Эльберт А. А. Химическая технология древесностружечных плит.—М.: Лесн. пром-сть, 1984.—224 с. [7]. Lehtinen A. Polymeerien tutkimusmenetelmistä II. Helsingin Yliopisto puun ja muovien kemian laitos.—Helsinki, 1979.—77 s.

Поступила 4 декабря 1987 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630* 792 : 378.003.13

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПТИМАЛЬНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ
ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОСПЛАВНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ***А. Б. ЛОВКОВ, П. Н. КОРОБОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Формирование производственной программы — определяющее звено плана производственно-хозяйственной деятельности любого предприятия, объединения. Использование экономико-математических методов и средств современной вычислительной техники позволяет повысить научную обоснованность плана производства, максимально ограничить действие субъективного фактора.

Для лесопромышленных предприятий в свое время была создана методика оптимального планирования производственной программы на основе методов линейного программирования [1], обеспечивающая значительный экономический эффект.

Однако специфика предприятий, связанных с водным транспортом леса, затрудняет полноценное применение методики [1]. Как известно, на лесосплавных водоемах зачастую существуют одновременно два или более перевозочных процесса:

молевой лесосплав с последующей сортировкой и сплоткой сортиментов в пучки, формированием плотов или погрузкой сортиментов в суда на рейдах для дальнейшей транспортировки по судоходным путям;

плотовой лесосплав сортиментов с круглогодовой сплоткой в пучки на берегу и формированием плотов на затопляемых весенним половодьем плотбищах или в период навигации непосредственно на воде;

плотовой лесосплав хлыстов с береговой сплоткой в пучки, формированием плотов на затопляемых плотбищах или на воде;

перевозка сортиментов в судах;

перевозка хлыстов в судах.

Работа лесоперевалочных баз также связана с разными источниками поступления древесины: собственные лесозаготовки; поставки сортиментов и хлыстов от лесосплавных предприятий.

Оптимальный сортиментный план должен формироваться с учетом вида перевозок, а создание (динамика) мощностей по переработке древесины на лесосплавных путях соответственно связано с изменением соотношений между отдельными видами перевозочных процессов. Поиск оптимальных соотношений между ними также является одной из задач оптимизации планирования производственной программы предприятий с водным транспортом леса.

Для этих условий была разработана методика [2]. Объектом оптимизации в данном случае является деятельность лесосплавного объединения или совокупности лесосплавных предприятий, имеющей структуру, аналогичную объединению.

Лесосплавное объединение включает в себя три основных типа предприятий:

сплавные конторы, выполняющие основной объем лесосплавных работ (подготовительные работы к сплаву, береговая и навигационная плотка, формирование плотов, погрузка в суда и т. п.);

лесоперевалочные базы, выполняющие работы по приемке, расформированию и выгрузке древесины из воды, разделке долготья и хлыстов, погрузке лесоматериалов на подвижной состав и в суда;

леспромхозы, примыкающие к сплавному рекам, которые занимаются заготовкой, вывозкой, раскряжевкой и сброской древесины на воду; часть древесины сплавивается ими на берегу или передается для береговой плотки сплавному конторам. Кроме этого, существует практика передачи сплавному конторам заготовленного леса для раскряжевки.

Лесозаготовки ведут практически все сплавконторы. Деревоперерабатывающие производства различной мощности создаются на любом из перечисленных типов предприятий.

Методику [2] проверяли в производственных условиях на предприятиях лесосплавного объединения Вычегдалесосплав. Это объединение типично по своей структуре и условиям работы. В расчетах производственной программы использована информация по лесосечному фонду, отведенному в рубку, и деятельности предприятий объединения за 1986 г. Задачу решали при помощи типовой машинной программы для симплексного метода из пакета прикладных программ линейной программирования автоматизированной системы управления (ППП ЛП АСУ) на ЭВМ ЕС-1022 ИВЦ ЛТА.

Оптимизация планирования производственной программы предприятий лесосплавного объединения должна ответить на следующие вопросы.

1. Сортиментные планы лесозаготовительным производствам леспромхозов и сплавных контор отдельно по каждому перевозочному процессу и сортиментные планы лесоперевалочным базам. Здесь устанавливаются объемы выпуска сортиментов круглых лесоматериалов из древесины соответствующих породно-размерно-качественных групп и объемы заготовки товарных хлыстов по каждому виду отправки. Задача решается из расчета необходимости выполнения государственного плана поставок сортиментов круглых лесоматериалов и хлыстов водным транспортом и сухопутным транспортом через ЛПБ, плана поставок лесоматериалов местным потребителям (к пунктам потребления), обеспечения сырьем деревоперерабатывающих производств на береговых складах леспромхозов, сплавных контор и на лесоперевалочных базах, лимитного обеспечения круглыми лесоматериалами ремонтно-эксплуатационных нужд лесосплавных предприятий.

2. Возможности, целесообразность и размеры расширения действующих производств как в сплавных конторах и леспромхозах, так и на лесоперевалочных базах с целью производства готовой продукции для народного хозяйства при условии полного эффективного использования первичных лесосырьевых ресурсов и отходов.

3. План выхода готовой продукции в деревоперерабатывающих цехах лесосплавных предприятий, исходя из плановых заданий, количества и качества перерабатываемого сырья и существующих норм выхода продукции.

4. Общие объемы транспортировки древесины по каждому перевозочному процессу лесосплава (в определенных границах).

При этом считаются заданными общий годовой объем заготовки древесины по предприятиям, действующие мощности деревоперерабатывающих производств на лесосплаве, плановые задания по поставкам хлыстов, сортиментов круглых лесоматериалов и готовой продукции деревопереработки, ограничения по каждому из перевозочных процессов.

В качестве критерия оптимальности можно использовать цену, прибыль, приведенные затраты и др. В данном случае использован показатель расчетной прибыли, лучше других обобщающий результаты производственной деятельности. Задачу решали на максимум суммарной расчетной прибыли от деятельности всех лесозаготовительных, лесосплавных и деревоперерабатывающих производств в целом по лесосплавному объединению.

В результате была получена оптимальная производственная программа для предприятий ПЛСО Вычегдалесосплав. Отличие ее от производственной программы, составленной плановыми органами объединения, состоит в том, что при тех же заданиях на поставку определенных видов лесоматериалов в целом по объединению, мощностях деревоперерабатывающих производств, объемах перевозок по видам

Сортиментные планы предприятиям ПЛСО Вычегдалесосплав

Сортимент	Задание ПЛСО	Распределение задания по предприятиям ПЛСО					
		Сы- соль- ская СК	Усть- Кулом- ская СК	Верхне- выче- год- ская СК	Корт- керос- ская СК	Лок- чим- ский ЛПХ	Же- шарт- ская ЛПБ
1. Лесоматериалы для распиловки:	568	108,5 168,1	52,0 40,0	108,5 103,1	115,0 70,0	110,0 92,8	74,0 94,0
для выработки пиломатериалов	547	104,5 168,1	51,0 40,0	108,5 103,1	112,0 69,0	104,0 85,8	67,0 81,0
для судостроения и баржестроения	6	—	—	—	— 1,0	6,0 5,0	—
для выработки шпал и брусьев для заливной тары	15	4,0 —	1,0 —	—	3,0 —	— 2,0	7,0 13,0
2. Лесоматериалы для лущения и строгания:	65	27,5 33,1	5,0 11,0	10,5 1,9	8,0 —	— 12,0	14,0 7,0
для выработки фанеры и аккумуляторного шпона	60	22,5 33,1	5,0 11,0	10,5 1,9	8,0 —	— 12,0	14,0 2,0
для производства спичек	5	5,0 —	—	—	—	—	— 5,0
3. Лесоматериалы для выработки целлюлозы и древесной массы	387	201,0 139,8	15,0 19,0	67,0 65,7	49,3 108,5	26,7 32,0	28,0 22,0
4. Лесоматериалы для использования в круглом виде:	109	23,0 19,0	6,0 8,0	16,0 31,3	14,7 8,5	17,3 17,2	32,0 25,0
для разделки на рудстойку	79	12,0 16,0	5,0 4,0	14,0 27,3	13,7 0,5	14,3 11,2	20,0 20,0
для строительства вспомогательных и временных построек	30	11,0 3,0	1,0 4,0	2,0 4,0	1,0 8,0	3,0 6,0	12,0 5,0
5. Сырье для технологической переработки	166	50,0 50,0	9,0 9,0	14,0 14,0	16,0 16,0	2,0 2,0	75,0 75,0
6. Дрова для отопления	112	46,0 46,0	4,0 4,0	6,0 6,0	10,0 10,0	12,0 12,0	34,0 34,0
Итого	1407	456,0	91,0	222,0	213,0	168,0	257,0

Примечание. В числителе — показатели плана производства 1986 г.; в знаменателе — данные, полученные в результате оптимизации.

и объемах лесозаготовок по лесосырьевым базам получены иные сортиментные планы для предприятий ПЛСО, максимально учитывающие качественные характеристики фонда, отводимого в рубку в той или иной лесосырьевой базе. В общем виде сравнение двух сортиментных планов (производственного и оптимального) приведено в таблице. Наблюдается значительное различие их.

Оптимальная производственная программа как производная от сортиментного плана детализирована по видам поставок и перевозочных процессов, содержит план производства продукции деревопереработки. В краткой статье нет возможности дать ее в расширенном виде. Сравнительный анализ показал, что если бы предприятия объединения работали по оптимальному варианту программы, можно было бы повысить уровень получаемой прибыли на 24 к./м³.

На повышение уровня прибыли оказал влияние также учет необходимости комплексного использования древесного сырья. Так, выпуск технологической щепы в имеющихся цехах мог бы быть увеличен на 10 тыс. м³ за счет более полной переработки отходов раскряжевки и деревообработки.

Второй вариант оптимизационных расчетов был проведен с целью выяснить, как влияет ограничительное условие модели, характеризующее сезонность использования рабочей силы в деревоперерабатывающих цехах лесосплавных предприятий. Это позволяет повысить уровень расчетной прибыли по сравнению с первым еще на 15 к./м³. Однако сезонный режим работы в деревообработке неизбежно приводит к сокращению возможного выпуска продукции. Так, по лесопильному цеху Сысольской сплавной конторы, по которой рассматривался такой вариант, выпуск пиломатериалов сократился бы с 18 до 11 тыс. м³.

Новые условия хозяйствования предполагают расширение прав предприятий, объединений в области планирования. Для лесосплавных объединений в этой ситуации актуальным становится вопрос об изменении состава и размера деревоперерабатывающих производств, формирования экономически выгодного плана поставки лесоматериалов, определения рациональных объемов перевозок по видам. Предлагаемая методика [2] обеспечивает составление оптимальной производственной программы и для таких условий. В целях демонстрации этих возможностей был выполнен дополнительный вариант оптимизационных расчетов, построенный на предположении о полной хозяйственной самостоятельности ПЛСО Вычегдалесосплав. Этот вариант за счет расширения состава и размеров деревоперерабатывающих производств дает дополнительную прибыль (по сравнению с базовым) в размере 5,42 р./м³.

Таким образом, проверка методических положений на практике дала положительный результат и подтвердила необходимость внедрения оптимального планирования производственной программы предприятий лесосплавных объединений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Коробов П. Н. Оптимизация комплексной производственной программы ЛПХ промышленного объединения // Лесн. журн.—1983.— № 4.— С. 107—112.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Коробов П. Н., Ловков А. Б. Оптимальное планирование производственной программы предприятиям лесосплавного объединения // Проблемы повышения эффективности производства и качества продукции лесопромышленных комплексов: Сб. науч. тр.—М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987.— С. 27—37.

Поступила 31 мая 1988 г.

УДК 630*61

ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ, НЕИСТОЩИТЕЛЬНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОСТИ В ТЕОРИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

О. А. ХАРИН, В. Д. ВОЛКОВ

Московский лесотехнический институт

В современной теории и практике организации и планирования лесного хозяйства основополагающим признается принцип непрерывности, неистощительности и рациональности пользования лесом. Он является дальнейшим развитием принципа постоянства лесопользования, впервые сформулированного в 1713 г. немецким лесоводом Карловичем.

Принцип непрерывности, неистощительности и рациональности лесопользования нуждается в определенной конкретизации с учетом народнохозяйственного значения лесов и природно-экономических условий ведения лесного хозяйства. В лесах защитного и социального значения заготовка древесины играет подчиненную роль по отношению к другим видам пользования, а в эксплуатационных лесах рациональное использование древесных запасов приобретает основное значение при условии сохранения средообразующих функций леса. Конкретная привязка общего принципа лесопользования к отдельным хозяйственным подразделениям лесов осуществляется через систему организационно-технических нормативных документов и решений, регламентирующих ведение лесного хозяйства в лесах различного целевого назначения, таких, как Основы лесного законодательства, установление оптимальных возрастов рубки, правила проведения рубок главного пользования и рубок ухода, методика определения расчетной лесосеки, правила подсочки леса, инструкция по выделению лесов различных категорий защитности и др. В условиях плановой экономики очень важно, чтобы нормативные документы были четко согласованы между собой, полностью соответствовали Основам лесного законодательства и в максимальной степени обеспечивали достижение целей лесного хозяйства.

Выражение «неистощительное пользование» применяется в нашем лесном хозяйстве свыше 100 лет. Однако конкретный смысл этого понятия даже по отношению к пользованию древесиной по-разному трактуется в научной литературе. По мнению Н. П. Анучина [1], принцип неистощительности пользования означает, что размер главных рубок не превышает прироста, или годовичного урожая древесины. В лесах с равномерной возрастной структурой такой подход не вызывает сомнений, но в истощенных эксплуатацией лесах или с преобладанием спелых насаждений требуется более четкая конкретизация принципа неистощительности. Н. А. Моисеев рассматривает этот принцип как неснижающееся во времени пользование [4].

На наш взгляд, в связи с постоянным ростом потребности народного хозяйства в древесине принцип непрерывности, неистощительности и рациональности применительно к заготовкам древесины должен формулироваться как принцип непрерывного, максимально возможного и неснижающегося во времени лесопользования с учетом всех его видов — главного, промежуточного и дополнительного. Большинство ис-

следователей включают в сферу его действия лишь главное пользование. Между тем в многолесных районах, где преобладают спелые и перестойные насаждения и накоплены сверхнормативные запасы спелой древесины, обеспечить неснижающееся главное пользование невозможно без потерь в потенциальной продуктивности лесов. В таких районах на первых этапах эксплуатации, как показали Т. С. Лобовиков [5] и Н. Н. Свалов [6], главное пользование достигает максимального размера. В дальнейшем, по мере омоложения лесов и выравнивания их возрастной структуры, оно постепенно сокращается, но начинает возрастать промежуточное, и общий объем пользования может быть сохранен на одном уровне при условии своевременного восстановления лесов и поддержания их естественной продуктивности. С другой стороны, в истощенных лесах с преобладанием молодых и средневозрастных насаждений промежуточное пользование иногда больше главного. Последнее неуклонно возрастает со временем, а промежуточное остается на одном уровне или сокращается. Поэтому требование неснижающегося лесопользования может быть реализовано только для суммы всех его видов, при этом отдельные ее слагаемые могут как увеличиваться, так и уменьшаться. Необходимо также учитывать, что общий объем пользования в освоенных эксплуатацией районах может непрерывно увеличиваться лишь в результате повышения естественной продуктивности лесов под воздействием мероприятий по интенсификации лесохозяйственного производства.

И. С. Мелехов [2] ввел понятие комплексной, или интегральной продуктивности, основанное на биогеоценотическом понимании леса как важной составной части биосферы. Интегральная продуктивность требует всестороннего и творческого подхода к оценке разнообразных свойств и продуктивности леса.

В каких же границах или размерах хозяйственных и территориальных подразделений лесов должен выполняться принцип непрерывного, неистощительного пользования? Послевоенный опыт лесного хозяйства и лесной промышленности, транспортные, природоохранные и в особенности социальные проблемы определили необходимость соблюдения принципа неистощительности лесопользования в границах каждой республики, края и области. Этот опыт нашел свое юридическое закрепление в статье 49 Основ лесного законодательства.

Менее очевиден вопрос о целесообразности распространения этого принципа на более мелкие территориальные и хозяйственные структурные единицы. Не случайно поэтому однозначного ответа на этот вопрос нет и в Основах лесного законодательства. Это объясняется неоднородной структурой лесного фонда отдельных предприятий в границах области, края или автономной республики. В ряде предприятий запасы спелого леса достаточны, в других — нет. В результате расчетная лесосека, исчисляемая по отдельным предприятиям и в целом по области, оказывается различной. Как правило, расчет в целом по области дает более высокий размер пользования, чем сумма лесосек по предприятиям. А поскольку в пределах одной области, края или автономной республики транспортировка заготовленной древесины обычно не представляет затруднений, то приоритет плановые органы отдают лесосеке, исчисляемой в целом по области.

В решении вопроса о границах применимости принципа непрерывного, неснижающегося пользования следует исходить из положения, что при однородной возрастной структуре лесов расчетные лесосеки, исчисляемые в целом по области и по предприятиям, совпадают. В таких условиях этот принцип автоматически распространяется на каждое предприятие, так как отклонения от него неизбежно приводят со временем к сокращению объемов пользования не только по этим пред-

приятиям, но и в целом по области, не говоря уже о негативных последствиях природоохранного порядка.

Однородную возрастную структуру должны иметь леса не только крупных регионов, какими являются области, края, республики, но и предприятий лесного хозяйства, поскольку в этом случае обеспечивается равномерная эксплуатационная нагрузка на лесные массивы, в наименьшей степени нарушается окружающая среда и поддерживается более высокая продуктивность лесов. Следовательно, выравнивание возрастной структуры лесов, с учетом зонально-типологических особенностей и их целевого назначения, является целью каждого предприятия лесного хозяйства.

Исходя из этих положений, можно заключить, что проявляющиеся в современных условиях по отдельным предприятиям некоторые отступления от принципа непрерывного, неснижающегося лесопользования — явление временное. Более того, регулирование лесопользования в соответствии с этим принципом в границах каждого предприятия способствует более быстрому выравниванию возрастной структуры лесов.

Таким образом, в современных условиях принцип непрерывного и неснижающегося общего пользования лесом должен выдерживаться в границах каждого предприятия. Целесообразность такого подхода обуславливают и другие факторы.

Известно, что к расчетной лесосеке как потенциальной норме пользования предъявляется требование сохранять постоянство в течение некоторого периода времени. В практической деятельности обеспечить стабильность расчетной лесосеки на протяжении длительных периодов (например оборота рубки) не всегда возможно, вследствие неравномерной возрастной структуры лесов и часто встречающегося несоответствия достигнутых объемов лесозаготовок сырьевому потенциалу лесных массивов. Кроме того, лес является динамической системой, и весьма сложно прогнозировать его развитие с достаточной точностью. Со временем изменяются экономические и социальные условия ведения лесного хозяйства, которые также нелегко прогнозировать. В этих случаях решения о размере пользования целесообразно принимать при лесоустройстве только на ближайший, относительно протяженный отрезок времени, по истечении которого расчетная лесосека уточняется вновь на основе обновленной информации о состоянии лесов и социально-экономических требований, предъявляемых к лесам.

Целесообразность уточнения расчетной лесосеки при очередном лесоустройстве естественно предполагает, что объектом расчета непрерывного, неснижающегося пользования должен быть объект лесоустройства, т. е. предприятие-лесофондодержатель (лесхоз, леспромхоз). На территории предприятия-лесофондодержателя, как правило, работают одно или несколько лесозаготовительных предприятий, нуждающихся в сырьевых базах с длительными сроками эксплуатации (в современных условиях не менее 60 лет). Наличие или предполагаемое строительство лесозаготовительных предприятий требует соизмерения планируемых объемов рубки леса с сырьевыми возможностями предприятия-лесофондодержателя и обеспечения непрерывного и неснижающегося лесопользования на его территории [3]. Выполнение этих условий столь же необходимо с социально-экономической точки зрения и в тех случаях, когда лесозаготовки осуществляет само предприятие-лесофондодержатель (комплексное лесное предприятие).

Таким образом, социально-экономические и организационные факторы определяют правомерность признания предприятия-лесофондодержателя в качестве основного объекта, в границах которого должен выполняться принцип непрерывности и неистощительности лесопользова-

ния. В некоторых случаях объектами расчета могут быть более крупные территориальные единицы (сырьевые базы крупных дерево-перерабатывающих предприятий, области, края, республики), особенно при разработке генеральных схем и прогнозов развития и размещения лесных отраслей на длительную перспективу. Однако такие расчеты не следует использовать для пересмотра действующих расчетных лесосек по предприятиям на ближайшее десятилетие, так как они имеют чаще всего прогнозный характер и базируются на более укрупненной и менее достоверной информации, чем данные лесоустройства.

Н. П. Анучин [1] предложил специальные формулы для определения площади хозяйственных объединений лесов с непрерывным лесопользованием в зависимости от лесистости территории и расстояния вывозки заготовленной древесины. В результате их анализа он также пришел к выводу, что современные лесхозы являются первичными хозяйственными единицами, в пределах которых должен соблюдаться принцип непрерывности и неистощительности.

В странах-членах СЭВ принцип непрерывности и неистощительности также выдерживается в границах каждого предприятия лесного хозяйства, так как дефицит трудовых ресурсов не позволяет перераспределять рабочих из одного предприятия в другое при значительных колебаниях объемов лесозаготовок. По этой причине сводные расчеты пользования в целом по республикам или крупным регионам не всегда удается практически реализовать в этих странах, хотя они, как правило, показывают более высокие уровни пользования, чем сумма результатов расчетов, выполняемых по отдельным предприятиям.

В 1924 г. М. М. Орлов писал: «...лесное хозяйство быстро будет ликвидировано постепенным передвижением принципа постоянства от дачи к лесничеству, от лесничества к району, далее к области, еще далее к полосе и т. д. до конца, т. е. до лесоистребления» [7, с. 18]. Опыт прошедших десятилетий показал, что эти резкие, полемически заостренные слова в целом справедливы.

Признание предприятия-лесофондодержателя в качестве основного объекта расчетов пользования, в границах которого должен соблюдаться принцип непрерывности и неистощительности, не умаляет роли вышестоящих органов управления лесным хозяйством в принятии решений об объемах лесозаготовок. Расчетная лесосека, исчисленная по предприятиям, со сводными итогами по областям, краям и республикам, должна рассматриваться и утверждаться вышестоящими органами отраслевого управления — Госкомлесом СССР и Госпланом СССР. Приоритет в принятии решений по лесопользованию принадлежит верхним уровням управления, так как только в масштабе всей отрасли можно проследить и оценить все сложные и многообразные связи и особенности лесоснабжения народного хозяйства. Древесина в нашей стране перевозится на очень большие расстояния, поэтому вся система лесоснабжения представляется обозримой лишь на отраслевом уровне.

Нерешенным вопросом в современной теории лесопользования является учет экономических условий ведения лесного хозяйства. Многие ученые и специалисты вообще отрицают необходимость учета экономических факторов при определении расчетной лесосеки, считая, что она должна отражать лишь природные потенциальные возможности леса, а экономические условия следует учитывать при разработке планов отпуска леса (так называемой плановой лесосеки), и в зависимости от степени влияния экономических условий предусматривать в планах недорубы или перерубы расчетной лесосеки. Другие к числу экономических факторов, учитываемых при определении расчетной лесосеки, относят лишь деление лесов на группы.

Расчетная лесосека по своей сущности — не только биологическая, но и экономическая категория. Если бы отсутствовала потребность в древесине и народное хозяйство не нуждалось в непрерывном пользовании, то лес можно было не рубить. Примером могут служить многочисленные категории лесов, выполняющих только защитные, социальные и иные несырьевые функции. Экономические факторы в этих лесах отступают на задний план, расчетная лесосека в них не устанавливается и рубки главного пользования не проводятся. Лес при этом в большинстве случаев хуже не становится, если в насаждениях регулярно проводятся лесовосстановительные мероприятия, рубки ухода и санитарные рубки. Именно потому, что существует потребность в древесине, выделяются леса, назначение которых, наряду с другими функциями, состоит в удовлетворении потребности народного хозяйства в древесине, и для этих лесов устанавливается расчетная лесосека. Естественно, при определении расчетной лесосеки следует учитывать потребность в древесине, структуру потребления и другие экономические факторы.

Игнорирование экономических факторов принижает роль расчетной лесосеки как регулирующего норматива и сводит ее к абстрактной биологической категории, оторванной от реальных условий лесопользования. В результате на различных этапах экспертизы и утверждения расчетной лесосеки ее приходится многократно уточнять и корректировать. В практике лесоустройства и планирования при установлении расчетной лесосеки учитываются экономические условия, и теория лесопользования должна отражать это явление.

Реализация принципа непрерывности и неистощительности лесопользования требует определенных экономических условий, среди которых важнейшим является транспортная доступность участков лесного фонда. Регулярное проведение комплекса лесохозяйственных мероприятий на протяжении всего оборота рубки предполагает, чтобы каждый участок лесного фонда был доступен в транспортном отношении. Анализ показывает, что рациональное лесное хозяйство может осуществляться при густоте дорог круглогодого действия не менее 0,6...0,8 км на 100 га лесов. В противном случае неизбежны значительные потери в виде естественного отпада древесины, лесных пожаров, несвоевременных уходов за молодняками, длительных сроков восстановления вырубок.

Определение расчетной лесосеки на основе принципа непрерывности и неистощительности лесопользования не обеспечивает, однако, равномерного освоения лесных массивов. Этим принципом следует руководствоваться и при размещении лесосечного фонда с тем, чтобы не допускать чрезмерной концентрации рубок в пределах бассейнов малых рек. Регулирование лесопользования должно осуществляться не только в запретных и берегозащитных полосах, но и на всей площади водосборов. По данным М. В. Рубцова [8], в лесах Европейского Севера 90 % стока формируется в бассейнах рек за пределами и вне зоны влияния лесов речных долин.

Таким образом, в современных условиях принцип непрерывности и неистощительности лесопользования определяет не только объемы заготовки древесины, но и выступает в качестве важнейшего регулятора экологических и социальных функций леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Теория и практика организации лесного хозяйства.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 176 с. [2]. Мелехов И. С. Повышение продуктивности лесов в связи с их многоцелевым назначением // Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР. К VII Международному лесному конгрессу.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— С. 134—142. [3]. Мелехов И. С. Использование и воспроизводство дре-

весного сырья для целлюлозно-бумажной промышленности // Лесн. журн.— 1982.— № 1.— С. 3—9.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Моисеев Н. А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 223 с. [5]. Лобовиков Г. С. Общая концепция форм лесного хозяйства и лесной промышленности // Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР. К VII Международному лесному конгрессу.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— С. 61—69. [6]. Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 216 с. [7]. Орлов М. М. Очерки лесосоустройства в его современной практике.— М.; Л.: Новая деревня, 1924.— 364 с. [8]. Рубцов М. В. Защитная функция лесов вдоль таежных рек.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 190 с.

Поступила 4 января 1988 г.

УДК 630*79

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСОЗАГОТОВОК С ПРЯМОЙ ВЫВОЗКОЙ

С. П. БАХТИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Многолетняя практика доказала технико-экономические преимущества лесозаготовок с прямой хлыстовой и сортиментной вывозкой, исключаяющей нижнекладскую фазу [1]. В то же время требуется установить границы экономической целесообразности применения прямых поставок древесины во двор потребителя, в частности на специализированные деревообрабатывающие предприятия. Новые технологии увеличивают возможности использования биомассы отводимого в рубку лесосечного фонда: для производства технологической щепы на лесосеке кроме стволовой древесины можно перерабатывать лесосечные отходы (ветки, вершинки, сучья). Благодаря доставке всего хлыста на лесопильно-деревообрабатывающее предприятие здесь, в отличие от нижнекладской обработки, можно использовать комлевую и вершинную его части, отходы раскряжевки и лесопиления, включая опилки, кору.

Народнохозяйственная эффективность состоит в данном случае в производстве и поставке продукции потребителю с меньшими затратами, чем при работе с нижними складами. Учесть различия в затратах на получение конечной продукции деревопереработки из одного и того же количества биомассы на лесосеке при изменении технологического варианта ее освоения позволит показатель предельной стоимости биомассы на лесосеке, при которой производство конечной продукции рентабельно. Этот показатель предлагается в качестве критерия экономической эффективности названных технологий.

Методические вопросы построения предельных цен на сырье и промежуточные продукты (на примере технологической щепы) были разработаны А. П. Петровым. Им предложена базовая формула для расчета предельной цены сырья [2]

$$a = \frac{Z - Q - P}{m}, \quad (1)$$

где a — предельная цена сырья (1 м^3 щепы франко-потребитель);
 Z — оптовая цена конечной продукции деревопереработки;
 Q — затраты на производство конечной продукции (без стоимости сырья);
 P — нормативная прибыль на единицу конечной продукции;
 m — норма расхода сырья на единицу продукции.

Экономические показатели в формуле (1) необходимо рассматривать в функциональной зависимости от факторов, их определяющих.

На уровень эксплуатационных затрат на производство оказывают влияние его масштабы и технический уровень, характеристика лесосырьевой базы (район лесозаготовок, породный, размерно-качественный состав древостоя), географическое положение предприятий. В себестоимости лесозаготовок затраты на транспорт леса должны быть представлены в зависимости от среднего расстояния вывозки.

Размер необходимых капитальных затрат зависит (по аналогии с текущими) от размеров предприятий и среднего расстояния вывозки, а также от поясных различий в стоимости строительства. Сумма капитальных вложений, необходимых для организации прямых технологий, должна включать потери от ликвидации основных фондов нижних лесных складов. В состав единовременных вложений включаются также возможные расходы по набору рабочей силы.

Формула (1) учитывает не все виды затрат и результатов, связанных с изменением технологических процессов. При оценке эффективности технологий лесозаготовок особое место должно быть уделено возможности использования большого объема разнообразных отходов, образующихся на всех переделах работ вплоть до получения конечной продукции: на лесосеке, раскряжке древесины, в лесопилении и др. Использование отходов в качестве сырья для других производств обеспечивает не только экономию издержек на самом предприятии, но и общественных затрат в масштабе народного хозяйства, благодаря более рациональному использованию заготавливаемой в стране древесной биомассы. Поэтому в формулу предельной цены сырья вводится слабое — стоимость технологической щепы из отходов. Таким образом, повышение уровня комплексного использования сырья будет свидетельствовать о большей эффективности рассматриваемого варианта лесозаготовок.

Не меньшее влияние на эффективность технологий оказывают расстояния доставки сырья на деревообрабатывающие предприятия и их конечной продукции — потребителям. Зависимость транспортных расходов от расстояния перевозки определяется на основании действующих тарифов для всех возможных вариантов доставки.

С учетом изложенного формула для расчета предельной цены биомассы на лесосеке в общем виде имеет вид

$$a = \frac{Z(M) + S(M) - Q(M) - P - T - L}{M}, \quad (2)$$

- где a — предельная цена древесной биомассы на лесосеке;
 M — объем используемой древесной биомассы;
 $Z(M)$ — оптовая цена франко-потребитель конечных продуктов деревопереработки или круглых лесоматериалов как функция используемого количества биомассы;
 S — оптовая цена франко-потребитель технологической щепы, полученной из отходов по всем переделам работ на лесозаготовках и деревопереработке;
 Q — затраты на освоение биомассы и переработку ее в конечные продукты деревопереработки или круглые лесоматериалы, включая производство технологической щепы из отходов (без стоимости сырья);
 P — нормативная прибыль в производстве продукции из исходной древесной биомассы по всем переделам работ;
 T — транспортные расходы по доставке биомассы от предприятия-поставщика до места переработки;
 L — расходы на перевозку продукции деревопереработки до потребителя.

Учет мощности предприятий и расстояний перевозки сырья и конечной продукции при оценке экономической эффективности различных технологических вариантов лесозаготовок позволяет варьировать эти величины, что обуславливает многовариантный характер ответа в зависимости от размеров и размещения предприятий поставщиков и потребителей.

Установлением предельной цены биомассы на лесосеке вопрос о целесообразности той или иной технологии лесозаготовок решается положительно в том случае, если предельная цена биомассы выше или равна действующей оптовой цене на соответствующее перерабатываемое сырье. Для окончательного решения вопроса методы проектных макетов, математического моделирования позволяют определить предельную цену биомассы на лесосеке для всех возможных технологических вариантов освоения биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бахтина С. П. Прямая хлыстовая и сортиментная вывозка в условиях формирования территориальных лесных комплексов // Лесн. журн.— 1988.— № 3.— С. 91—93.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Петров А. П., Бурдин Н. А., Кожухов Н. И. Лесной комплекс (Вопросы теории и практики).— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 296 с.

Поступила 8 июня 1988 г.

УДК 674.6.003.13

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

И. С. ОЛЬШАНСКИЙ, Г. П. БУТКО

Московский лесотехнический институт

СвердНИИПрев

Обязательное условие оценки эффективности производства — обоснование количественной взаимосвязи между основными экономическими показателями.

В нашей работе оценка эффективности производства выполнена на примере выпуска комплектов деталей деревянной тары. В качестве объекта исследования принято ТПО Свердловлеспром. Исходные данные для оценки эффективности производства были представлены в виде матричной модели, позволяющей устанавливать количественные связи между основными экономическими показателями. В работах [1—3] были предложены некоторые варианты применения данного метода.

Показатели матрицы приведены в таблице.

1. Показатели входа: трудовые ресурсы — численность работающих (P), основные фонды (Φ).

2. Показатели процесса: себестоимость продукции (C).

3. Показатели выхода: товарная продукция (T_d), прибыль (Π).

Исходные показатели определены за отчетный период 1985—1986 гг. На следующем этапе были рассчитаны показатели в тексте матрицы (30 показателей). Показатели, находящиеся в тексте матрицы, характеризуют степень пропорциональности между исходными данными [1—3] и определяются расчетным путем. Первая строка, точнее

вектор-строка (\vec{P}), представлена показателями скорости движения трудозатрат к остальным исходным показателям матрицы: «трудоемкость основных фондов» \vec{P}_Φ ; «трудоемкость себестоимости» \vec{P}_C ; трудоемкость продукции \vec{P}_T ; трудоемкость прибыли \vec{P}_Π .

Матрица показателей эффективности производства

Исходные показатели	Р — численность, чел.	Ф — основные фонды, тыс. р.	С — себестоимость, тыс. р.	T_d — товарная продукция, тыс. р.	П — прибыль, тыс. р.
Вектор-столбец	\vec{V}_P	\vec{V}_F	\vec{V}_C	\vec{V}_{T_d}	\vec{V}_P
	1985 575 1986 584	1985 3 140 1986 3 020	1985 7 103 1986 9 890	1985 7 464 1986 10 029	1985 361 1986 139
Трудоёмкость					
Р — численность, чел.	$I_P = 101,6\%$ 1	$I_F = 102,5\%$ 0,19 $I_{PФ} = 0,99$ 0,18	$I_C = 139,2\%$ 0,08 $I_{PС} = 0,73$ 0,06	$I_{T_d} = 134,3\%$ 0,077 $I_{P T_d} = 0,76$ 0,059	$I_P = 38,6\%$ 1,59 $I_{P П} = 2,63$ 4,19
Фондоёмкость					
Ф — основные фонды, тыс. р.	$I_{ФР} = 1,01$	1	$I_{ФС} = 0,74$	$I_{Ф T_d} = 0,76$	$I_{Ф П} = 2,66$
1985 3 140 1986 3 220	5,46 5,51		0,44 0,33	0,42 0,32	8,69 23,16
Себестоимость					
С — себестоимость, тыс. р.	$I_{СР} = 1,37$	$I_{СФ} = 1,35$	1	$I_{С T_d} = 1,04$	$I_{С П} = 3,61$
1985 7 103 1986 9 890	12,35 16,93	0,23 0,31		0,95 0,98	19,68 71,15
Съем товарной продукции					
T_d — товарная продукция в стоимостном выражении, тыс. р.	$I_{T_d P} = 1,32$	$I_{T_d Ф} = 1,31$	$I_{T_d С} = 0,96$	1	$I_{T_d П} = 3,49$
1985 7 464 1986 10 029	12,98 17,17	0,24 0,31	1,05 1,01		20,67 72,15
Съем прибыли					
П — прибыль, тыс. р.	$I_{ПР} = 0,38$	$I_{ПФ} = 0,37$	$I_{ПС} = 0,28$	$I_{П T_d} = 0,29$	1
1985 361 1986 139	0,63 0,24	0,01 0,004	0,051 0,014	0,048 0,014	

Каждый элемент, находящийся в первом столбце матрицы, равен произведению показателя, находящегося в данной строке текста матрицы, на показатель каждого столбца матрицы. Иначе, $T_d = T_c C = T_\phi \Phi = T_p P$ и т. д. Аналогично выполняется расчет по Π и другим показателям. Одновременно каждый показатель, находящийся в перечне исходных показателей матрицы, равен частному от деления любого показателя, стоящего в первом столбце матрицы, на показатель, находящийся в тексте матрицы в пересечении данных вектор-строки и вектор-столбца, т. е. $\Phi = P : \Phi_k = P : T_k = P : C_k$ и т. д. Так,

$$\Phi_{1986} = 0,19 \left[\frac{584}{3020} \right]; \quad \Phi_{1985} = 0,18 \left[\frac{575}{3140} \right],$$

При повышении эффективности производства все показатели, находящиеся выше главной диагонали, имеют тенденцию к снижению, находящиеся ниже — к повышению.

Для анализа показателей были определены индексы их изменения в каждой клетке матрицы. Так,

$$I_\phi = 102,5 \% \left[\frac{3220}{3140} \cdot 100 \% \right] \text{ и т. д.}$$

Затем проанализированы индексы изменения показателей трудозатрат основных фондов $I_{рф} = 0,99 \left[\frac{0,18}{0,19} \right]$, себестоимости $I_{рс} = 0,73 \left[\frac{0,06}{0,08} \right]$, прибыли.

Результаты исследования представлены в виде неравенств с убывающими значениями показателей.

$$\begin{aligned} I_c &> I_{тд} > I_\phi > I_p > I_\pi; \\ \left\{ \begin{array}{l} I_{сп} > I_{тдп} > I_{фп} > I_{рп} > 1; \\ I_{ср} > I_{тдп} > I_{фр} > 1 > I_{пр}; \\ I_{сф} > I_{тдф} > 1 > I_{рф} > I_{пф}; \\ I_{стд} > 1 > I_{фтд} > I_{ртд} > I_{птд}; \end{array} \right. \\ \left\{ \begin{array}{l} 3,61 > 3,49 > 2,66 > 2,63 > 1; \\ 1,37 > 1,32 > 1,01 > 1 > 0,38; \\ 1,35 > 1,31 > 1 > 0,99 > 0,37; \\ 1,04 > 1 > 0,76 > 0,75 > 0,28. \end{array} \right. \end{aligned}$$

Оценка деятельности предприятий дана на основе индексов промежуточных показателей (элементов), расположенных симметрично главной диагонали. Каждому элементу, расположенному выше главной диагонали, соответствует обратный след элемента, находящегося на таком же расстоянии от главной диагонали ниже, и наоборот. Данное условие выражается следующими равенствами:

$$\Phi_p = 1 : P_\phi; \quad C_{тд} = 1 : T_{дс} \text{ и т. д.}$$

Рассмотрим изменение элементов с тенденцией к снижению, находящихся выше главной диагонали. Отрицательное влияние на эффективность производства тары оказывают следующие элементы, расположенные выше главной диагонали матрицы: съём товарной продукции

(по прибыли) $I_{тдс} = 3,47$; себестоимость (по прибыли) $I_{сп} = 3,48$; фондоемкость (по прибыли) $I_{фп} = 2,66$.

Превышение индекса роста производительности труда над индексом роста фондовооруженности указывает на фондосберегающую форму интенсивного производства. Уровень производительности труда в исследуемом периоде возрос до 32 %; соответственно снижение фондовооруженности труда составило 5 %. Техническая оснащенность труда на отдельных передлах работ производства комплектов тары находится на низком уровне. Усилия, направленные на ее повышение, хотя и обеспечивают существенный относительный прирост фондовооруженности труда, но еще недостаточны для формирования значительной абсолютной ее величины. Характерен также широкий диапазон колебаний активной фондовооруженности труда.

Иначе, совершенно одинаковое прогрессивное оборудование на разных предприятиях одной отрасли характеризуется показателями вооруженности, различающимися во много раз. Низкая эффективность нового оборудования, в частности многопильных станков СБ-15Т, ГСПР, вызвана недостатками в технической политике, слабым распространением передового опыта.

Анализ фактических данных показал, что в развитии производственного аппарата ряда тарных предприятий имеют место экстенсивные тенденции. Это проявляется в том, что наращивание производственных мощностей происходит путем количественного роста парка оборудования при недостаточной замене устаревшего и изношенного. В результате число рабочих мест в тарном производстве растет значительно быстрее, чем численность рабочих, которые могут занять эти места.

Полученные результаты анализа эффективности производства были приведены в соответствие со среднегодовой мощностью предприятий. Анализ показателей матричной модели позволил сделать вывод, что наиболее эффективно производство данной продукции при среднегодовом объеме 20...30 тыс. м³ комплектов тары. При этом улучшаются все показатели.

На следующем этапе работы рассмотрены вопросы, связанные с комплексной оценкой эффективности трудовых ресурсов, изысканием резервов их роста, комплексным стимулированием улучшения качества продукции и эффективности труда.

Индексы показателей трудоемкости, фондоемкости, себестоимости, материалоемкости могут быть определены методами экстраполяции, экспертных оценок или факторными расчетами.

Указанные подходы имеют свои достоинства и недостатки, дают результаты, в некоторых случаях противоречивые. Различные попытки усовершенствовать эти методы положительны больше в теории, чем в практическом применении.

В этой связи матричный метод является упрощенным. Новизна его заключается в установлении количественных связей между основными экономическими показателями. На основе коэффициента приведения конкретного экономического показателя к критерию можно определить эффективность производства. В результате можно установить влияние различных факторов на рост производительности труда. Кроме того, учет показателей ускорения (прямых и обратных) имеет первостепенное значение в условиях ограниченности трудовых и сырьевых ресурсов.

Изложенный метод применим для анализа эффективности не только производства комплектов деталей деревянной тары, но и других материалоемких производств. Возможные модификации, как правило, связаны только со способами установления зависимости между показателями,

Данный метод, безусловно, ни в коей мере не претендует на роль универсального. Он лишь дополняет существующие способы оценки эффективности производства, решая в значительной степени задачу оценки темпов научно-технического прогресса конкретного производства, всей отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Демченко М. Н. Системный анализ развития машиностроения. Ч. 1.— М.: МИУ, 1978.— 76 с. [2]. Демченко М. Н. Системный анализ развития машиностроения. Ч. 2.— М.: МИУ, 1980.— 79 с. [3]. Когут А. В. Эффективность промышленного производства.— Л.: Наука, 1983.— 175 с.

Поступила 12 апреля 1988 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*181.36 : 630*231.33

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ АКТИВНОГО РОСТА
СОСУЩИХ КОРНЕЙ СОСНЫ
В КУЛЬТУРАХ МАРИЙСКОЙ АССР

В. А. ЗАКАМСКИЙ

Марийский политехнический институт

Значительная часть площадей лесокультурного фонда на неоднородных местоположениях характеризуется различиями в росте древесных растений по бугристым и низинным элементам рельефа. В таких условиях агротехника выращивания высокопродуктивных и устойчивых культур сосны основана на своевременном проведении агротехнических уходов, которые следует приспосабливать к периодам роста активной части корневой системы.

Необходимость изучения роста сосущих корней для прогнозирования сроков проведения агротехнических уходов отмечали ряд авторов ([3—5, 7, 8, 10, 11] и др.). Однако в доступной литературе не обосновано время проведения механических рыхлений с учетом роста сосущих корней на различных уровнях расположения участков в условиях сухих и свежих боров, пройденных пожаром.

Мы изучали рост физиологически активных корней в течение вегетационных периодов 1982 и 1983 гг. Объектами служили культуры сосны, созданные на гарях 1972 г. в Медведевском лесокombинате Марийской АССР. Почва слабоподзолистая, песчаная, свежая, характеризуется недостатком влаги из-за глубокого залегания грунтовых вод (более 2 м). Тип условий местопроизрастания — А₂. На участках проведена сплошная вспашка плугом ПКЛ-70-5 на глубину 20...25 см. Посадка выполнена лесопосадочной машиной ЛМД-1. Густота посадки — 10 000 шт./га. Таксационные показатели культур: возраст — 9 лет, средний диаметр — 3,05 см, средняя высота — 2,85 м.

Рост корней изучали на трех участках, расположенных на различных по высоте уровнях: 1,5 м между верхним и средним, 1,5 м между средним и нижним. Средние модельные деревья отличались повышенной высоты от верхнего до нижнего участков на 0,5 м. Нарастание длины корней определяли по методу стационара (метод «стекла»). За прототип был взят способ В. А. Колесникова [6], но использовали технические (органические) стекла. Эти стекла забивали в почву параллельно стволу с восточной стороны дерева на расстоянии 30 см от него. По краю стекла крепили металлическими уголками. Площадь окон 30 × 36 см², толщина 10 мм. Наблюдения проводили в течение периода вегетации растений. Перед осмотром землю каждый раз отгребали, стекла очищали тканью, на них фиксировали прозрачную пленку, на которую проецировали подошедшие корешки. По окончании работ стекла засыпали.

В день учета термометрами Савинова определяли температуру почвы. В лаборатории термовесовым методом устанавливали полевую влажность 30-сантиметрового пахотного слоя.

Данные о сезонной динамике роста сосущих корней, изменениях температуры и влажности почвы на участках представлены на рис. 1, 2, 3.

На рисунках показана неравномерность жизнедеятельности активных корней в течение вегетационного периода. У исследуемых растений периоды интенсивного роста корней чередуются с периодами затишья, которые наступают одновременно на различных уровнях расположения участков.

Весенние периоды активного роста корней наступали в начале мая при прогревании почвы до 8...10 °С и длились до первых чисел июня. Раньше начинали расти сосущие корни на верхнем и позднее на нижнем участке.

Летние периоды активного роста корней проходили на верхнем участке с 19 июня по 5 июля и с 12 июля по 1 августа 1982 г., с 15 июня по 21 июля 1983 г. На среднем участке время активности отмечалось с 18 июня по 20 июля 1983 г. По продолжительности летние периоды короче основных и начинались после повышения температуры и влажности почвы. Температура верхнего слоя достигала 18...20 °С и выше, влажность — 3...6 %.

Летне-осенние (осенние) периоды активного роста корней наблюдались при увеличении влажности почвы более чем на 2...5 % и понижении ее температуры ниже 15...20 °С. Активный рост корней начинался почти одновременно по местоположе-

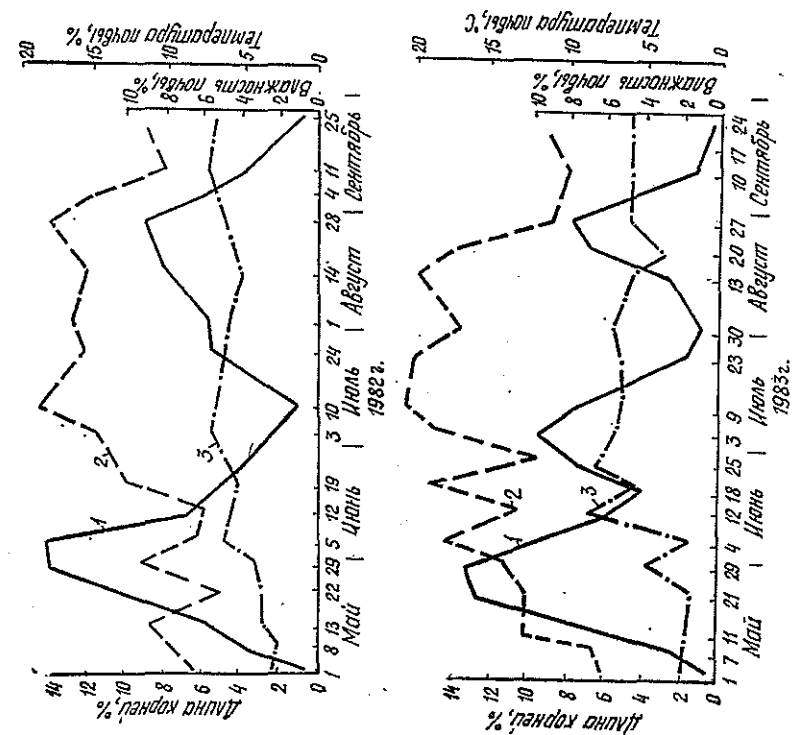


Рис. 2. Сезонная динамика роста сосущих корней сосны в культурах на среднем участке. Обозначения см. на рис. 1

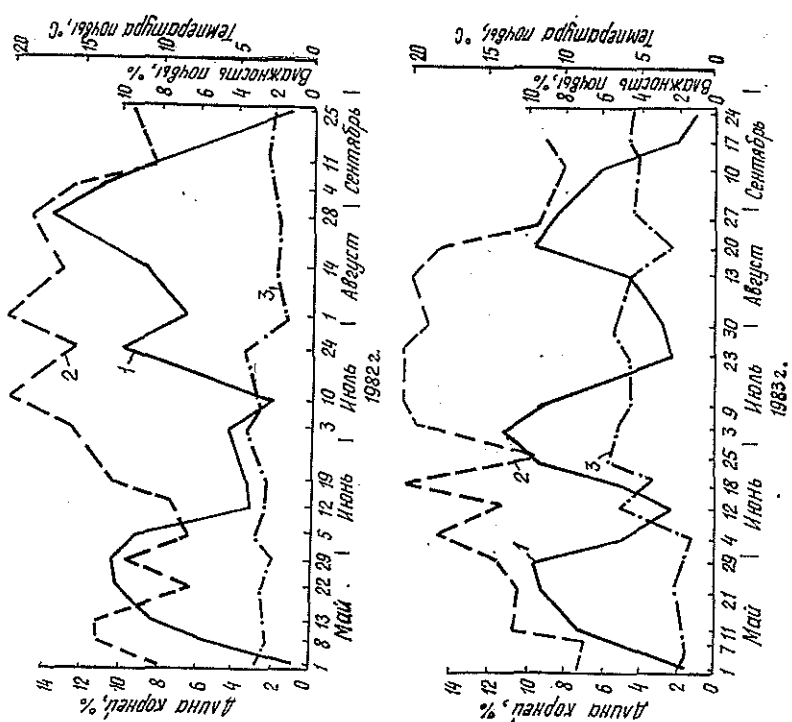


Рис. 1. Сезонная динамика роста сосущих корней сосны в культурах на верхнем участке (% к общей длине за вегетацию): 1 — рост корней; 2 — температура почвы; 3 — влажность почвы

нием растений на элементах рельефа, в 1982 г. после 1 августа, в 1983 г. после 13 августа. Заканчивался рост осенью раньше на нижнем, затем на верхнем участках. Так, на нижнем уровне в 1983 г. минимальный рост отмечен после 9 сентября, а на

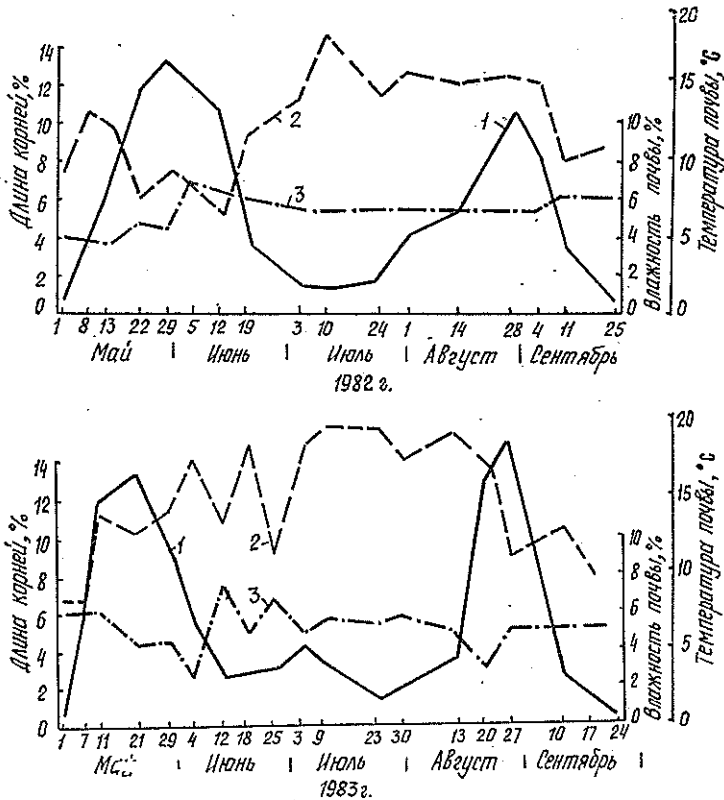


Рис. 3. Сезонная динамика роста сосущих корней сосны в культурах на нижнем участке. Обозначения см. на рис. 1

верхнем — после 15 сентября. Влажность почвы в конце летне-осенних периодов была более 2...5 %, температура менее 10...15 °С.

В целом в течение периодов вегетации растений нарастание длины корней осенью было менее интенсивным, чем весной. Кроме основных периодов активного роста корней весеннего и осеннего ([1, 2, 8, 9] и др.), мы предлагаем выделять летний.

Наблюдения показали, что продолжительность периодов активного роста сосущих корней на различных по уровню расположения участках различна: наибольшая на верхних, далее на средних и нижних.

Как было указано, проведение рыхлений вызывает поранение корней. Поскольку корни лучше регенерируют в период их активного роста ([10, 11] и др.), предлагаем проводить рыхление почвы на разных элементах дифференцированно, приспособляя периоды их проведения к периодам замедления активности сосущих корней. Рекомендуем рыхление начинать с первой декады июня и заканчивать в первой декаде августа. На верхних и средних местоположениях следует прекращать всякие рыхления с июня по август, когда наблюдается обильное выпадение осадков, температура почвы 15...20 °С и выше, влажность почвы 5...6 % и более.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баглай А. Н. О динамике роста горизонтальных корней сосны // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки.—1965.—№ 4.—С. 136—139. [2]. Баглай А. Н. О росте горизонтальных корней сосны в условиях свежего бора // Вопросы продуктивности лесного хозяйства.—Воронеж, 1968.—С. 81—87. [3]. Булыгин Н. Е., Коротаев А. А. О сопряженности динамики сезонного роста корней и побегов у сосны обыкновенной под Ленинградом // Лесоводство, лесные культуры, почвоведение.—Л., 1979.—Вып. 8.—С. 56—61. [4]. Калинин М. И. Формирование корневой системы деревьев.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—152 с. [5]. Калинин М. И., Тиунчик В. К., Лантух В. С. Влияние глубокого рыхления почвы на корневые системы древесных пород в культурах // Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообраб. пром-сть.—1982.—№ 13.—С. 23—27. [6]. Колесников В. А. Методы изучения корневой системы древесных растений.—М.: Лесн. пром-сть, 1972.—152 с. [7]. Коротаев А. А. Иссле-

дование сопряженности сезонного роста корневых систем и побегов у древесных растений и ее индификационное значение для практики лесного хозяйства // Роль науки в создании лесов будущего: Тез. докл. Всес. конф., Пушкино, 1980.— Л., 1981.— 87 с. [8]. Рахтеенко И. Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений.— Минск: АН БССР, 1963.— 254 с. [9]. Шинкаренко И. Б. Динамика роста и развития горизонтальных корней сосны обыкновенной // Зап. Харьков. с.-х. ин-та.— 1955.— Т. 10 (47).— С. 229—239. [10]. Ярославцев Г. Д. Сопряженность роста и регенерации корней с ростом побегов у некоторых средиземноморских пихт на Южном берегу Крыма // Бюл. Никитского ботан. сада.— 1982.— № 49.— С. 35—40. [11]. Ярославцев Г. Д., Кузнецов С. И. Сезонная изменчивость активности роста корней кедров // Бюл. Никитского ботан. сада.— 1982.— № 48.— С. 39—42.

УДК 536.244

ТЕПЛООБМЕН МАЛОРЯДНЫХ ПУЧКОВ ИЗ ТРУБ С ПОПЕРЕЧНЫМИ РЕБРАМИ

В. Б. КУНТЫШ, В. И. МЕЛЕХОВ, И. Г. РЯБКОБЫЛЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Пучки из ребристых труб с числом рядов $z = 1; 2$ по направлению движения воздуха применяют в калориферах лесосушильных камер, в радиаторах тракторов, автомобилей и ряде других транспортных машин. Однако вопросы теплообмена и аэродинамического сопротивления в таких пучках, особенно однорядных [1, 4, 5, 7], исследованы недостаточно полно.

С учетом вышесказанного, нами экспериментально исследованы приведенная теплоотдача, аэродинамическое сопротивление и термическое контактное сопротивление (ТКС) однорядных и двухрядных пучков, а также одиночной ребристой трубы в перпендикулярном потоке воздуха. Опыты проводили на биметаллических трубах с накатными однозаходными алюминиевыми ребрами, применяемых фирмой Хильдебранд (ФРГ) для нагрева агента сушки в лесосушильных камерах. Геометрические размеры ребер и трубы следующие: наружный диаметр ребра $d = 64$ мм; диаметр ребра у его основания $d_0 = 42$ мм; высота и шаг ребра соответственно $h = 11$ мм; $S = 4$ мм; толщина ребра у вершины $\Delta_1 = 0,55$ мм, у основания $\Delta_2 = 1,5$ мм; коэффициент оребрения трубы $\varphi = 8,04$. Несущая труба с наружным диаметром $d_n = d_k = 39$ мм и толщиной стенки 2,5 мм выполнена из углеродистой стали.

Исследованы: однорядные пучки I, II, III с поперечным шагом S_1 , соответственно равным 74; 80 и 100 мм (относительный поперечный шаг $\sigma_1 = S_1/d = 1,156; 1,25; 1,562$), двухрядный пучок IV с шагом $S_1 = 133$ мм и продольным шагом $S_2 = 74$ мм ($\sigma_1 = 2,078$, относительный продольный шаг $\sigma_2 = S_2/d = 1,156$), а также одиночная труба V, установленная вертикально в центре рабочего участка сечением 400×400 мм разомкнутой аэродинамической трубы [2].

Теплоотдачу пучков I—IV изучали методом локального теплового моделирования, при котором обогреваемую ребристую трубу-калориметр устанавливали в центре соответствующего ряда. Для измерения приведенных коэффициентов теплоотдачи и значений ТКС применен парозлектрический калориметр. Методика измерений требуемых тепловых и гидродинамических параметров, аппаратное и конструктивное оформление калориметрической трубы подробно описаны в работе [2]. Опытная программа состояла из двух частей: первая включала измерение приведенных коэффициентов теплоотдачи, вторая — определение ТКС биметаллической трубы. Величину термического контактного сопротивления R_k , ($m^2 \cdot K$)/Вт, находили по формуле

$$R_k = \Delta T_k / q_k, \quad (1)$$

где ΔT_k — температурный перепад на механическом контакте наружной поверхности несущей трубы с внутренней поверхностью ребристой оболочки;

q_k — плотность теплового потока через контактную зону, Вт/м².

Экспериментальные данные по теплоотдаче и аэродинамическому сопротивлению обрабатывали и представляли в числах подобия

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

Здесь Nu_i, Nu'_i, Nu, Nu' — числа Нуссельта, вычисленные по приведенному коэффициенту теплоотдачи i -го ряда без учета (α_i) и с учетом ТКС (α'), а также рассчитанные по средним приведенным коэффициентам теплоотдачи пучка без учета и с учетом ТКС;

Re — число Рейнольдса;
 Eu — число Эйлера;
 w — скорость воздуха в узком сечении пучка, м/с;
 Δp — перепад статического давления воздуха на пучке, Па;
 α, α' — соответственно средние приведенные коэффициенты теплоотдачи пучка без учета и с учетом влияния ТКС;
 ρ — плотность воздуха, кг/м³;
 λ — коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м · К);
 ν — коэффициент кинематической вязкости воздуха, м²/с.

За определяющую скорость потока принимали ее значение в узком сечении пучка, что вызвано стремлением к получению минимального расслоения опытных данных [1, 7], относящихся к различным пучкам с параметрическим изменением σ_1 . Физические константы воздуха принимали по его средней температуре в пучке. Для однорядных пучков I—III, а также одиночной трубы значения $\alpha_i = \alpha$, $\alpha'_i = \alpha'$ и соответственно $Nu_i = Nu$; $Nu'_i = Nu'$.

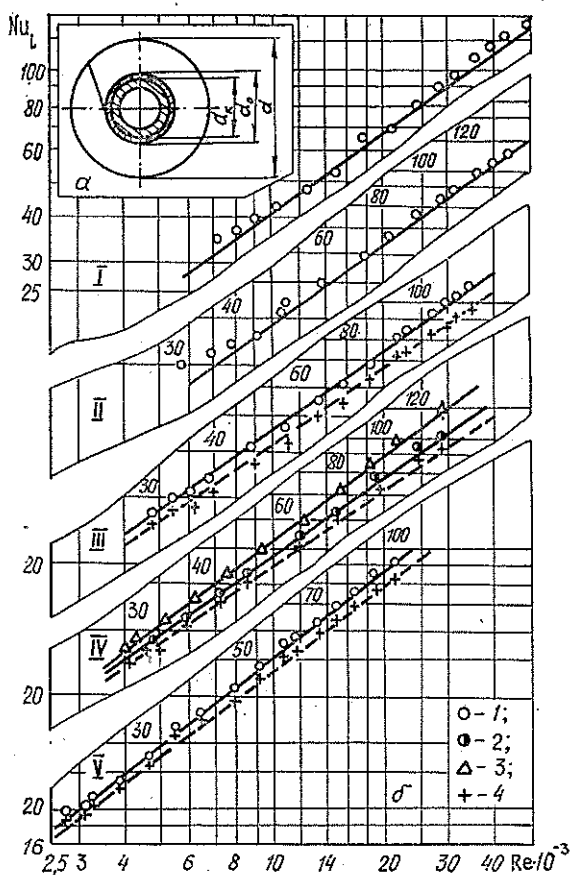


Рис. 1. Сечение оребренной трубы (а) и теплоотдача пучков (б); I, II, III, IV — номера пучков; V — одиночная труба: 1 — опытные точки; 2, 3 — опытные точки соответственно для 1- и 2-го рядов пучка IV; 4 — опытные точки с учетом R_k

На рис. 1 в логарифмических координатах опытными точками представлены результаты исследования теплоотдачи, которые аппроксимированы уравнениями подобия степенного вида:

$$Nu_i = C_i Re^{n_i}; \quad Nu'_i = C'_i Re^{m_i}. \quad (2)$$

Для однорядных пучков и одиночной трубы $C_i = C$; $C'_i = C'$, $n_i = n$; $m_i = m$. Средняя теплоотдача компоновок I—V описана уравнениями

$$Nu = C Re^n; \quad Nu' = C' Re^m. \quad (3)$$

Коэффициенты C_i , C'_i , C , C' , n_i , m_i , n и m в уравнениях (2), (3) определяли способом выбранных точек и методом наименьших квадратов (МНК), реализованном на ЭВМ «Искра-226» [3]. Численные значения этих коэффициентов даны в табл. 1. При

Таблица 1

Коэффициент	Численное значение коэффициента уравнений подобия для номера пучка, трубы					
	I	II	III	IV*		V
				1-й ряд	2-й ряд	
$C_i \cdot 10^2$	6,47/6	6,27/7,3	7,15/6,2	7,53/6,7	5,3/4,9	4,54/3,8
$n_i \cdot 10$	7/7,12	7/6,86	7/7,16	7/7,15	7,5/7,59	7,6/7,82
$C'_i \cdot 10^2$	—	—	7,93/7,6	8,52/7,2	5,94/5,9	5,05/4,5
$n'_i \cdot 10$	—	—	6,8/6,84	6,8/7	7,3/7,31	7,4/7,53
$C \cdot 10^2$	—	—	—	6,04/5,72		—
$\varepsilon \cdot 10, \%$	9,37/7,1	7,56/14,6	7,65/15,7	8,22/4,26	9,25/0,017	7,28/—
$\sigma_0, \%$	5,65/2,01	2,73/1,88	3,23/0,756	1,82/0,022	2,3/0,00	3,41/—
$r \cdot 10$	1,8/1,37	2,7/2,39	5,3/3,69	4,2/3,1		—
A	2,35/1,56	4,4/3,27	29,57/6,05	20,35/7,1		—

* Пучок IV: $n = 0,73/0,737$; $m = 0,71/0,715$; $C' \cdot 10^2 = 6,8/6,57$.

расчете коэффициентов методом МНК доверительная вероятность p принята равной 0,99, для которой вычислены доверительный интервал ε полученных уравнений и доверительный интервал для дисперсии σ_0 (предельные большие значения).

В табл. 1 в числителе представлены значения параметров, полученные при обработке опытных данных способом выбранных точек, а в знаменателе — статистической обработкой МНК. Исключение составляют параметры ε и σ_0 , в которых числитель характерен для Nu_2 по уравнению (2), а знаменатель действителен для уравнения подобия аэродинамического сопротивления пучков I—IV. Численные значения ε и σ_0 для Nu_2 в уравнении (2), описывающего теплоотдачу труб III, IV, V с учетом ТКС, не превышают соответствующих величин в табл. 1 для этих пучков и поэтому отдельно не приведены. Сплошные линии на рис. 1 соответствуют уравнениям подобия с вычисленными коэффициентами способом выбранных точек.

Анализ результатов обработки опытов примененными способами показал, что числа Nu , вычисленные по предлагаемым различным уравнениям для одного и того же пучка, отличаются не более чем на 3 % в принятом диапазоне изменения Re . Несколько большее расхождение обнаружено при описании опытных данных по сопротивлению. Здесь разброс опытных точек относительно приближающей кривой более значителен, что связано с меньшей точностью измерения малых перепадов давления воздуха на пучках в области изменения $Re = (4 \div 9) \cdot 10^3$. Применение же ЭВМ для вычисления МНК коэффициентов пропорциональности сведено к формальным вычислениям без учета данного экспериментального факта и понимания физического явления для заданной средней относительной ошибки опытов по Eu , равной $\pm 3,5$ %.

Теплоотдача пучков I—IV и трубы V монотонно увеличивается с ростом Re , причем возрастание логарифмически линейно. Но для плотного пучка I, характеризующегося малым σ_1 , наблюдается тенденция к криволинейному отклонению экспериментальных точек от аппроксимирующей прямой. Для шага $\sigma_1 \leq 1,25$ (пучки I, II) наблюдается хорошая связь между Nu и Re независимо от σ_1 . Теплоотдача в этих пучках не зависит от шага компоновки труб и (с отклонением $\pm 1,6$ %) обобщается уравнением

$$Nu = 0,0637 Re^{0,7} \quad (4)$$

действительным в интервале числа $Re = (6-50) \cdot 10^3$.

Последующее увеличение σ_1 до 1,562 (пучок III) сопровождается интенсификацией средней теплоотдачи в 1,12 раза. Повышение интенсивности теплоотдачи в пучках с ростом $\sigma_1 > 1,25$ косвенно подтверждается и данными по теплоотдаче 1-го ряда пучка IV ($\sigma_1 = 2,078$), которые можно рассматривать в качестве адекватных теплоотдаче однорядного пучка [7] этой компоновки. Коэффициенты теплоотдачи увеличились по сравнению с пучком III на 6 %.

Теплоотдача 2-го ряда по отношению к 1-му в двухрядном пучке IV возросла на 4...18 % вследствие повышения турбулентности потока. Применение двухрядной компоновки вместо однорядной с $\sigma_1 = 2,078$ способствует увеличению средней теплоотдачи пучка на 1,5...9 %.

Для одиночной трубы характерны повышенные коэффициенты теплоотдачи, которые при $Re = 5 \cdot 10^3$ превосходят в 1,053—1,21 раза, а при $Re = 23 \cdot 10^3$ — в 1,15—1,32 раза теплоотдачу однорядных пучков I—III и приближаются к значению теплоотдачи 2-го ряда пучка IV.

Кривые теплоотдачи $Nu' = f(Re)$, проведенные на рис. 1 штриховыми линиями, располагаются более полого по сравнению с зависимостями $Nu = f(Re)$. Тангенс угла

наклона их, равный m или m_i , соответственно меньше n или n_i (табл. 1). При $Re = idem$ снижение Nu' по отношению к Nu — количественное отражение влияния только ТКС (R_k). Интенсивность теплоотдачи уменьшается на 5...12%. Различие в значениях m и n наглядно и однозначно объясняется проведенными сравнительными опытами. Изменение термического сопротивления теплоотдачи в биметаллических трубах сопровождается различным наклоном кривых теплоотдачи.

Для труб I—V значения КПД ребра η , рассчитанные с учетом α и неравномерности распределения теплоотдачи по поверхности [6], находились в диапазоне 0,963—0,995.

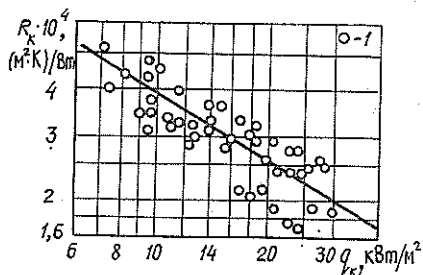


Рис. 2. Зависимость ТКС от плотности теплового потока: I — опытные точки по формуле (1)

составляет 1,5 мм, а максимальная высота — 0,0425 мм. Плотный контакт оболочки с несущей трубой имеет место по основаниям межреберных полостей. Наружная поверхность несущей трубы, шлифованная с шероховатостью, $R_z = 1,1$ мк.

Параметрическое увеличение σ_1 приводит к снижению аэродинамического сопротивления пучков I—IV (рис. 3), которое обобщается уравнением подобия:

$$Eu = A Re^{-r} \quad (6)$$

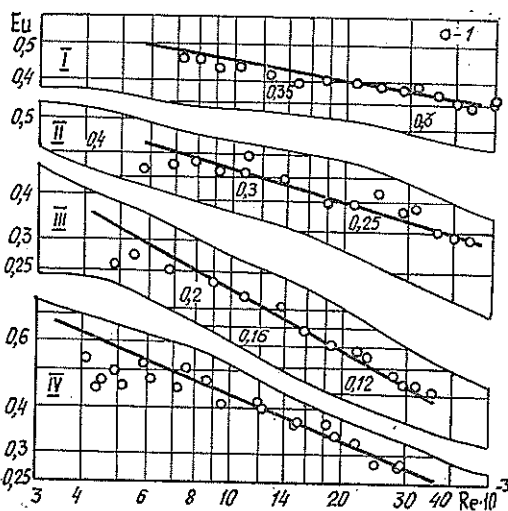


Рис. 3. Аэродинамическое сопротивление пучков: I, II, III, IV — номера пучков; I — опытные точки

Результаты сравнения тепловой эффективности пучков из различных типов труб приведены в табл. 2.

Тепловое совершенство пучка (трубы) оценивается коэффициентом тепловой эффективности $\psi = (\alpha\varphi)_i / (\alpha\varphi)_{эт}$ при $N_0 = idem$ или $\psi' = (\alpha\varphi)_i / (\alpha\varphi)_{эт}$ при $N_0 \varphi = idem$; здесь $(\alpha\varphi)_{эт}$ — теплоотдача эталонной поверхности, вычисленная по площади поверхности трубы с диаметром d_0 . В качестве эталонной поверхности принимали пучки 1, 2 (табл. 2) соответственно для компоновок I, IV. Из данных табл. 2 видно,

Величину ТКС (R_k , $(m^2 \cdot K)/Вт$) труб I—V определяют в зависимости от плотности теплового потока q_k , $кВт/м^2$, по формуле

$$R_k \cdot 10^4 = 14,89 q_k^{-0,59}, \quad (5)$$

которой на рис. 2 соответствует сплошная линия. Средняя температура контакта $t_k = 92,5 \dots 76,1$ °C.

Величина R_k при прочих постоянных условиях зависит прежде всего от совокупного механического состояния контактной зоны.

Выполненные микроскопические исследования обнаружили наличие вогнутостей в стенке алюминиевой ребристой оболочки под основанием ребер, заполненных воздухом. Ширина основания вогнутостей

Значения A и r даны в табл. 1. Уравнения (2)—(4), (6) действительны в интервале $Re = (2,5 \div 50) \cdot 10^3$.

Значения тепловой эффективности и массовых характеристик исследованных пучков I, IV из труб Хильдебранд с трубами близкого диаметра, рекомендованными к применению [5] в калориферах сушильных камер, сопоставлены по методу В. М. Ангуфьева. Параметры рекомендованных труб следующие: $d = 69,5$ мм; $d_0 = 39,9$ мм; $h = 14,8$ мм; $S = 3$ мм; $\Delta = 0,6$; $\varphi = 14,67$. Несущая труба стальная $d_n = 38$ мм с толщиной стенки 2,5 мм. Расход алюминия на ребрение 1 м трубы Хильдебранд составляет 1,91 кг/м, а масса стальной трубы — 2,24 кг/м, что больше, по сравнению с отечественными трубами, соответственно на 13 и 4%. Удельная металлоемкость трубы Хильдебранд — 3,9 кг/м², отечественных — 2,1 кг/м².

Таблица 2

Но- мер пучка	S_1 , мм	S_2 , мм	$\frac{\alpha \varphi}{\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$	ψ	$\frac{\alpha \varphi'}{\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$	ψ'
			$N_0 = 6 \text{ Вт}/\text{м}^2$		$N_{0\varphi} = 60 \text{ Вт}/\text{м}^2$	
I	74	—	350	0,55	365	0,63
IV	133	74	400	0,6	430	0,71
1*	74	—	635	1	580	1
2*	133	74	665	1	604	1

* 1, 2 — номера пучков из труб [5].

что интенсивность теплоотдачи пучков из труб Хильдебранд в 1,4—1,59 раза ниже по сравнению с перспективными трубами отечественного производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Жукаускас А. А., Улинскас Р. В., Зинявичюс Ф. В. Теплоотдача шахматных пучков оребренных труб, поперечно обтекаемых вязкой жидкостью // Тр. АН ЛитССР. Сер. Б.— 1986.— Т. 3 (154).— С. 85—93. [2]. Кунтыш В. Б., Пирир А. Э., Федотова Л. М. Исследование контактного термического сопротивления биметаллических оребренных труб АВО // Лесн. журн.— 1980.— № 5.— С. 121—126. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Применение ЭВМ «Искра-226» для статистической обработки эмпирических критериальных уравнений оребренных пучков / В. Б. Кунтыш, В. И. Мелехов, И. Г. Рябокобыленко и др. // Информ. листок Арханг. ЦНТИ.— 1987.— № 180—87.— 4 с. [4]. Средняя теплоотдача и гидравлическое сопротивление компактных пучков из круглых оребренных труб / Илгарубис В. С., Ермаков С. И., Улинскас Р. В. и др., АН ЛитССР. Ин-т физ.-техн. проблем энергетики.— Каунас, 1984.— 22 с.— Деп. в ЛитНИИЦТИ 16.10.84, № 1311—84. [5]. Теплообмен и аэродинамическое сопротивление однорядных биметаллических калориферов для лесосушильных камер / В. Б. Кунтыш, В. И. Мелехов, Е. С. Богданов и др. // Деревообработ. пром-сть.— 1985.— № 9.— С. 7—9. [6]. Юдин В. Ф. Теплообмен поперечно-оребренных труб.— Л.: Машиностроение, 1982.— 189 с. [7]. Spraggow E. M., Samie F. Heat transfer and pressure drop results for one-and two-row arrays of finned tubes // Int J. Heat Mass. Transfer.— 1985.— No 12, vol. 28.— P. 2247—2259.

УДК 630*812

КРАТКОВРЕМЕННАЯ ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Ю. М. ИВАНОВ, Ю. Ю. СЛАВИК

ЦНИИ строительных конструкций

Задержка релаксации максимальных напряжений в области вынужденных высокоэластических (ввэл) деформаций, выражающаяся при изгибе в явлении парадокса [4, 7], должна наблюдаться, как мы предполагали [3], в виде задержанного притупления пиков и при концентрации напряжений. Явление парадокса [3, 7] состоит в отсутствии роста временного сопротивления $\sigma_{вр}$ изгибу при превышении некоторой скорости нагружения в машинном испытании древесины. Наглядно это обнаруживается на графике $\lg t - \sigma$, показывающем отклонение опытных точек 1 вниз от прямой 1 длительной прочности (рис. 1, показано стрелками), которая соответствует медленному нагружению и длительной нагрузке (на рис. 1 t — время до разрушения, определяемое по продолжительности испытания t_1 с постоянной скоростью нагружения до момента разрушения [7]; σ — разрушающее напряжение при испытаниях моделино возрастающей нагрузкой (точки 2) или постоянное напряжение при длительных испытаниях (точки 3); σ , % к σ_{max}).

Известно, что превышение крайним напряжением предела вынужденной высокоэластичности $\sigma_{вэ}$ древесины [5] сопровождается интенсивным развитием перед разрушением изгибаемого элемента нелинейных ввэл деформаций, скорость которых растет экспоненциально с напряжением. В крайних сжатых волокнах изгибаемого элемента скорость краевой деформации определяется упругим ядром на остальной части поперечного сечения, сдерживающим развитие ввэл деформаций, что вызывает релаксацию напряжений в этих волокнах (появление зачаточной складки разрушения в них определяет потерю несущей способности изгибаемого элемента). При испытаниях с повышенными скоростями нагружения создаются условия задержки развития

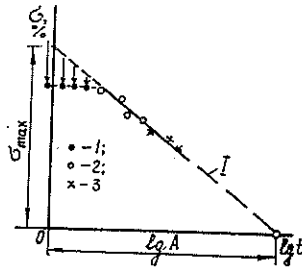


Рис. 1. Схема парадокса сопротивления древесины изгибу: опытные точки в зоне парадокса (1); для медленного нагружения (2); для длительной нагрузки (3)

релаксации, приводящей к сокращению времени до образования складки и разрушению со сниженной величиной $\sigma_{вр}$, т. е. явлению парадокса [4, 7].

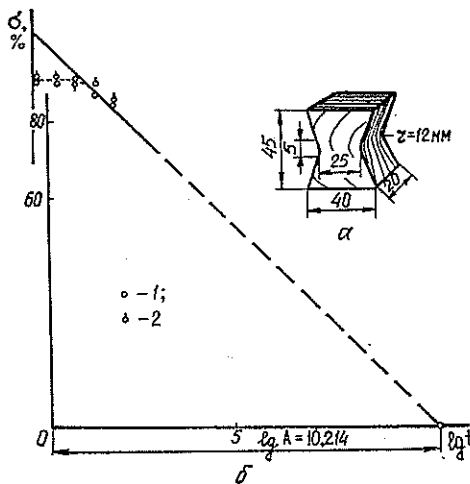


Рис. 2. Результаты испытаний древесины на растяжение поперек волокон с разной скоростью нагружения: а — схема образца (размеры в миллиметрах); б — график $\lg t - \sigma$ с опытными точками для древесины сосны (1) и осины (2)

Для проверки высказанного предположения в случае концентрации напряжений были использованы результаты испытаний на растяжение поперек волокон, проведен-

Результаты испытаний древесины на растяжение поперек волокон с разной скоростью нагружения

Порода (влажность, %)	Скорость нагружения, МПа × мин ⁻¹	$\sigma_{вр}$, %	$\lg t$	Статистические параметры при группировании точек, %				
				σ_0	$R_{ср}$	S	m	$\pm a$
Сосна (10,3)	0,2	85,5	1,674	101,38	10	3,23	0,65	1,27
	0,6	90,6	1,178					
Осина (9,4)	0,2	85,0	1,664					
	0,6	87,9	1,186					
	0	0	10,214					
Сосна (10,3)	2,0	90,6	0,654					
	6,0	92,3	0,178					
	20,0	92,3	-0,343					
Осина (9,4)	2,0	92,1	0,664					
	6,0	90,7	0,189					
	20,0	92,1	-0,337					

Примечание. $R_{ср}$ — средний размах выборок; S — среднее квадратическое отклонение; m — ошибка S ; a — доверительный интервал изменений σ'_0 и σ''_0 ; достоверность разницы между σ'_0 и σ''_0 $t_{0,05} = 11,56 > 1,96$.

ных с разной скоростью (в диапазоне двух порядков) Л. М. Перельгиным [8] на образцах древесины, имевших концентрацию напряжений в их наименьшем поперечном сечении (в месте закруглений радиусом 12 мм на длине 5 мм [1], рис. 2, а).

Испытаниям подвергали образцы древесины сосны и осины по 25 на точку (см. табл.) при обычной температуре. Для построения графика по схеме рис. 1 значения $\sigma_{вр}$ были выражены в процентах к σ_{max} , отсекаемому на оси ординат (для серии испытаний образцов данной породы) средней прямой, проведенной по точкам для более медленного нагружения и на оси $\lg t$ с абсциссой $\lg t = \lg A$. Согласно кинетической концепции прочности [2], $\lg A$ определяют для каждого твердого тела из значений энергии активации процесса разрушения U_0 , кДж/моль, и периода тепловых колебаний атомов τ_0 , с:

$$\lg A = \frac{U_0}{2,3RT} + \lg \tau_0 \quad (1)$$

где R — характеристика теплового движения (газовая постоянная), кДж/(моль \times град);

T — температура опыта, К.

Величину $\lg A$ для растяжения поперек волокон вычисляли путем статистической обработки результатов испытаний ступенчатой нагрузкой в широком диапазоне продолжительностей испытания, проведенных в Канаде [9]. По анализу этих данных, для растяжения поперек волокон получено значение $\lg A = 10,214$ [6].

С целью повышения точности результатов можно объединить данные испытаний обеих пород, поскольку величины $\sigma_{вр}$ выражены в процентах к своему σ_{max} . Проверка достоверности отклонений опытных значений $\sigma_{вр}$ вниз от прямой $\lg t(\sigma)$ (рис. 1, б) дала положительные результаты (см. табл., проверка сделана по той же методике, что и в работе [7]).

Следовательно, высказанное предположение о влиянии парадокса сопротивления древесины при скоростных испытаниях образцов с концентрацией напряжений подтвердилось. Эмпирический коэффициент α_3 концентрации напряжений [3] зависит от скорости нагружения (так как отклонения $\sigma_{вр}$ вниз от прямой $\lg t(\sigma)$ увеличиваются со скоростью нагружения), т. е. представляет собой, так же как и $\alpha_{вр}$, временную характеристику прочности. Средней величине $\sigma_{вр}$ из стандартных испытаний соответствует среднее значение α_3 для этих испытаний.

Итак, установленное при неоднородном напряженном состоянии (изгибе) древесины явление парадокса распространяется и на условия концентрации напряжений, в частности — при растяжении поперек волокон, характеризующемся уменьшенной величиной $\lg A$ и укороченными продолжительностями времени до разрушения. Следовательно, это закономерное явление, имеющее более общий характер, поскольку сущность его обусловлена, независимо от вида напряжений и структурных направлений, свойствами нелинейных деформаций древесины. Это явление, ярко проявляющееся при повышенных скоростях нагружения, свидетельствует также о том, что под действием длительной нагрузки процесс релаксации пиковых напряжений получает свое полное развитие при одновременно проходящем процессе накопления разрывов связей.

Сделанные выводы могут иметь существенное значение в исследованиях прочности древесины для различных случаев сложного напряженного состояния. При прогнозировании длительной прочности древесины в этих случаях за исходные данные следует принимать значения прочности, найденные из испытаний образцов древесины вне зоны влияния парадокса (рис. 1).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 6336—52. Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины.— М.: Стандартгиз., 1952.— С. 61—63. [2]. Журков С. Н. Проблема прочности твердых тел // Вестн. АН СССР.— 1957.— Вып. 2.— С. 78—82. [3]. Иванов Ю. М. О точности определения параметров длительной прочности древесины // Лесн. журн.— 1984.— № 4.— С. 62—66. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Иванов Ю. М. Парадокс сопротивления древесины изгибу // Лесн. журн.— 1987.— № 1.— С. 56—60. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Иванов Ю. М. Энергия активации развития у ориентированного жесткоцепного полимера вынужденной эластической деформации // Высокмолек. соедин.— 1984.— Т. 6.— № 6.— С. 428—430. [6]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. К методике прогнозирования длительной прочности соединений древесины на фенольных клеях // Лесн. журн.— 1987.— № 4.— С. 66—71. [7]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний // Лесн. журн.— 1981.— № 2.— С. 67—70. (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Перельгин Л. М. Влияние скорости нагружения при механических испытаниях древесины // Завод. лаб.— 1938.— № 1.— С. 78—82. [9]. Madsen B. Duration of load tests of wood in tension perpendicular to grain // Forest Products Journal.— 1975.— V. 25, N 8.— P. 48—54.

УДК 674.81.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ В ДРЕВЕСНЫХ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

М. В. ЧАРИНА, О. Ф. ИСАЕВА

Уральский лесотехнический институт

Синтез фенолоформальдегидного олигомера в присутствии древесного наполнителя привлекает внимание как способ получения высоконаполненных материалов [1]. Исследованию влияния введенного в реакционную систему наполнителя на свойства различных линейных и сетчатых полимеров уделяется большое внимание [2, 3].

В данной работе методом диэлектрической релаксации изучено изменение спектра диэлектрических потерь в фенолоформальдегидных композициях с древесным наполнителем в зависимости от способа их получения и степени наполнения.

Композиции получали двумя способами: путем смешения твердого фенолоформальдегидного резолы с древесным наполнителем и путем поликонденсации фенола и формальдегида в присутствии наполнителя.

Синтез проводили по методике, описанной в работе [4]. В качестве наполнителя использовали опилки сосны с размерами частиц 0,10...0,25 мм. Для проведения поликонденсации на наполнителе в стеклянный трехгорловый реактор с мешалкой загружали 25 г фенола, 22,76 мл формалина (37,5 %), 1,3 мл гидроксида аммония (25 %), 75 мл воды и 25, 50 или 75 г древесных опилок, выдерживали при кипении 30 мин, охлаждали до 80 °С, добавляли 9,36 мл формалина и 1,12 мл гидроксида натрия и выдерживали при этой температуре 40 мин. По окончании поликонденсации композиции сушили путем вакуумной дистилляции при давлении 2 кПа до содержания летучих веществ не более 6 %. Для получения смесей с твердым резолом использовали наполнитель, предварительно обработанный катализаторами процесса поликонденсации по режиму, описанному выше.

Значения тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$ измеряли в вакууме с помощью моста Р-571 при частоте 1 кГц с погрешностью 3 % в интервале — 160... + 40 °С. Перед измерениями $\text{tg } \delta$ композиции выдерживали при 50 °С в вакууме в течение 6 ч. Емкость составляла 30...50 пФ при толщине слоя в измерительной ячейке 0,18...0,25 мм.

Анализ показал, что композиции, полученные путем поликонденсации на наполнителе, содержат: 2 — 14; 3 — 22; 4 — 38 % экстрагируемого ацетоном связующего. Соответственно такими же взяты соотношения масс олигомера и наполнителя при получении композиций путем смешения (образцы 5—7).

Спектры диэлектрических потерь для композиций представлены на рис. 1.

Олигомер имеет максимум $\text{tg } \delta$ в области — 80 °С, который для композиций смешался в сторону более низких температур. Его можно отнести к релаксационному процессу, обусловленному подвижностью метильных групп. Повышение значения $\text{tg } \delta$ в области положительных температур, по-видимому, связано с механизмом разрыва молекулярных связей свободного фенола с макромолекулами олигомера. При введении наполнителя в количестве 62 % появляется дополнительный максимум, возможно, связанный с сегментальной подвижностью олигомера, структура которого «разрыхляется» наполнителем. При повышении его содержания значение $\text{tg } \delta$ снижается и наблюдается один размытый максимум, что можно объяснить снижением подвижности и увеличением набора кинетических элементов. Авторы работы [6], при введении в новолачную смолу древесной муки, наблюдали снижение температуры максимума $\text{tg } \delta$ в области — 10 °С, названной ими β -переходом и отнесенной к подвижности главных цепей макромолекулы фенолоформальдегидного олигомера. Одновременно отмечено подавление максимума в области — 130 °С, названной γ -переходом и отнесенной к подвижности фенольных групп на концах сетчатой структуры.

Сравнение спектров 2, 3, 4 и 5, 6, 7 соответственно показывает, что начало движения мелко- и крупномасштабных кинетических элементов в композициях, полученных смешением олигомера с наполнителем, проявляется при более низкой температуре, чем в композициях, полученных поликонденсацией в присутствии наполнителя. Это согласуется с проведенными нами термомеханическими испытаниями композиций на весах Каргина. Введение древесного наполнителя при синтезе фенолоформальдегидного олигомера снижает температуру, при которой образуется трехмерная сетка с определенным модулем упругости. Такие композиции при 160...180 °С и давлении

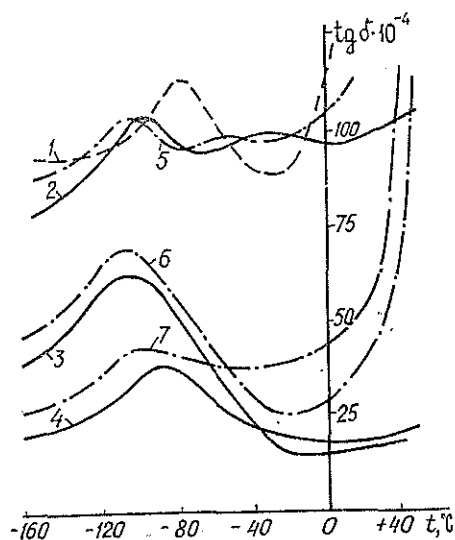


Рис. 1. Температурная зависимость $\text{tg } \delta$ для фенолформальдегидного олигомера (1), продуктов поликонденсации в присутствии древесного наполнителя (2, 3, 4) и смесей олигомера и наполнителя в количестве 62 (5), 78 (6), 84 % (7)

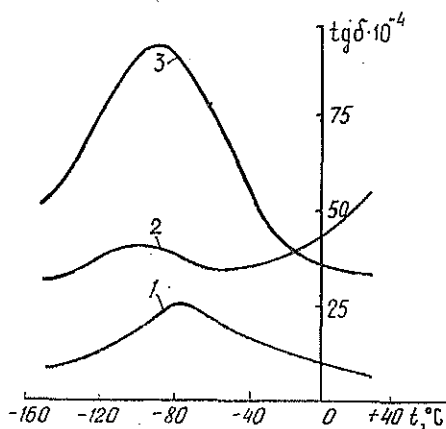


Рис. 2. Температурная зависимость $\text{tg } \delta$ для древесного наполнителя (1), после обработки его катализаторами (2) и последующего удаления водорастворимых веществ (3)

50 мПа имеют высокое значение модуля упругости и соответственно низкую текучесть. По-видимому, это связано с взаимным проникновением компонентов, формированием адсорбционных слоев при пропитке наполнителя водным раствором мономеров, а также образованием химических узлов с участием компонентов древесины.

Известно, что под влиянием щелочей в компонентах древесины происходит расщепление сложноэфирных связей, увеличение содержания спиртовых и кислотных групп, переход гемицеллюлоз и низкомолекулярных фрагментов лигнина в водорастворимое состояние. Это приводит к повышению химической активности древесного наполнителя.

На рис. 2 показано, что щелочная обработка древесины приводит к смещению максимума $\text{tg } \delta$ в область низких температур, что свидетельствует об увеличении степени групповой подвижности. При отмывке свободной щелочи водой ширина области групповой и сегментальной подвижности увеличивается и значения $\text{tg } \delta$ возрастают. Это находится в соответствии с изменением упругопластических свойств древесины под влиянием щелочной обработки [5].

Таким образом, способ получения древесной фенолформальдегидной композиции и степень наполнения оказывают значительное влияние на их структурную неоднородность и подвижность кинетических элементов. Замедление релаксационных процессов под действием каких-либо факторов имеет ограничения, связанные с ростом внутренних напряжений. Поэтому массы древесные прессовочные, полученные путем поликонденсации в присутствии наполнителя, рекомендованы для изделий несложной конфигурации, к которым предъявляют требования повышенных показателей твердости, предела прочности при изгибе и сжатии, но средней ударной вязкости [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 787434 СССР, МКИ С08 61/10. Способ получения полимерных пресс-композиций / М. В. Чарина, О. Ф. Исаева (СССР).— Оpubл. 15.12.80, Бюл. № 46 // Открытия. Изобретения.— 1980.— № 46.— С. 102. [2]. Зуев Ю. С. Усиление полимеров дисперсными наполнителями // Высокомолекулярные соединения.— 1979.— № 6.— С. 1203—1219. [3]. Липатов Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров.— М.: Химия, 1977.— 304 с. [4]. Лосев И. П., Федотова О. Я. Практикум по химии высокомолекулярных соединений.— М.: Госхимиздат, 1962.— 193 с. [5]. Оценка технологических свойств древесной фенолформальдегидной композиции / М. В. Чарина, О. Ф. Исаева, В. Г. Дедюхин, А. К. Минин // Технология древесных плит и пластиков.— Свердловск, 1977.— С. 122—125. [6]. Танака Кюитиро, Тиба Хироси, Атакава Такаси. Динамические свойства фенольных смол // Ое буцури.—

1966.— Т. 35, № 4.— С. 269—275. [7]. Чарина М. В., Исаева О. Ф., Кудряшова Е. А. Влияние способа получения прессовочных древесных масс на их физико-механические свойства // Технология древесных плит и пластиков.— Свердловск, 1982.— С. 141—146.

УДК 630* 864

ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНИНАХ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ

Ю. Г. ХАБАРОВ, Г. В. КОМАРОВА, Е. А. МАШЬЯНОВА

Архангельский лесотехнический институт

Таблица 1
Результаты определения концентрации железа в искусственных смесях
лигносульфонатов с железоммонийными квасцами

Но- мер образ- ца	Оптическая плотность фотометрируемого раствора						Средне- квadra- тное откло- нение	Концентрация же- леза, г/л		Относи- тельная погреш- ность, %	
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆		Средняя	опредe- ленная		зала- ная
1	0,132	0,135	0,136	0,131	0,135	0,139	0,135	1,00	1,02	—1,67	
2	0,272	0,270	0,270	0,270	0,272	0,259	0,269	2,00	2,01	—0,40	
3	0,259	0,265	0,267	0,260	0,266	0,266	0,264	4,90	4,982	—1,55	
4	0,369	0,370	0,360	0,360	0,375	0,375	0,369	27,77	27,96	—0,68	
5	0,378	0,386	0,383	0,378	0,390	0,388	0,384	14,27	14,28	—0,06	

Расширение исследования свойств и возмож-
ных направлений использования технических лиг-
нинов и их производных способствует решению
экологических и экономических вопросов, повыше-
нию рентабельности производства. Одни из важ-
ных в практическом плане продуктов, получаемых
из технических лигносульфонатов,— железосодер-
жащие препараты [1, 4, 6]. Поэтому разработка
быстрых и основанных на использовании доступ-
ного оборудования методов анализа технических
лигнинов представляется важной задачей.

Для определения железа в растворах разра-
ботано большое число фотометрических методов
[2, 3, 5]. Однако из-за сильной окрашенности лиг-
нинов и комплексов их с железом прямое исполь-
зование фотометрии затруднено. Поэтому перед
проведением фотометрического анализа прихо-
дится проводить предварительное разложение
исследуемого образца и последующее определение
железа. Одни из часто используемых приемов —
сжигание исследуемого образца в муфельной пе-
чи с последующим растворением минерального
остатка и его анализом. Кроме того, для разло-
жения анализируемого вещества используют раз-
личные реагенты: концентрированные минераль-
ные кислоты и их смеси с такими окислителями,
как перекись водорода или бром [3].

Цель работы состояла в подборе таких усло-
вий мокрого озоления лигнинов, которые позво-
лили бы быстро и без потерь железа производить
разложение исследуемых образцов. В качестве
окислительной смеси была выбрана смесь серной
кислоты и перекиси водорода.

После проведения поисковых экспериментов
были подобраны следующие условия мокрого
озоления. В реакционную колбу вместимостью
50...100 мл вносят известный объем исследуе-
мого раствора лигнина или его навеску. (Объем
раствора обычно составляет 0,5...2 мл, навеска
препарата в зависимости от содержания железа
находится в пределах 3...150 мг). Затем в
колбу добавляют 2 мл 30 %-го раствора перекиси
водорода и 2 мл концентрированной серной
кислоты (плотностью 1,84 г/см³) и нагревают на
плитке. В этих условиях озоление происходит в
течение 2—3 мин; если перекиси водорода на
полное озоление не хватило, то необходимо остро-
жно добавить еще 1—2 мл и снова нагреть.
Полноту озоления можно оценить по цвету реак-
ционной смеси. Если произошло неполное озоле-
ние, то появляется коричневатое окрашивание
раствора. Общее время озоления составляет
5...10 мин.

После окончания мокрого озоления содержащее
колбы охлаждают и количественно переносят в
мерную колбу. Концентрацию железа в рас-

Таблица 2
Результаты определения содержания
железа в технических лигнинах

Образец	Содержание железа, %	Средне- квадратичное отклонение
Сульфатный лигнин	0,06	0,008
Технический лигносульфонат	0,07	0,008
Железолигносульфонатный комплекс	9,18	0,097

Примечание. Для всех образцов число параллельных образцов равно 4.

носульфонатов. Данные определения приведены в табл. 2 и свидетельствуют о хорошей воспроизводимости результатов анализа.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 988823 СССР, МКИ³ С 07G 1/00 С 07F 15/02. Способ получения железолигносульфонатного комплекса / Ю. Г. Хабаров, Г. В. Комарова, Г. Ф. Прокшин (СССР).— № 3282864/23—04; Заявлено 23.03.81; Опубл. 15.01.83, Бюл. № 2 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 2.— С. 182. [2]. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии.— М.: Химия, 1967.— 390 с. [3]. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. Т. 2. / Пер. с англ.— М.: Мир, 1978.— 438 с. [4]. Чудakov М. И. Промышленное использование лигнина.— 3-е изд., испр. и доп.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 200 с. [5]. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений. Ч. 2.— М.: Химия, 1969.— 1206 с. [6]. Ву-product recovery cuts effluent, earns cash, improves operations // Pulp and Paper.— 1985.— V. 59, N 10.— P. 155—157.

УДК 676.088 : 628.543.452.4

ПРИМЕНЕНИЕ НЕФЕЛИНОВОГО КОАГУЛЯНТА

Г. И. МАЛЬЦЕВ, А. Я. АГЕЕВ, А. Г. УСВЯЦОВА, Л. А. ТРИФОНОВА,
Ю. А. КРЫЛАТОВ, В. П. СТУПАК

Уральский лесотехнический институт, ЦНИИБ

Целлюлозно-бумажная промышленность при проклейке бумаги потребляет около 50 % производимого сернокислого глинозема — дефицитного реагента, в связи с чем возникает необходимость его замены менее дефицитным. Таким реагентом может быть нефелиновый коагулянт (ТУ 113—08—531—83), представляющий собой смесь алюмокалиевых и алюмонатриевых квасцов.

Опытную выработку бумаги массой 60...70 г/м² проводили на бумагоделательной машине ЦНИИБа. Соотношение ингредиентов бумажной массы в каждом опыте было следующим: сульфатная беленая целлюлоза марки А-1 — 5 кг (массовое содержание 100 %); белый канфиольный клей, содержащий ~20 % свободной смолы, — 0,1 кг (массовая доля 2 %); нефелиновый коагулянт и сульфат алюминия, которые подавали как раздельно, так и совместно, — 0,2...2,0 кг (массовое содержание 4...40 %). Составы нефелинового коагулянта и сульфата алюминия соответственно, %: Al₂O₃ — 10,2 и 15,5; Fe₂O₃ — 0,7 и 0,04; свободная серная кислота — 3,16 и 0,05; нерастворимый остаток (сиштоф) — 22,7 и 0,5; Na₂O — 1,12; K₂O — 0,55; As₂O₃ — 0,003. Средние значения основных физико-механических показателей опытных образцов бумаги, приведенные в таблице, определяли по результатам десяти параллельных измерений каждой величины.

Оптимальная величина рН проклейки ~2 %-й волокнистой суспензии, равная 4,5—4,7, получается при введении в бумажную массу сульфата алюминия (массовое содержание 10...12 %), который был выбран в качестве коагулянта сравнения. При массовой доле нефелинового коагулянта 4...40 % рН проклейки изменяется от 5,2 до 4,3 соответственно.

Физико-механические показатели бумаги также существенно зависят от дозировки нефелинового коагулянта: при его малом массовом содержании (4...10 %) заметно

воре после мокрого озонения определяют фотометрическим методом с применением сульфосалициловой кислоты [5].

Оценка точности определения содержания железа проведена на растворах, полученных путем смешения заданных объемов раствора технических лигносульфонатов (концентрация 50,08 г/л) и раствора железозаммонийных квасцов (концентрация железа 27,8 г железа/л). Соотношения смешиваемых растворов были выбраны таким образом, чтобы содержание железа было от 1 до 30 % от лигносульфонатов. Все анализы выполнены 4—6 раз. Результаты анализов (табл. 1) показали, что относительная погрешность определения железа не превышает 2 %.

Предложенная методика была опробована на препаратах сульфатного лигнина, железолигносульфонатного комплекса, полученного в условиях [1], и технических лигно-

Коагулянт	Массовая доля коагулянта, %		рН про- клейки	Сопротивление			Впитываемость		Про- клейка, с/мм
	нефели- нового	всего		разры- ву, м	разди- ранию, мН	продав- ливание, кПа	капил- лярная, мм	при односто- роннем смачива- нии, г/м ²	
Глинозем	—	10...12	4,7—4,9	2 870... 3 020	130... 170	36...41	0	0,10... 0,12	250... 305
Нефелиновый	100	4	5,2	2 750	170	31	1	0,09	250
»	100	10	5,2	2 220	96	32	0	0,10	235
»	100	20	4,7	3 250... 3 440	110... 130	34...45	0	0,08... 0,14	185... 235
»	100	40	4,3	2 725	225	27	2	0,14	325
Нефелиновый (5...6) + глинозем (7,5...10)	37,5... 40,0	12,5... 16	4,6—4,7	2 985... 3 500	160... 190	33...48	0...2	0,09... 0,15	225... 240
Нефелиновый (10) + глинозем (5)	66,7	15	4,65	3 185... 3 620	160... 190	35...50	0...2	0,09... 0,13	175... 245
Нефелиновый (15) + глинозем (2,5)	85,7	17,5	4,6	3 260	130	37	6	0,20	180

ухудшаются прочностные свойства — сопротивление разрыву и продавливанию на 10...20 %, раздиранию — в полтора раза, что объясняется уменьшением содержания в коагулянте водорастворимого алюминия по сравнению с сернокислым глиноземом. Несмотря на некоторое снижение степени проклейки, гидрофобные свойства бумаги остаются достаточно высокими, что связано с наличием кремниевой кислоты, образующейся при разложении нефелинового концентрата.

При увеличении массовой доли нефелинового коагулянта в бумажной массе до 20 % и достижении рН проклейки 4,7 получается бумага, по свойствам аналогичная той, что и с 10...12 % сульфата алюминия, за исключением разрывной длины (3 250...3 440 м), которая увеличивается на 10...15 % за счет присутствия наполнителя-шишотофа, состоящего главным образом из кремнезема, недоразложившегося нефелина и примесей пустой породы.

При совместной подаче нефелинового коагулянта и глинозема выдерживали рН проклейки 4,6—4,7; суммарное массовое содержание коагулянтов составило 12,5...17,5 %, из них на долю нефелинового приходилось 37,5...85,7 %. При массовом содержании 15 % смешанного коагулянта, в котором нефелиновый составляет 1/3—2/3 от общего количества, получена бумага, превосходящая по прочностным свойствам на 10...15 % образцы, произведенные с помощью сернокислого глинозема.

В заключение следует отметить, что при наличии в шишотофе ~ 2 % частиц пиритного концентрата, обладающих высокой плотностью и абразивным действием, необходимо их удалить, например в циклоне, в процессе приготовления суспензии нефелинового коагулянта.

Таким образом, определена эффективность замены сернокислого глинозема (цена 63...67 р./т) в процессе проклейки бумаги и картона нефелиновым коагулянтом (30 р./т).

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

СЕДЬМЫЕ СУКАЧЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

В Москве 15 апреля 1988 г. проходили седьмые Сукачевские чтения, посвященные механизмам биотической деструкции органических веществ в почве биогеоценоза.

В учении В. Н. Сукачева о биогеоценозе нашло отражение сформулированное В. И. Вернадским представление о геохимической роли живых организмов, а также значение биотических факторов почвообразования, о котором писал ранее В. В. Докучаев. С энергетической точки зрения В. Н. Сукачев рассматривал биогеоценоз как однородную систему получения и превращения энергии отдельными компонентами биогеоценоза. Открывая чтения, директор Лаборатории лесоведения АН СССР С. Э. Вомперский подчеркнул, что в учении о биогеоценозе В. Н. Сукачев большое внимание уделял функциональным связям между компонентами живой и неживой природы. Особое значение в системе обменных процессов В. Н. Сукачев придавал почве, наиболее полно отражающей результат всех биогеоценозических взаимодействий, в которых балансируется динамика аккумуляции энергии в органическом веществе и ее высвобождения при его минерализации. Если растительность определяет количество и качество органического вещества в почве, то распределение масс-энергетических потоков между компонентами почвенной биоты и скорость миграции элементов питания из почвы в наземные части растений зависят от жизнедеятельности почвообитающих организмов.

Зоогенной деструкции органических остатков в почве был посвящен доклад Б. Р. Стригановой. Вопросы зоотической активности в трансформации органических остатков в почве относятся к проблемам биологического круговорота, в частности его деструкционного звена, которое в наземных экосистемах почти полностью связано с почвенным ярусом. Зона концентрации зоотической активности в почве определяется гидротермическими условиями. Так, под пологом лесной растительности ее максимум отмечается в нижнем слое подстилки и верхнем почвенном горизонте. В засушливых условиях зоогенная активность смещается в более глубокие горизонты. Мощность гумусового профиля почв разных типов коррелирует с глубиной зоогенной активности.

Информативное значение имеет сопоставление первичной продукции и запаса органических остатков в почве, массы опада и запаса подстилки и пр. В докладе проведено сравнение этих показателей в ряду зональных ландшафтов от тундры до пустыни.

В основных типах биогеоценозов, характеризующих зональные почвенные типы, проявляется тенденция к нарастанию фитомассы и почвенной зоомассы с максимумом в зоне широколиственных лесов с наиболее благоприятными гидротехническими условиями. Южнее, по мере нарастания аридности климата, величина фитомассы и общей зоомассы снижается. В травянистых ландшафтах снижение фитомассы выражено более ярко, чем зоомассы. В докладе были представлены расчеты уровней зоомассы почвообитающих беспозвоночных в зональных ландшафтах на основании данных о численности массовых групп почвенной фауны.

Высокая зоотическая активность в почве связана с быстрыми темпами минерализации органических остатков. В природных биогеоценозах разных почвенно-климатических зон затраты энергии на минерализацию органических остатков существенно различаются. Это связано как с общим запасом энергии в почве, так и с особенностями ее распределения между отдельными компонентами. Наибольшей энергоемкостью отличаются почвы луговых степей, к северу и югу от них запас энергии снижается.

В разложении растительных остатков непосредственное участие принимают сапрофаги, которые в составе животного населения высокопродуктивных почв представляют наиболее массовую группировку по показателям численности и биомассы. В наиболее распространенной в настоящее время классификации сапрофагов выделяются макрофитофаги, микрофитофаги и панфитофаги. Последние предположительно могут потреблять и микрофлору, и остатки тканей сосудистых растений. Каждая из выделенных групп отличается спецификой пространственного распределения в почвенном профиле, приуроченностью к очагам концентрации соответствующих пищевых ресурсов. В докладе была дана развернутая структура сапрофильного комплекса почвенных беспозвоночных. Представлены основные тенденции зональных изменений структуры сапрофильного комплекса. В районах бореального и умеренного климата в почвенных сообществах доминируют сапрофаги, на долю которых приходится до 80...90% зоомассы. Наиболее многочисленными сапрофильными комплексами характерны для лес-

ного пояса. В травянистых сообществах, как правило, более существенную роль играют корнегрызающие фитофаги. В зоне сухой степи фитофаги становятся доминирующей трофической группой. Значение ее в общей зоомассе возрастает по мере увеличения аридности климата.

В разных генетических рядах почв, формирующихся при различных гидротермических режимах, сапрофильные комплексы имеют специфические особенности состава и структуры, а также распределения по почвенному профилю. Были сформулированы основные закономерности зональных изменений сапрофильного комплекса почвенных беспозвоночных, определяющие характер участия животных в деструкционных процессах.

От субарктических районов к сообществам широколиственных лесов растет не только общая величина зоомассы, но и абсолютное и относительное обилие сапрофильного комплекса. Одновременно увеличивается его функциональное разнообразие, за счет развития группировки детритофагов, а затем, начиная с северных пределов зоны, — первичных разрушителей наземного опада. Последняя группировка достигает максимального развития в широколиственных лесах. В почве умеренно влажных районов основная масса сапрофагов концентрируется в подстилке и верхнем горизонте почвы. К югу, по мере повышения летних температур и нарастания засушливого климата, наблюдается сначала смещение сапрофильного комплекса в минеральные горизонты и снижение обилия первичных разрушителей, а далее в аридных районах — снижение обилия всего сапрофильного комплекса за счет возрастания роли фитофагов в почвенном животном населении.

В заключении было подчеркнуто многообразие взаимосвязей между животными и микроорганизмами, связанными с растительными остатками. Трофические отношения между беспозвоночными и почвенной микрофлорой — наиболее древняя форма взаимосвязей, которая в процессе эволюции модифицировалась развитием разных видов мутуализма между этими важнейшими компонентами почвенной биоты.

Доклад Н. М. Черновой (содокладчики Ю. В. Симонов, Н. А. Кузнецова) касался ценогической организации и функций населения микроартропод лесных подстилок, которые населены чрезвычайно разнообразным сообществом микроорганизмов и животных, имеющих сложную внутреннюю систему связей. Интегральный эффект работы этого сообщества проявляется в характеристиках лесной почвы, уровне ее плодородия, ускорении или замедлении биологических круговоротов и, как следствие, в изменении продуктивности и стабильности лесных экосистем. Микроартроподы — неперенные участники деструкционных процессов в лесных почвах.

В докладе были представлены данные, полученные в 1975—1986 гг., о фауне и населении коллембол в почвах лесотундры, северной, средней и южной тайги, широколиственно-хвойной полосы. Особое внимание уделено изучению коллембол темнохвойных лесов в связи с тем, что последние охватывают огромные территории в умеренных широтах и представляют ведущий тип зональной растительности в европейской части нашей страны. Темнохвойные леса оказывают сильное средообразующее влияние, что обусловлено теневыносливостью, мощной поверхностной корневой системой, большим количеством ежегодного опада хвон основных пород.

Исследованиями был охвачен весь диапазон местообитаний по влажности в насаждениях основных лесобразующих пород. Учитывалось, что этот диапазон для сосняков шире, чем для ельников, в связи с высокой экологической пластичностью сосны, способной осваивать как песчаные, так и верховые болота.

Общее количество видов коллембол, отмеченных по всем районам исследований в определенных типах лесных фитоценозов, оказалось близким лишь в формации сосняков. Среди ельников в различных зеленомошно-черничных ассоциациях зафиксировано вдвое больше видов, чем в брусничных и сфагновых, что, вероятно, отражает естественные различия их фаунистических группировок. Хорошо выраженная стратификация мохово-подстилочного слоя, наличие гумусового горизонта и снижение лимитирующей роли гидротермических факторов в почвах мезофитных ельников явно создает более высокую емкость среды для коллембол, чем однородный переувлажненный покров сфагновых мхов с анаэробными условиями в нижних слоях моховой дернины. В сосняках общее видовое богатство коллембол в сухих и влажных биотопах явно выше, а в мезофитных — почти вдвое ниже, чем в ельниках.

Распределение видов по обилию — одна из главных характеристик видовой структуры сообщества. Индексы видового разнообразия, интегрально оценивающие эти соотношения, имеют высокие значения для всех исследованных группировок коллембол. Значения индексов снижаются в наиболее сухих биотопах елового и соснового ряда. Рассчитанные для каждого типа фитоценозов значения индекса составляют 60...70 % от предельно возможного. Наиболее выровнено по видам население коллембол сфагновых сосняков, наименее — лишайниковых ельников. В обратной связи с этими показателями находится степень доминирования массовых форм, т. е. естественный разрыв «видового ядра» и малочисленных компонентов сообщества. Естественно, что игрофильная в целом группа членистоногих характеризуется более высокой неоднородностью населения именно в сухих биотопах.

Основная черта структуры группировок коллембол в лесных подстилках — резко неравномерное численное соотношение видов. При значительном общем видовом наборе количественное ядро группировки образует очень небольшое число видов. В некоторых биотопических группировках коллембол резко выражена экологическая разнокачественность преобладающих по численности видов. В подавляющем большинстве исследованных биотопов доминирующие виды относились к разным группам жизненных форм, которые у коллембол сопряжены с широким кругом специфических адаптаций: отношением к влажности, освещенности, с характером передвижения и миграционной активностью видов, с проявлением пищевой специализации и т. п.

Максимальная численность коллембол регистрировалась в мезофитных ассоциациях. Для ельников она особенно высока в кисличниках, которые представляют по сути центральное звено эдафо-ценотического ряда по В. Н. Сукачеву.

Вследствие резко выраженной зависимости от внешней среды структура населения микроартропод является хорошим индикатором начинающихся сдвигов в состоянии лесных экосистем, так как обладает гораздо меньшей инерцией реагирования, чем растительность или группировки более высокоорганизованных животных с широкими возможностями поведенческих адаптаций.

Об особенностях деструкционных процессов в лесных экосистемах Карпатского региона рассказал чл.-кор. АН УССР М. А. Голубец (содокладчики Я. П. Одинак, Ю. Н. Чернобай, А. И. Шевчук, В. Т. Ямкова и др.). Украинские Карпаты отличаются специфическими условиями существования лесных экосистем, накопления и разложения органического вещества. Карпатская горная гряда здесь самая узкая и наиболее выдвинута на северо-восток, что обуславливает специфический для нее климатический режим и территориальное распределение растительного покрова. Произрастают наиболее продуктивные в Карпатах буковые, пихтовые и еловые древостой, а в субальпийском поясе — горнососновые и зеленоольховые криволесья. Лесной покров выполняет исключительно важную почвозащитную, водоохранную и климаторегулирующую функции.

В смешанных из ели, бука и пихты лесах во влажных эвтрофных условиях произрастания на 1 га накапливается до 1 000...1 100 м³ стволовой древесины или до 900 т биомассы. За последние 150...200 лет активной хозяйственной деятельности площадь буковых лесов уменьшилась на 40 %, пихтовых — на 30 %, а площадь ельников увеличилась на 76 %. Хозяйственное освоение Украинских Карпат привело к снижению их лесистости почти в 2 раза, повлекло за собой глубокие изменения в структурно-функциональной организации всей горной экосистемы и, прежде всего, продукционных и деструкционных блоков, составляющих ее биогеоценозов, их общих биогеохимических характеристик.

С помощью сравнительного анализа пространственной, временной и антропогенной динамики структурно-функциональной организации отдельных биогеоценозов и биогеоценотического покрова бассейновых и склоновых экосистем было показано, что деструкционный процесс подчинен высотно-поясным закономерностям. С поднятием над уровнем моря изменяются запасы и морфологическая структура детрита, биоморфный, видовой и трофический состав сапрофильного комплекса животных и микроорганизмов, функциональная активность беспозвоночных и общая биотическая активность подстилок и почв. Четко прослеживаются также эдафически и генетически обусловленные закономерности деструкционного процесса.

Карпатские бучины имеют большую экологическую амплитуду распространения, чем дубравы, поэтому спектр их сапрофильного комплекса сложнее и богаче. С приближением к верхней границе леса деятельность подстилочных редуцентов ослабевает, темпы биотического круговорота затормаживаются; соотношение подстилка — опад смещается в сторону аккумуляции, в детритном блоке формируется хорошо выраженный гумусовый слой. Подобная перестройка детритного блока происходит и в культурах ели, созданных на месте буковых лесов: здесь происходит замедленный вынос из подстилки химических элементов по сравнению с первичными сообществами.

Коренные еловые сообщества произрастают на высих, по сравнению с буковыми, уровнях в условиях более холодного и влажного климата и на менее плодородных почвах. Для них характерен в целом заторможенный режим высвобождения химических элементов из подстилки. Такие важные элементы питания, как азот, фосфор, калий, находятся здесь в более законсервированном состоянии, чем во вторичных ельниках, сменивших коренные буковые древостой.

Биотические факторы разложения действуют селективно на отдельные группы веществ, входящих в состав подстилок. Убыль запаса органики формируется из сочетания потерь веществ с разной степенью доступности для сапрофильных комплексов гетеротрофов.

Подстилка производного чистого ельника, созданного на месте эвтрофной бучины, испытывает сильнейшее воздействие со стороны биоценотического комплекса коренного сообщества. Это приводит к формированию еловой подстилки по типу буковой с двумя слоями минерализации, малой мощности и динамичным запасом. Органический состав подстилок имеет определяющее значение в бедных экотопах при экстремальных условиях. При благоприятном гидротермическом режиме их экохими-

ческая среда подвергается модифицирующему влиянию высокоактивных сапрофильных комплексов бактерий грибов и беспозвоночных животных.

В докладе была показана также функциональная роль зоокомпонентов и микроорганизмов при разложении лесных подстилок.

Н. К. Остроумова

Институт биологии развития АН СССР

УДК 061.24

ХРОНИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМИССИИ ПО ИСТОРИИ ЛЕСОВОДСТВА ПРИ МОСКОВСКОМ ОБЩЕСТВЕ ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ (1977—1987)

Московское общество испытателей природы (МОИП) было организовано 25 июля 1805 г. по инициативе известного зоолога, профессора Московского университета Григория Ивановича Фишера фон Вальдгейма. Оно всегда было крупным прогрессивным центром обмена передовыми научными мыслями, организатором дискуссий по самым спорным проблемам естествознания. Поэтому с пребыванием в обществе были связаны имена таких крупных ученых в области естествознания, как П. С. Паллас, К. Ф. Рулье, Ф. Н. Крашенинников, П. П. Семенов-Тянь-Шанский, К. А. Тимирязев, М. А. Мензбир, С. И. Огнев, А. Н. Формозов и др. Почетными членами общества были избраны А. Гумбольдт, Ж. Кювье, Ж.-Б. Ламарк, Ч. Дарвин и др. На протяжении 1955—1968 гг. президентом МОИП был акад. В. Н. Сукачев — основатель фундаментального учения о лесной биогеоценологии.

Главные задачи общества состояли в генерации научных идей, развитии теоретических основ естественных наук и дальнейшем их использовании для практики. Эти принципы получили отражение еще в Уставе общества: обогащать сведения об естественной истории «обширной Российской империи» и связанных с ней науках, «как то: химии, физики, сельской экономии», собирать «в географическом порядке всех естественных произведений Российского государства по части минералогии, ботаники, зоологии, земледелия и промышленности» [2].

Прогресс в любой отрасли знаний или производства непременно связан с предшествующим опытом, развитием науки, техники, культуры. В этом отношении лесная наука и практика лесоводства имеют богатую историю, особенно в нашей стране, которая многому учит. В ней можно найти проверенные временем положения, достойные широкого применения и дальнейшего творческого развития. Она беспристрастно показывает и примеры неудач, ошибок, заблуждений, помогает обнаружить проблемы и недоработки в теории и в то же время предостерегает против открытия уже давно известных истин [1].

Исходя из столь глубокого значения истории в развитии всей отечественной лесной науки и ее глобального значения в практической сфере лесного хозяйства, в ноябре 1977 г. благодаря активному содействию со стороны ученого секретаря МОИП Н. С. Дороватовского при Секции охраны природы МОИП была создана Комиссия по истории лесов (лесоводства) СССР. 16 ноября 1977 г. состоялось первое заседание бюро комиссии. Председателем комиссии был избран акад. И. С. Мелехов, который в тот же день сделал доклад «О развитии науки о лесах», где показал величие и трудности становления отечественной лесной науки, ее развитие и роль в жизни нашей страны.

За прошедшие с тех пор 10 лет в стенах общества состоялось 30 заседаний комиссии, на которых было заслушано 44 доклада. Активными членами комиссии являются как ученые, прямым образом связанные с лесом, лесоводством, так и представители биологических наук, историки, а также слои общественности, горячо любящие родную природу и историю науки. Среди участников заседаний — представители МЛТИ, Союзгипролесхоза, Лаборатории лесоведения АН СССР, МГУ, ТСХА, ВНИИЛМа, МЛХ РСФСР, Гослесхоза СССР, ВИПКЛХ, ИЭМЭЖ АН СССР и других вузов, учреждений, ведомств.

Вся тематика докладов может быть сгруппирована по трем основным направлениям: 1) юбилейные даты и события; 2) развитие лесной науки, лесной библиографии, лесного хозяйства; 3) история практики лесного дела на примерах конкретных объектов и регионов. Ряд важных юбилейных дат были отмечены на расширенных заседаниях. Так, 17 ноября 1980 г. комиссия совместно с Московским филиалом Географического общества СССР провела торжественное заседание, посвященное 100-летию со дня рождения В. Н. Сукачева. С докладом выступил И. С. Мелехов, а также соратники и ученики В. Н. Сукачева (Н. Е. Кабанов, Н. С. Дороватовский, Н. П. Прозоровский, Н. П. Телегин, В. Д. Крупин). 23 ноября 1981 г. на совместном

заседании с Секцией истории естествознания МОИП отмечалось 270-летие со дня рождения М. В. Ломоносова. Были заслушаны доклады И. С. Мелехова «М. В. Ломоносов и зарождение науки о лесе в России» и Я. П. Горелика «М. В. Ломоносов и библиография о лесе».

На заседаниях комиссии была показана роль отечественных ученых и лесоводов в развитии лесной науки и практики. Так, за истекшее десятилетие была отдана дань памяти жизни и деятельности В. М. Севергина, Э. Лаксмана, Е. Ф. Зябловского, Ф. Х. Майера, К. Ф. Тюрмера, М. К. Турского, Г. Ф. Морозова, А. А. Крюденера. В декабре 1983 г. Я. П. Гореликом был сделан доклад «К. Маркс и Ф. Энгельс о лесных проблемах», в котором раскрыто значение трудов основоположников научного коммунизма в области лесных проблем.

В число важнейших заданий комиссии вошла также тематика, связанная с такими событиями лесной истории, как 200-летие отечественной лесной библиографии, 175-летие ЛТА им. Кирова, 150-летие основания Общества для поощрения лесного хозяйства в России, 150-летие основания «Лесного журнала», 150-летие ведения лесного хозяйства в лесной даче «Погонно-Лосинный остров».

История развития науки и практики на примерах конкретных регионов и объектов отражена в докладах по истории развития лесной науки на Дальнем Востоке, корабельных лесов России (в том числе Архангельского Севера), лесов и лесного хозяйства Подмосковья, лесокультурного дела в Смоленской, Ярославской, Владимирской, Калужской и Горьковской областях. В тесной увязке с насущными проблемами нынешнего времени рассматривались исторические аспекты лесопользования, плантационного лесовыращивания, лесопольного хозяйства, лесной пирологии и лесопаркового дела в СССР. Комиссией совместно с Управлением лесопаркового хозяйства Москвы в 1978 г. проведена экскурсия в Никольскую лесную дачу.

Активными членами комиссии были Н. С. Дороватовский, В. Д. Крупин, Я. П. Горелик, Е. Д. Солодухин, А. С. Лисеев, Н. А. Диченков. На всех заседаниях происходило оживленное обсуждение докладов. Вся заслушанная тематика признана не только интересной с точки зрения исторических аспектов, но и актуальной и полезной для настоящего времени. Членами комиссии по ее тематике опубликовано свыше 20 научных работ в периодической печати.

Для дальнейшей разработки вопросов истории лесоводства в качестве ориентира [1] намечены следующие направления: история лесов, изменение их площадей и природных особенностей под влиянием различных (особенно антропогенных) факторов; история ведения лесного хозяйства (в государственном и региональном разрезах); история лесного законодательства; история защитного лесоразведения; история науки о лесе, развитие научных исследований (включая стационары и экспедиции); история лесного образования; биографии лесоводов ученых и практиков, специалистов из смежных областей, анализ и историческая оценка их вклада в науку и практику. Все это будет способствовать прогрессу лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Мелехов И. С. История лесоводства и прогресс лесного хозяйства // Лесн. хоз-во.— 1978.— № 4.— С. 25—31. [2]. Яншин А. Л. Юбилей старейшины научных обществ России // Природа.— 1980.— № 12.— С. 66—71.

М. Д. Мерзленко

Московский лесотехнический институт

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 630*945.31 : 630*920

185 ЛЕТ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ ИМ. С. М. КИРОВА

Г. И. РЕДЬКО

Ленинградская лесотехническая академия

В 1988 г. крупнейшему лесному вузу нашей страны — Ленинградской лесотехнической академии исполняется 185 лет. История академии отражает не только возникновение и развитие высшего лесного образования. Она воплощает в себе также становление и развитие всей отечественной лесной науки, организованного лесного хозяйства и лесной промышленности.

1 июня (19 мая ст. ст.) 1803 г. был утвержден доклад министра финансов «Об учреждении практического лесного училища», «...чтобы ближайшими средствами приобрести знающих в лесоводстве людей, кои бы с вящею пользою могли быть употребляемы при лесном Управлении нежели нынешние лесные чины, и для того полагается, чтобы все наставления, до сохранения и разведения лесов и до прочих частей лесоводственной науки относящиеся, преподаваемы были отчасти теоретически, а более на самом опыте» [1, 7].

Необходимость подготовки лесных специалистов была обусловлена экономическим и социальным развитием России, а также возросшей к XIX в. финансовой ролью лесов. К тому времени уже в течение 100 лет действовало разработанное и введенное Петром I общегосударственное лесное законодательство и постоянно совершенствующееся Управление государственными лесами.

Во второй половине XVIII в. уже был накоплен определенный опыт, появляются первые лесоводственные книги и статьи по отечественному лесоводству — Фокеля, А. Т. Болотова, А. А. Нартова, П. И. Рычкова. М. В. Ломоносовым были высказаны ценные для лесной науки мысли — по проблеме рационального лесопользования и сбережения лесов, учения о лесе, о роли различных древесных пород в образовании гумуса. Он же первый указал, каким должен быть учебник по лесоводству для подготовки специалистов лесного дела в России [3, 4].

Новая форстмейстерская инструкция 1798 г. предписывала для распространения лесоводческих знаний закреплять за каждым форстмейстером двух учеников, которые жили бы при них, обучались лесоводству, а со временем сами заняли форстмейстерские должности.

В 1799 г. была предпринята еще одна попытка иметь своих образованных специалистов лесного хозяйства. Четырех воспитанников морского корпуса отправили в Англию для изучения разведения леса в королевских рощах, снабжающих флот. Двое из них — ученые лесничие Тихонов и Нольде успешно работали позже в Департаменте корабельных лесов.

В 1800 г. предполагалось открыть форстмейстерский класс при морском корпусе для обучения некоторых кадет лесным наукам. Был сформирован даже класс, однако занятия не состоялись из-за отсутствия соответствующих преподавателей. В 1803 г. этот форстмейстерский класс, так и не начавший работу, был официально закрыт.

В ноябре 1802 г. утверждается «Устав о лесах», в котором было предусмотрено «учреждение в надлежащих местах школ для образования людей, сведущих в лесоводстве» [5]. Таков далеко не полный перечень событий, предшествовавших организации Царскосельского практического лесного училища.

В первые годы работы лесного училища был установлен следующий перечень преподаваемых знаний [5]:

«1. Ботаническое и технологическое познание всех родов деревьев, в России растущих, а особенно северному климату свойственных.

2. Познание почвы, для каждого рода приличнейшей.

3. Возраст, коего должны иметь деревья при употреблении их на различные потребности и рубке оных.

4. Различные способы к разведению вновь лесов, как на вырубленных местах, так и на тех, где лесов не бывало.

5. Разделение лесов на лесосеки.

6. Оценка разделенных на лесосеки лесов или вычисление могущей от них быть пользы, соображаясь с пространством занимаемой ими площади и с родом деревьев,

7. Практическое измерение лесов и сочинение им планов,

8. Расчистка лесов под пашни и сенокосы, где необходимость того требует, с меньшим для них вредом и наблюдением хозяйственных при том правил.

9. Экономические от лесов доходы от сидения смолы и дегтя, сжения угольев, приготовления поташа и пр.

10. Лесная бухгалтерия».

В 1803 г. в училище были приняты на обучение 10 человек, а выпуск их состоялся в 1807 г. Это было первое высшее учебное заведение лесного профиля не только в России, но и во всем мире.

В 1811 г. Царскосельское училище перевели в С.-Петербург и к нему присоединили основанный в 1808 г. на Елагинном острове Орловский практическо-теоретический лесной институт. Новому учебному заведению присваивается наименование Петербургский форстинститут. В 1813 г. в него вливаются учащиеся упраздненного Козельского лесного института (основан в 1804 г.), и Петербургский лесной институт снова переименовывается, получая название Петербургский практический лесной институт. И в дальнейшем институт подвергался неоднократным реорганизациям и переименованиям. 28 ноября 1929 г. Ленинградский лесной институт был преобразован в Ленинградскую лесотехническую академию, а 27 сентября 1935 г. Постановлением ЦИК Союза ССР академию было присвоено имя С. М. Кирова [2]. В ознаменование 150-летнего юбилея и за заслуги в деле подготовки высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства Указом Президиума Верховного Совета СССР академия в 1953 г. была награждена орденом Ленина.

Уже в дореволюционный период институт приобрел мировую известность. В нем трудились замечательные ученые и талантливые педагоги, их трудом развивалась не только наука о лесе, но и отдельные отрасли естествознания. Среди видных ученых института корифеи лесной науки А. Ф. Рудзкий, Ф. К. Арнольд, Г. Ф. Морозов, М. М. Орлов, В. Д. Огневский, Д. Н. Кайгородов, выдающиеся деятели естествознания А. Н. Энгельгардт, И. П. Бородин, П. А. Костычев, К. К. Гейдройц, Н. А. Холодковский, П. С. Косинович, Д. А. Лацинов и др.

К 100-летию со дня основания Лесного института в 1903 г. в качестве почетных членов и членов-корреспондентов института ученый совет избрал выдающихся ученых, лесоводов России, а также зарубежных стран. Среди них — В. Т. Собичевский, Н. К. Генко, Ф. Ф. Тиханов, Ф. А. Теплоухов, А. П. Молчанов, Н. С. Нестеров, И. Я. Шевырев, Г. Н. Высоцкий, В. Вейзе, Б. Боргреве, А. Шваппах, Г. Майр, Э. Рамман, М. Кунце, А. Цизлар, В. Перона и др. [8]. Еще ранее почетными членами С.-Петербургского Лесного института были избраны Ф. К. Арнольд, А. Р. Варгас де Бедемар, П. Н. Вереха, К. Гайер, Э. Эбермайер, Ф. Юдейх, Л. Бопп.

Замечательны страницы революционного прошлого Лесного института. Из его среды вышел декабрист П. И. Фаленберг. Здесь учился, а позже был профессором революционный демократ, сподвижник Н. Г. Чернышевского, автор первых в России революционных прокламаций Н. В. Шелгунов. В 1857 г. институт окончил В. Врублевский, ставший впоследствии видным деятелем международного революционного движения, героическим участником национально-освободительного движения польского народа, генералом Парижской Коммуны, соратником К. Маркса и Ф. Энгельса по работе в Генеральном Совете I Интернационала. В 1871—1873 гг. в институте учился известный революционер-народник, талантливый писатель и публицист С. М. Кравчинский (Степняк). Некоторое время в химической лаборатории Лесного института работала известная революционерка, член исполнительного комитета Народной Воли С. Л. Перовская. Уже в 80-х гг. XIX столетия в институте существовали марксистские кружки, а к середине 90-х гг. была создана социал-демократическая группа, имевшая связь с Петербургским Союзом борьбы за освобождение рабочего класса. Весной 1901 г. на одном из студенческих вечеров в институте А. М. Горький декламировал «Песнь о буре вестнике». Многие студенты института являлись активными участниками революции 1905—1907 гг. и Великой Октябрьской социалистической революции [6].

В советский период в институте — академии плодотворно трудилась плеяда видных ученых, чьи имена приобрели широкую известность: В. Н. Сукачев, И. В. Тюнин, Н. Н. Павловский, Л. А. Иванов, А. А. Ячевский, М. М. Орлов, С. И. Ванин, В. Н. Михайлов, Н. Н. Непенин, М. Н. Римский-Корсаков, В. И. Шарков, М. Е. Ткаченко, Н. П. Кобранов, М. А. Дешевой, Д. В. Тищенко, Н. В. Третьяков, В. В. Огиевский, Д. А. Попов, К. М. Ашкенази, Д. Ф. Шапино и др. Своим трудом они способствовали научному прогрессу в лесной промышленности и лесном хозяйстве страны, повышению продуктивности лесов, механизации лесозаготовок, совершенствованию производственных процессов механической и химической технологии древесины, охране природы.

Сегодня нельзя не упомянуть и имена репрессированных в 30-е гг. сотрудников и ученых академии, которые позднее (в 50-е гг.) были реабилитированы. Это директора академии профессора А. И. Шульц и И. Я. Мельников, зав. кафедрой иностранных языков проф. К. К. Микоша, доценты М. И. Ивановский, А. И. Тарашкевич, А. Ш. Ибрагимов, начальник военной кафедры комкор М. В. Баранов, А. Е. Муравьев, проф. С. А. Розенбаум, асп. В. И. Эглит и др. Во время дискуссии под девизом борьбы на теоретическом фронте и очищения лесоводства от «буржуазных реакционных идей» подвергались нападкам классические труды профессоров Г. Ф. Морозова,

В. Н. Сукачева, М. Е. Ткаченко, практически был затравлен проф. М. М. Орлов, скончавшийся на кафедре.

В годы Великой Отечественной войны коллектив академии внес посильный вклад в общенародное дело разгрома врага. Наряду с призванными в действующую армию, на фронт ушли добровольцами более 400 сотрудников и студентов. На базе учебных мастерских и лабораторий изготовлялись мины, деревянные детали для оружия, лыжи, спички, лечебные препараты и другая продукция, необходимая фронту и осажденному городу. Горком партии принял предложение проф. В. И. Шаркова о производстве «пищевой» целлюлозы, как добавки к муке при выпечке хлеба, и белковых дрожжей из древесных опилок, что спасло от голодной смерти тысячи людей. В Кирове в военное время работал филиал академии.

Решения печально знаменитой августовской 1948 г. сессии ВАСХНИЛ резко отрицательно сказались на уровне подготовки кадров для лесного хозяйства, на развитии селекции древесных пород. Были уволены или вынуждены уйти из академии доц. Н. Д. Лесков (кафедра таксации), доц. И. И. Полубояринов (кафедра лесоводства) и Н. И. Попова (кафедра лесных культур). Подверглись гонениям проф. П. Л. Богданов, М. Н. Римский-Корсаков, М. Е. Ткаченко и др. Подготовленное к печати второе издание получившего мировое признание учебника по общему лесоводству М. Е. Ткаченко не успел издать (он скончался в декабре 1950 г.).

По просьбе автора, еще при его жизни, функции редактора учебника принял на себя его ученик проф. И. С. Мелехов. В некоторых официальных кругах в то время проявлялось враждебное отношение к М. Е. Ткаченко и его учебнику. Начальник Главка лесотехнических вузов В. Г. Нестеров (автор прольсенковского учебника по общему лесоводству) пытался воспрепятствовать изданию учебника М. Е. Ткаченко, прикрываясь обвинениями его в «раблепном преклонении перед иностранщиной», в «недостаточном раскрытии современного учения о лесе» (т. е. основанного на теориях Т. Д. Лысенко) и другими многочисленными придирками. При нависшей угрозе над рукописью редактору пришлось пойти на купюры, некоторые другие изменения ради того, чтобы спасти книгу. Книга М. Е. Ткаченко увидела свет. Редактору это стоило дорого. И хотя она выпущена была под грифом МВО СССР в качестве учебного пособия, а не учебника, трудно переоценить ее значение. Это — капитальный труд, гордость Лесотехнической академии, отечественного лесоводства.

В 1952 г. по «ленинградскому делу» был снят с работы и исключен из членов КПСС много сделавший для академии в послевоенные годы бывший нарком лесной промышленности ректор ЛТА М. И. Салтыков; пострадал ряд преподавателей. Под давлением нового ректора В. М. Никитина вынужден был покинуть академию заведующий кафедрой лесоводства И. С. Мелехов, приглашенный после кончины М. Е. Ткаченко лесохозяйственным факультетом и избранный единогласно на эту должность по конкурсу ученым советом. После этих событий некоторые кафедры (особенно кафедра лесоводства) пережили многолетний, затяжной кризис.

В академии родились такие важные научные направления и специализации, как лесная типология, экономика лесного хозяйства, основы лесоустройства, таксации, применение авиации в лесном хозяйстве, механизация лесохозяйственных работ, осушение лесных земель, селекция и выращивание быстрорастущих древесных пород, теории конструирования специальных лесных машин, резания древесины и др.

За все дореволюционные годы Лесной институт подготовил 4 300 специалистов. За годы Советской власти бывший однопрофильный лесной институт превратился по всем специальностям лесного комплекса. За 70 лет Советской власти академия подготовила 47 тыс. инженеров, более 2 200 кандидатов и 130 докторов наук.

Научно-педагогический коллектив академии в двенадцатой пятилетке участвует в осуществлении комплексной программы «Интенсификация-90», одобренной ЦК КПСС. Разработана региональная программа комплексного использования и воспроизводства лесных ресурсов Ленинградской области. Только за последние два года решены крупные народнохозяйственные проблемы с фактическим экономическим эффектом от внедрения около 8 млн р., в том числе обоснованы технологические принципы комплектования и применения модульных систем на лесозаготовках. Разработаны научные основы лесозонтологического мониторинга, позволяющие обеспечить надежную службу надзора и прогноза массового размножения стволовых вредителей. Разработана и внедрена технология производства тонкой книжно-журнальной бумаги с массой 60 г/м² для высокой печати, а также безотходная технология экстракционной переработки древесной зелени с получением продуктов кормового и лечебно-профилактического назначения. Найден дереворазрушающий гриб, который избирательно разрушает лигнин.

Лесотехническая академия сегодня — ведущий лесной вуз широкого политехнического профиля, центр лесной науки. На шести факультетах (лесохозяйственный, лесинженерный, химико-технологический, лесомеханический, механической технологии древесины и инженерно-экономический) по трем формам обучается около 9 тыс. студентов более 40 национальностей из всех братских республик Советского Союза. Вместе с ними учатся 200 студентов из 38 стран мира. В аспирантуре обучается ежегодно около 150 человек, на факультете повышения квалификации — 225 человек.

Более 540 преподавателей и 400 научных сотрудников, в том числе 66 докторов-профессоров и 422 кандидата наук на 46 кафедрах, в 6 проблемных и 5 отраслевых лабораториях и научно-исследовательской части готовят инженерные кадры по специальностям, ведут научные исследования общим объемом 3,7 млн. р. в год по важнейшей народнохозяйственной тематике.

Лесотехническая академия — альма-матер не только многих поколений лесных инженеров, но и почти всех лесных вузов и отраслевых институтов лесного профиля нашей страны. Выпускниками академии являются председатель Госкомлеса СССР акад. А. С. Исаев, акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов, чл.-кор. АН СССР Р. К. Саляев, чл.-кор. ВАСХНИЛ Н. А. Монсеев и Н. И. Казимиров, многие руководители отраслевых союзных и республиканских лесных министерств, госкомитетов, объединений и управлений.

Вечно юным остается студенчество лесотехнической академии. Мощные корни не стареющего 185-летнего дерева высшего лесного образования, лесной науки и сегодня растут и развиваются, умножают его мощь, дают молодую поросль, питают идеями и кадрами огромную ветвистую крону лесных вузов, отраслевых научно-исследовательских институтов, вносят весомый вклад в научно-технический прогресс лесных отраслей народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Исторический очерк развития С.-Петербургского лесного института (1803—1903).— Спб., 1903.— 157 с. [2]. Крупнейший лесной вуз страны.— М.; Л.: Лесн. пром-сть, 1967.— 252 с. [3]. Мелехов И. С. Очерк развития науки о лесе в России.— М.: АН СССР.— 208 с. [4]. Мелехов И. С. Ломоносов и современность. К 275-летию со дня рождения М. В. Ломоносова // Лесн. журн.— 1986.— № 5.— С. 126—128.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Налетов А. Ф. Очерк развития лесного учебного дела и учебных планов в Ленинградском лесном институте за 125 лет (1803—1928).— Л.: Ленингр. лесн. ин-т, 1929.— Вып. 37.— С. 7—45. [6]. Общественно-политическая деятельность Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова. 1803—1983.— Л.: ЛГУ, 1983.— 136 с. [7]. Полное собрание законов Российской Империи.— Спб., 1830.— Т. 28.— С. 620—621. [8]. Фомичев А. В. Описание торжественного празднования столетия существования С.-Петербургского Лесного Института. 1803—1903.— Спб., 1904.— 160 с.

ЮБИЛЕИ

ПРОФЕССОР БОРИС ИОСИФОВИЧ ЛОГГИНОВ

(К 90-летию со дня рождения)

Доктору сельскохозяйственных наук, профессору Украинской сельскохозяйственной академии Борису Иосифовичу Логгину исполнилось 90 лет со дня рождения и 65 лет производственной, научной, научно-педагогической и общественной деятельности. Жизнь Бориса Иосифовича является ярким примером беззаветного служения Родине, верности любимому делу, принципиальности научных суждений и оценок.

Начав свою трудовую деятельность после окончания лесного факультета Воронежского сельскохозяйственного института помощником таксатора на Урале, Б. И. Логгинов прошел трудный путь научных поисков. С энтузиазмом трудился он по восстановлению деятельности УкрНИИЛХА и его опытных станций после изгнания фашистских оккупантов. Еще шла война, а Борис Иосифович, будучи директором УкрНИИЛХА, уже организовывал исследования, возродил агролесомелиоративную науку в республике, вернул славные традиции институту. Он последовательно отстаивает чистоту биологической науки, прилагая максимум усилий для ее углубления и развития. Во время засилья пресловутой «лысенковщины» он смело и аргументированно выступил против несостоятельной «теории» о гнездовых посевах желудей дуба. Б. И. Логгинов внес большой вклад в разработку научных основ защитного лесоразведения в Украинской ССР. Он разработал и обосновал агролесомелиоративное районирование УССР. Исследования и рекомендации по подбору древесных и кустарниковых пород, структуре лесных полос, агротехнике их выращивания, исправлению малозффективных насаждений, а также предложения по лесовозобновлению и лесоразведению в условиях Полесья, лесостепи и степи УССР и другие научные разработки, опубликованные в 300 научных работах, нашли широкое применение в агролесомелиоративной, лесохозяйственной и природоохранной практике.

Монография «Основы полезащитного лесоразведения» до настоящего времени имеет большое значение для науки и практики. Широта научного кругозора и глубина эрудиции Бориса Иосифовича поражают. Являясь учеником и верным последователем классика степного лесоводства, акад. Г. Н. Высоцкого, Борис Иосифович всегда применяет комплексный, экологически обоснованный подход к решению сложных проблем агролесомелиорации, его диалектико-материалистическая позиция в вопросах полезащитного лесоразведения является примером партийной принципиальности ученого.

Подготовленные Борисом Иосифовичем 8 докторов и 37 кандидатов наук ныне успешно разрабатывают многие проблемы лесного хозяйства и агролесомелиорации, готовят лесных специалистов. Организаторские способности Бориса Иосифовича, проявившиеся в период работы в качестве директора УкрНИИЛХА, председателя отделения лесоводства, гидротехники и мелиорации Украинской академии сельскохозяйственных наук, заведующего кафедрами в Украинской сельскохозяйственной академии, Куйбышевском и Харьковском сельскохозяйственных институтах, снискали ему глубокое уважение преподавателей и студентов этих вузов. Огромную научно-педагогическую деятельность Б. И. Логгинов всегда совмещал и совмещает по сей день с активной общественной работой. Б. И. Логгинов много сделал, будучи членом секции Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ, членом координационного Совета по полезащитному лесоразведению ВНИАЛМИ, членом научно-технического совета МЛХ УССР, членом редколлегии республиканских сборников «Лесоводство и агролесомелиорация», членом секции 2-го Международного Союза научно-исследовательских организаций по лесоводству».

За большой вклад в развитие отечественной лесоводственной науки, пропаганду научных знаний и оказание практической помощи сельскохозяйственному производству по борьбе с эрозией почвы, по защите полей от суховея и черных бурь Б. И. Логгинов награжден орденом Трудового Красного Знамени, многими медалями, Почетной грамотой МСХ УССР. Он участник ВДНХ СССР 1940, 1954, 1955, 1969 и 1984, 1985, 1987 годов, неоднократно награждался медалями и дипломами.

Свой 90-летний юбилей Б. И. Логгинов встречает большими замыслами и интересными планами дальнейших исследований в руководимых им лабораториях Защитного лесоразведения на орошаемых землях южностепных районов и Защитно-декоративного облесения терриконников угольных шахт Донбасса, а также по вопросам инвестиционной политики в сельском хозяйстве. Он щедро делится своими огромными знаниями с молодым поколением лесоводов.

Лесоводы республики, коллектив преподавателей, аспирантов и студенты УСХА, его ученики и последователи от всего сердца желают Борису Иосифовичу крепкого здоровья, бодрости, физических и душевных сил, больших успехов в повышении эффективности агролесомелиоративной науки на благо нашей Родины.

В. Н. Портной

Украинская сельскохозяйственная академия

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*907(049.3)

СБОРНИК ПО ПРОБЛЕМАМ
РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСА*

Рекреационные аспекты лесоведения и лесной биогеоценологии отражают острую потребность в экологически обоснованных рекомендациях организации отдыха трудящихся в пригородных лесах. Рецензируемый сборник дает достаточно полное представление о состоянии исследований по этой проблеме.

Сборник открывается статьей Л. П. Рысина и Г. А. Поляковой «Влияние рекреационного лесопользования на растительность», в которой дан обзор основных результатов изучения рекреационного воздействия на леса в СССР и за рубежом. Сформулированы обобщающие выводы об изменении под влиянием рекреации лесных фитоценозов в целом и их структурных компонентов — древостоя, подростка, подлеска, травяного и мохово-лишайникового покровов. Прочитано 167 библиографических источников, в том числе 152 советских и 15 зарубежных, причем публикации, вышедшие за последние 10 лет, составляют 76,6 %, что отражает современное состояние проблемы.

В статье Г. П. Рысиной и Л. П. Рысина «Оценка антропогенности лесных травянистых растений» приведены четырехбалльные шкалы оценки устойчивости к уплотнению почвы, механическим повреждениям и обрыванию побегов для 270 травянистых видов, распространенных в лесах Подмосковья. Ценность подобных шкал сомнения не вызывает, однако можно заметить, что оцениваемые аспекты рекреации в реальных условиях скоррелированы. Обрывание цветущих побегов сопровождается повреждением наземных органов растений и уплотнением почвы при передвижении людей. Видимо, в дальнейшем было бы целесообразно объединить составленные авторами шкалы в одну шкалу оценки устойчивости к рекреации.

Статьи Б. Л. Самойлова и Г. В. Морозовой «Влияние рекреационного лесопользования на животных», В. А. Бганцовой и др. «Влияние рекреационного лесопользования на почву» имеют обзорный характер. В них прочитано, соответственно, 134 (86 советских и 48 зарубежных) и 56 (52 советских и 4 зарубежных) работ, из которых работы, вышедшие за последние 10 лет, составляют 78,3 и 69,7 %. В статье Б. Л. Самойлова и Г. В. Морозовой охарактеризовано влияние рекреации на 36 видов млекопитающих, 87 видов птиц, 5 видов пресмыкающихся и 5 видов земноводных и приведена очень информативная классификация проявлений рекреационного воздействия на лесных птиц. Рекреационное воздействие при этом подразделено на факторы прямого воздействия (беспокойство, умышленное преследование, вытаптывание, изъятие — отлов, отстрел) и факторы опосредственного воздействия (деградация местообитаний и увеличение численности синантропных видов), связанные с различными видами массового отдыха (массовым повседневным, бивуачным, пикниковым, организованным туризмом и др.). В статье В. А. Бганцовой и др., наряду с литературными данными, приведен обширный материал собственных исследований. Показано, что рекреация вызывает ухудшение свойств подстилки, морфологических, физических и химических свойств почвы и ее водного режима, изменение в динамике почвенного покрова.

Следующие статьи сборника — результат комплексных исследований специалистов различных областей на «парных» постоянных пробных площадях, заложенных в идентичных лесорастительных условиях, но представляющих различные стадии рекреационной освоенности леса. В статье Л. П. Рысина и Г. П. Рысиной «Влияние

* Природные аспекты рекреационного использования леса / Под ред. Л. П. Рысина. — М.: Наука, 1987. — 166 с.

рекреационного лесопользования на отдельные компоненты биогеоценозов сосновых и березовых лесов» показано, что рекреация вызывает угнетение подроста и подлеска, изреживание второго липового яруса в сложных сосняках и олуговение травяного покрова. Сделан вывод о том, что в условиях интенсивного рекреационного лесопользования фактор рекреации становится одним из ведущих в формировании видового состава и структуры растительности нижних ярусов лесных биогеоценозов. В статье В. А. Бганцовой «Влияние рекреационного лесопользования на некоторые свойства почв сложных сосняков» содержатся конкретные данные об уплотнении почвы, снижении содержания гумуса в верхних почвенных горизонтах и качественном изменении состава гумуса.

В статьях С. В. Егоровой и В. А. Лавровой «Влияние рекреационного лесопользования на микрофлору и азотфиксирующую активность почвы в сосняках», Т. И. Алексахиной «Изменение почвенной альгофлоры сложных сосняков под влиянием рекреационных нагрузок» и С. Ю. Грюнталь «Влияние рекреационного лесопользования на почвенное население сосняков» показано, что разрушение подстилки, увеличение плотности почвы и освещенности ее поверхности вызывают сходные изменения в видовом составе микрофлоры, альгофлоры и мезофауны: виды, характерные для ненарушенных участков леса, замещаются на виды, встречающиеся на открытых пространствах в луговых сообществах. При этом общая численность видов микрофлоры и мезофауны уменьшается, а альгофлоры — остаются на одном уровне.

Сборник завершается статьями, посвященными вопросам реконструкции лесов, выполняющих рекреационные функции. В статье Г. П. Рысиной «Сохранение и восстановление ценопопуляций видов декоративных лесных травянистых растений» приведены интересные данные о реинтродукции травянистых видов, выпавших из лесных сообществ. Автором установлено, что успешность реинтродукции в значительной степени зависит от того, являются ли причины, обусловившие выпадение видов, экзо- или эндогенными. Подобные работы могут иметь большое значение не только для разработки методов восстановления обедненных рекреацией лесных сообществ, но и для понимания механизма самоподдержания популяций видов, составляющих их травяные ярусы.

Статья А. Д. Вакурова «Оптимизация состава и структуры малоценных лиственных насаждений рекреационного назначения» содержит подробные сведения о методах проведения работ по реконструкции малоценных насаждений в Серебряноборском опытном лесничестве и рекомендации по реконструкции осинников.

Общая оценка сборника высокая, это современное и нужное издание. Впечатление от книги было бы еще лучше, если бы каждая статья — глава соответствовала анализу влияния рекреации на один из структурных компонентов лесных экосистем. Это исключило бы повторы: рассмотрение реакции древостоя, подлеска, травяного покрова и изменений характеристик почвы как фона при анализе изменений почвенной альгофлоры и почвенной микрофлоры, элементы дублирования.

Б. М. Миркин, Н. И. Федоров

Башкирский государственный университет

СОДЕРЖАНИЕ

Е. Д. Федотова. Курсом XIX партийной конференции	3
--	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

А. С. Тихонов, Х. Х. Ромеро Мартинес. Рост сосны в городских лесах . . .	7
С. М. Аблаев, С. В. Дружинин, С. И. Пугачев. Влияние стимуляторов роста на развитие сеянцев фисташки настоящей в условиях теплицы	10
В. С. Теодоронский. Влияние дефолиантов на некоторые физиологические и анатомические показатели древесных растений	13
А. В. Лебедев. Характер вершины как показатель состояния и жизнестойкости ели	17
В. А. Герасимов, Г. А. Доррер. Расчет маршрутов авиационного патрулирования лесов как задача оптимального управления	21
Л. Т. Свиридов. О некоторых показателях физико-механических свойств лесных семян	25
М. Т. Гончар, Б. А. Сабан. Опыт выращивания фундука на отвалах открытой добычи серы	29

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. В. Пигухин. Влияние трещин на работоспособность элементов конструкций лесозаготовительных машин	33
Э. А. Дваранаускас, А. В. Жуков, И. К. Йезинь, Р. П. Раманаускас, Б. К. Андрикайтис, Р. И. Землис. Оценка динамической нагруженности манипулятора МТТ-10	37
С. П. Карпачев, А. С. Большаков. Моделирование на ЭВМ роспуска подтопленного штабеля	42
В. Я. Харитонов. Расчет лежня поперечной записи с учетом сосредоточенных нагрузок	45
Ю. П. Кононов. К оценке потоков отказов деталей для парка машин	50

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

В. В. Васильев, Б. В. Рошмаков, Е. Е. Комарова, Л. Н. Никанорова, А. Г. Тихомиров. Влияние технологических факторов на выделение газообразных продуктов при прессовании древесностружечных плит	55
А. Г. Гороховский. Склерометрический метод контроля степени отверждения клеевой пленки	60
Н. И. Ковзун. Метод расчета толщины межпильной прокладки и взаимосвязанных с нею параметров	63
В. А. Шамаев. Об эффективности некоторых способов получения прессованной древесины	71
В. Л. Ломазов, Н. В. Казачинская, А. А. Бордонос. Исследование кинетики сушки коры ели по плану ПФЭ 2 ⁴	75

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Б. Снопков, Т. А. Снопкова, Т. В. Сухая. Осаждение сопропелевых частиц на древесных волокнах при проклейке	79
А. С. Дегтяренко, Р. М. Шрестха, А. А. Леонович. Жирные кислоты в экстрактивных веществах <i>Darhne bhoiua</i> L.	84
Е. Д. Гельфанд. Определение легкогидролизуемых полисахаридов и пентозанов в растительном сырье	86

П. Ф. Валендо. Исследование факторов процесса удержания катионной парафиновой дисперсии бумажной массой	88
Т. К. Варес, А. А. Эльберт. Физико-химические свойства карбамидоформальдегидной смолы, модифицированной алкилрезорцинами	92

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

А. Б. Ловков, П. Н. Коробов. Экономическая эффективность оптимального планирования производственной программы предприятий лесосплавного объединения	96
О. А. Харин, В. Д. Волков. Принцип непрерывности, неистощительности и рациональности в теории регулирования лесопользования	100
С. П. Бахтина. Об измерении эффективности технологий лесозаготовок с прямой вывозкой	105
И. С. Ольшанский, Г. П. Бутко. Матричный метод оценки эффективности производства	107

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. А. Закамский. Продолжительность активного роста сосущих корней сосны в культурах Марийской АССР	112
В. Б. Кунтыш, В. И. Мелехов, И. Г. Рябокобыленко. Теплообмен малорядных пучков из труб с поперечными ребрами	115
Ю. М. Иванов, Ю. Ю. Славик. Кратковременная прочность древесины при концентрации напряжений	119
М. В. Чарина, О. Ф. Исаева. Исследование диэлектрической релаксации в древесных фенолоформальдегидных композициях	122
Ю. Г. Хабаров, Г. В. Комарова, Е. А. Машьянова. Фотометрическое определение железа в технических лигнинах и их производных	124
Г. И. Мальцев, А. Я. Агеев, А. Г. Усвяцова, Л. А. Трифонова, Ю. А. Крылатов, В. П. Ступак. Применение нефелинового коагулянта	125

ИСТОРИЯ НАУКИ

Н. К. Остроумова. Седьмые Сукачевские чтения	127
М. Д. Мерзленко. Хроника деятельности комиссии по истории лесоводства при Московском обществе испытателей природы (1977—1987)	130

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

Г. И. Редько. 185 лет Ленинградской ордена Ленина лесотехнической академии им. С. М. Кирова	132
---	-----

ЮБИЛЕИ

В. Н. Портной. Профессор Борис Иосифович Логгинов. (К 90-летию со дня рождения)	135
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Б. М. Миркин, Н. И. Федоров. Сборник по проблемам рекреационного использования леса	137
---	-----

Рефераты	143
--------------------	-----

CONTENTS

<i>E. D. Fedotova</i> . Following the Decisions of the 19 th Party Conference.	3
---	---

FORESTRY

<i>A. S. Tikhonov, H. H. Romero Martines</i> . Growth of Pine in City Forests . . .	7
<i>S. M. Ablaeov, S. V. Druzhinin, S. I. Pugachev</i> . Influence of Growth Stimulators on Pistachio-Tree Seedlings' Development under Hothouse Conditions	10
<i>V. S. Teodoronsky</i> . Influence of Defoliators on Some Physiology and Anatomy Indices of Woody Plants	13
<i>A. V. Lebedev</i> . Character of Spruce Fir Top as Indicator of its State and Vitality	17
<i>V. A. Gerasimov, G. A. Dorrer</i> . Calculation of Aerofire Forest Control Routes as Optimal Management Task	21
<i>L. T. Sviridov</i> . On Some Indices of Physiko-mechanical Properties of Forest Seeds	25
<i>M. T. Gonchar, B. A. Saban</i> . Experience of Growing <i>Corylus maxima</i> at Dumps of Open Extracting Sulphur	29

FOREST EXPLOITATION

<i>A. V. Pitukhin</i> . Influence of Cracks on Construction Element's Workability of Logging Machines	33
<i>E. A. Dvaranauskas, A. V. Zhukov, I. K. Ievin, R. P. Ramanauskas, B. K. Andrikaitis, R. I. Zemlis</i> . Evaluation of Dynamic Loading and Stability of Skidding Manipulator MTT-10	37
<i>S. P. Karpachev, A. S. Bolshakov</i> . Simulation of Loosening Flooded Stack on Computer	42
<i>V. Ya. Kharitonov</i> . Catch Calculation of Cross Boom Ledger with Reference to Point Loads	45
<i>Yu. P. Kononov</i> . On Flow Evaluation of Stock Part Refusals	50

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>V. V. Vasiliev, B. V. Roshmakov, E. E. Komarova, L. N. Nikanorova, A. G. Tikhomirov</i> . Determination of Major Technological Factors Effecting Escape of Gaseous Products in Particleboard Pressing	55
<i>A. G. Gorokhovskiy</i> . Sclerometric Control Method of Glue Film Hardening Degree	60
<i>N. I. Kovzun</i> . Calculation Method of Intersaw Gasket Strength and its Interconnected Parameters	63
<i>V. A. Shamaev</i> . On Efficiency of Some Methods of Obtaining Pressed Wood .	71
<i>V. L. Lomazov, N. V. Kazachinskaya, A. A. Bordonos</i> . Investigation of Fir Bark Drying Kinetics by PFE 2 ⁴ Plan	75

CHEMICAL WOODWORKING

<i>V. B. Snopkov, T. A. Snopkova, T. V. Sukhaya</i> . Precipitation of Sapropel Particles on Wood Fibres in Sizing	79
<i>A. S. Degtyarenko, R. M. Shrekhtkha, A. A. Leonovich</i> . Fatty Hads in Extractives <i>Daphne bholua</i> L.	84
<i>E. D. Gelfand</i> . Determination of Easily-Hydrolyzable Polysaccharides and Pentosans in Plant Medium	86
<i>P. F. Valendo</i> . Investigation of Process Factors of Pulp Cationic Paraffin Dispersion Retention	88
<i>T. K. Vares, A. A. Elbert</i> . Physico-Chemical Properties of Carbamide Formaldehyde Resin Modified by Alkyl Resorcinols	92

ECONOMIC AND MANAGEMENT

<i>A. B. Lovkov, P. N. Korobov.</i> Economic Efficiency of Optimal Planning of Production Programme of Floatage Intergrated Enterprises	96
<i>O. A. Kharin, V. D. Volkov.</i> Continuity Inexhaustibility and Rationality in Theory of Forest Utilization Control	100
<i>S. P. Bakhtina.</i> On Efficiency of Logging Technologies with directly conveyance	105
<i>I. S. Olshansky, G. P. Butko.</i> On Evaluation of Harvest Technology with Straight Removal	107

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V. A. Zakamsky.</i> Duration of Active Growth of Pine Rootends in Trees of the Mari ASSR	112
<i>V. B. Kuntysh, V. I. Melekhov, I. G. Ryabokobylenko.</i> Heat Transfer Aerodynamic Strength Energy Efficiency of Few-Row Cross-Ribbed Banks	115
<i>Yu. M. Ivanov, Yu. Yu. Slavik.</i> Short Term Strength of Wood at Concentrated Stress	119
<i>M. V. Charina, O. F. Isaeva.</i> Investigation of Dielectric Relaxation in Wooden Phenolformaldehyde Compositions	122
<i>Yu. G. Khabarov, G. V. Komarova, E. A. Mashyanova.</i> Photometric Determination of Iron in Technical Lignins and their Derivatives	124
<i>G. I. Maltsev, A. Ya. Ageev, A. G. Usvyatseva, L. A. Trifonova, Yu. A. Krylatov, V. P. Stupak.</i> Application of Nepheline Coagulant	125

HISTORY OF SCIENCE

<i>N. K. Ostroumova.</i> Seventh Sukhachevsky Readings	127
<i>M. D. Merzlenko.</i> The Chronicle of Active Comitee on Istory of Forestry at Moscow Society Experience of Nature	130

FROM VUSES' LIFE

<i>G. I. Redko.</i> 185 th Anniversary of Lenindrad Forest Engineering Academy Named after S. M. Kirov	132
---	-----

YUBILEE

<i>V. N. Portnoy.</i> Professor B. I. Logginov (The 90 th Anniversary of Birthday)	135
---	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>B. M. Mirkin, N. I. Fedorov.</i> Book by Problems of Recreations Employment of Wood	137
Precis	143

РЕФЕРАТЫ

Курсом XIX партийной конференции. ФЕДОТОВА Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 3—6.

УДК 630*187:630*385.1

Рост сосны в городских лесах. ТИХОМОВ А. С., РОМЕРО МАРТИНЕС Х. Х. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 7—9.

Изложены результаты измерения прироста сосны на 18 пробных площадях по 25 кернам на каждой пробе. Пробные площади в двух повторностях отражают действие трех фаз депрессии и трех степеней осушения измененной парцеллярной структуры и класса бонитета за длительный период. Однако достоверность различия прироста за последние 10 лет при слабой, средней и сильной степени осушения методами вариационной статистики и дисперсионным анализом не установлена. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 634.574

Влияние стимуляторов роста на развитие семян фисташки настоящей в условиях теньщины. АБЛАЕВ С. М., ДРУЖИНИН С. Б., ПУГАЧЕВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 10—13.

Выявлено, что подрезка «ключиков» у проростков и их обработка раствором гиббереллина в концентрации 200 мг/л способствуют интенсивному росту семян и уже в первый год вегетации дают возможность получать семена фисташки настоящей, пригодные для проведения зимней прививки. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 581.1:631.542.25

Влияние дефолиантов на некоторые физиологические и анатомические показатели древесных растений. ТЕОДОРОВСКИЙ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 13—17.

Рассмотрено влияние хлората магния и этиленсодержащего препарата Д-2 на интенсивность транспирации, содержание воды и хлорофилла в листьях сирени и боярышника. Установлено, что под влиянием препаратов снижается содержание азота, фосфора и калия в листьях к моменту дефолиации и повышается в годичных побегах. Показано, что хлорат магния вызывает более резкие изменения в водном режиме и хлоропласте листа, чем Д-2. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*907

Характер вершины как показатель состояния и жизнестойкости ели. ЛЕБЕДЕВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 17—21.

Рассмотрена взаимосвязь состояния и жизнестойкости ели с характером вершины дерева в условиях различной рекреационной нагрузки и в насаждениях разной биологической устойчивости. Установлено, что здоровые и больные островершинные деревья ели в рассматриваемых условиях недоступны для поселения короедов активной группы с выведением в дальнейшем жизнеспособного потомства. Табл. 3. Библиогр. список: 20 назв.

УДК 630*43

Расчет маршрутов авиационного патрулирования лесов как задача оптимального управления. ГЕРАСИМОВ В. А., ДОРРЕР Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 21—24.

Рассмотрены математическая постановка и описание схемы решения задачи выбора оптимальных маршрутов авиационного

лесов как многокритериальной задачи дискретного оптимального управления. Разработана программная реализация предлагаемого метода, приведен численный пример. Ил. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*232.315.4

О некоторых показателях физико-механических свойств лесных семян. СВИРИДОВ Л. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 25—29.

Приведены результаты исследования объемных масс, размеров и углов естественного откоса лесных семян с крылатками и обескрыленных: сосны и ели обыкновенной, лиственницы сибирской, кленов остролистного и ясенелистного, ясеня зеленого и обыкновенного, вяза мелколистного. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 634.54:546.22.002.68

Опыт выращивания фундука на отвалах открытой добычи серы. ГОНЧАР М. Т., САБАН Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 29—32.

Установлено, что третичные мергельные глины и четвертичные лёссовидные суглинки, образовавшиеся при открытой добыче серы, вполне пригодны для выращивания фундука. Создание фундучных насаждений на отвалах — не только средство биологической рекультивации земель, но и способ получения удовлетворительных урожаев. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 539.4:630*36

Влияние трещин на работоспособность элементов конструкций лесозаготовительных машин. ПИТУХИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 33—36.

Сформулирована задача определения допустимой и предельной длины трещины в механических элементах лесных машин. Предложено решение на основе теории статистических решений с использованием методов механики разрушения. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*375.4

Оценка динамической нагруженности манипулятора МТТ-10. ДВАРАНАУСКАС Э. А., ЖУКОВ А. В., ИЕВИНЬ И. К., РАМАНАУСКАС Р. П., АНДРИКАЙТИС Б. К., ЗЕМЛИС Р. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 37—42.

Разработана расчетная схема и математическая модель колебаний трактора с телескопическим манипулятором при опускании (подъеме) хлыста, позволяющие оценить динамику и параметры манипулятора. Получены данные о влиянии режимов работы манипулятора на устойчивость трактора. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*378.1

Моделирование на ЭВМ роспуска подтопленного штабеля. КАРПАЧЕВ С. П., ВОЛЬШАКОВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 42—45.

Изложен процесс роспуска подтопленного штабеля, применяемый для ускоренного пуска леса в слав. Разработана имитационная модель процесса, которая реализована на ЭВМ. Получено уравнение регрессии, удовлетворительно описывающее процесс роспуска в натуральных условиях. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*378.7

Расчет лежния поперечной запани с учетом сосредоточенных нагрузок. ХАРИТОНОВ В. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 45—50.

С использованием положений теории гибких нитей получены зависимости для расчета усилий, координат точек оси нити, углов подхода к опорам применительно к лежню поперечной запани с учетом сосредоточенных сил, передающихся от сортiroвочной системы. Ил. 1.

УДК 630*377.44.004.6 (083.75)

К оценке потоков отказов деталей для парка машин. КОНОНОВ Ю. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 50—54.

Предложен метод статистического моделирования процессов отказов и замен деталей машин. Дано описание имитационной модели, блок-схемы программы расчета для ЭВМ. Приведен пример использования метода. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 674.815-41

Влияние технологических факторов на выделение газообразных продуктов при прессовании древесностружечных плит. ВАСИЛЬЕВ В. В., РОШМАКОВ Б. В., КОМАРОВА Е. Е., НИКАНОРОВА Л. Н., ТИХОМИРОВ А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 55—59.

С помощью метода планируемого многофакторного эксперимента определены основные технологические факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на количество формальдегида, метанола и воды, выделяющихся из ДСП при прессовании. Ил. 4. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674-416:630*824.825.86

Склерометрический метод контроля степени отверждения клеевой пленки. ГОРОХОВСКИЙ А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 60—63.

Изложены методики и результаты исследований метрологических характеристик метода определения степени отверждения клеевой пленки путем ее царапания. Ил. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 621.933.6.001.24

Метод расчета толщины межпильной прокладки и взаимосвязанных с нею параметров. КОВЗУН Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 63—71.

Новый метод рекомендован для системного нормирования взаимосвязанных с толщиной межпильных прокладок параметров: распиловочного размера, допускаемых отклонений по толщине в сырых пиломатериалах, допуска настройки лесопильной рамы на распиловочный размер. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.812

Об эффективности некоторых способов получения прессованной древесины. ШАМАЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 71—75.

Дан анализ эффективности прессования древесины четырьмя основными способами по технологичности и энергоемкости. Показано преимущество совмещенного способа получения лигнамона и дестама. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 66.047.9:518.5

Исследование кинетики сушки коры ели по плану ПФЭ 2⁴. ЛОМАЗОВ В. Л., КАЗАЧИНСКАЯ Н. В., БОРДОНОС А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 75—78.

Математическая модель процесса сушки дана в виде уравнения регрессии, в котором в качестве выходного параметра принята

продолжительность сушки. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.817-41

Осаждение сапропелевых частиц на древесных волокнах при проклейке. СНОПКОВ В. Б., СНОПКОВА Т. А., СУХАЯ Т. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 79—84.

На основании электрокинетических и микроскопических исследований системы древесно-волоконистая масса — катионный полиэлектролит показано, что высокая степень удержания сапропелевых частиц при проклейке — следствие процесса флокуляции массы. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630*866

Жирные кислоты в экстрактивных веществах *Daphne genkwa* L. ДЕГТЯРЕНКО А. С., ШРЕСТХА Р. М., ЛЕОНОВИЧ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 84—86.

Установлено, что состав жирных кислот луба более разнообразен, чем древесины, главным образом за счет ненасыщенных кислот C₁₈ моно-, ди-, три- и тетраеновых. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*813

Определение легкогидролизуемых полисахаридов и пентозанов в растительном сырье. ГЕЛЬФАНД Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 86—88.

Предложено осуществлять растворение легкогидролизуемых полисахаридов и пентозанов в концентрированной соляной кислоте за 20 мин, с последующим разбавлением, 20-минутной инверсией и анализом раствора. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676.2:537.213

Исследование факторов процесса удержания катионной парафиновой дисперсии бумажной массой. ВАЛЕНДО П. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 88—91.

Изучено влияние расхода катионной парафиновой дисперсии, добавок сернокислого алюминия, меламиноформальдегидной смолы и полиаминопхлоридриного полиэлектролита (ПЭВП) на электрокинетический потенциал и степень удержания проклеивающей дисперсии бумажной массой. Ил. 3. Табл. 4. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*824.81/85

Физико-химические свойства карбамидоформальдегидной смолы, модифицированной алкилрезорцинами. ВАРЕС Т. К., ЭЛЬБЕРТ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 92—95.

Использование модифицированной смолы при изготовлении ДСП дает снижение содержания свободного формальдегида при незначительных изменениях показателей прочности на статический изгиб. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*792:378.003.13

Экономическая эффективность оптимального планирования производственной программы предприятий лесосплавного объединения. ЛОВКОВ А. Б., КОРОБОВ П. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 96—99.

Рассмотрены результаты применения методики оптимального планирования производственной программы предприятиям лесосплавного объединения ПЛСО Выгдальсосплав. Сопоставлены различные варианты оптимальных расчетов. Показана практическая ценность методики. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*61

Принцип непрерывности, нестохастичности и рациональности в теории регулирования лесопользования, ХАРИН О. А., ВОЛ-

КОВ В. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 5, с. 100—105.

УДК 630*79

Об измерении эффективности технологий лесозаготовок с прямой вывозкой. БАХТИНА С. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 105—107.

Приведена в общем виде формула для расчета предельной цены биомассы на лесосеке как критерия экономической эффективности технологических вариантов лесозаготовок. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.6.003.13

Матричный метод оценки эффективности производства. ОЛЫШАНСКИЙ И. С., БУТКО Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 107—111.

На примере выпуска деревянной тары рассмотрен матричный метод оценки эффективности производства. Экономические показатели представлены как показатели входа (трудозатраты, основные фонды), процесса (себестоимость продукции) и выхода (товарная продукция, прибыль). Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*181.36:630*231.33

Продолжительность активного роста сосушек корневых сосны в культурах Марийской АССР. ЗАКАМСКИЙ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 112—115.

Методом стекол определена периодичность интенсивного роста сосушек корневых сосны в лесных культурах на всхолмленных участках гарей. Указаны сроки выхледины почвы с учетом местоположения культур и продолжительности активного роста сосушек корневых. Ил. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 536.244

Теплообмен малорядных пучков из труб с поперечными ребрами. КУНТЫШ В. Б., МЕЛЕХОВ В. И., РЯБОКОВЫЛЕНКО И. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 115—119.

Сообщены результаты исследования теплообмена и потерь напора однорядных пучков, одиночной трубы, обтекаемых перпендикулярным потоком воздуха. Изучено термическое контактное сопротивление. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*812

Кратковременная прочность древесины при концентрации напряжений. ИВАНОВ Ю. М., СЛАВИК Ю. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 119—121.

Доказано, что снижение временного сопротивления при повышенных скоростях нагружения представляет собой закономерное явление общего характера, которое необходимо учитывать при исследованиях и прогнозировании длительной прочности древесины в случаях сложного напряженного состояния. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 674.81.2

Исследование диэлектрической релаксации в древесных фенолоформальдегидных композициях. ЧАРИНА М. В., ИСАЕВА О. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 122—124.

Установлена зависимость диэлектрических потерь в интервале $-160... +40^{\circ}\text{C}$ в древесных фенолоформальдегидных композициях от способа наполнения при их получении. Ил. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*854

Фотометрическое определение железа в технических лигнинах и их производных. ХАБАРОВ Ю. Г., КОМАРОВА Г. В., МАШЯНОВА Е. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 124—125.

Подобраны условия для мокрого озоления препаратов технических лигнинов, позволяющие быстро и без потерь железа производить количественное фотометрическое определение железа в образцах. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.088:628.543.432.4

Применение нефелинового коагулянта. МАЛЫШЕВ Г. И., АГЕЕВ А. Я., УСВЯЦОВА А. Г., ТРИФОНОВА Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 125—126.

При величине pH проклейки 4,6—4,7 с использованием нефелинового коагулянта получена бумага, превосходящая по прочности на 10—15% образцы, изготовленные с применением очищенного сульфата алюминия. Табл. 1.

УДК 061.75

Седьмые Сукачевские чтения. ОСТРОУМОВА И. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 127—130.

УДК 061.24

Хроника деятельности комиссии по истории лесоводства при Московском обществе испытателей природы (1977—1987). МЕРЗЛЕНКО М. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 130—131.

УДК 630*945.31:630*920

165 лет Ленинградской ордена Ленина лесотехнической академии им. С. М. Кирова. РЕДЬКО Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 132—135.

Профессор Борис Носифович Логгинов. ПОРТИНОЙ В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 136.

УДК 630*907(049.3)

Сборник по проблемам рекреационного использования леса. МИРКИН Б. М., ФЕДОРОВ Н. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 5, с. 136—137.